

А. Р. СОЛОВЬЕВА, Б. Т. ИБРАИМОВА

# БИОЛОГИЯ

Учебник для 8 класса общеобразовательной школы

# 8

Рекомендовано Министерством образования и науки  
Республики Казахстан



Алматы «Атамұра» 2018

УДК 373.167.1  
ББК 28.0 я 72  
С 60

*Учебник подготовлен в соответствии с Типовой учебной программой по предмету «Биология» для 7–9 классов уровня основного среднего образования по обновленному содержанию, утвержденной Министерством образования и науки Республики Казахстан*

### Условные обозначения:



– вспомните



– дополнительный материал



– лабораторные работы



– ключевые слова



– вопросы и задания



– моделирование

**Цель изучения темы**

**Соловьева А. Р. и др.**

**С60 Биология.** Учебник для 8 кл. общеобразоват. шк./А. Р. Соловьева, Б. Т. Ибраимова. – Алматы: Атамұра, 2018. – 288 с.

ISBN 978-601-331-157-9

УДК 373.167.1  
ББК 28.0 я 72

ISBN 978-601-331-157-9

© Соловьева А. Р., Ибраимова Б. Т., 2018  
© «Атамұра», 2018

## ПРЕДИСЛОВИЕ

### Дорогие ребята!

В этом учебном году вам предстоит изучать курс биологии для 8 класса по обновленному содержанию уровня основного среднего образования Типовой учебной программы. Это второй год изучения биологии в школе. Базовое содержание учебного предмета «Биология» для 8 класса включает те же разделы, с которыми вы познакомились в 7 классе. Именно поэтому вам необходимо будет постоянно вспоминать учебный материал прошлого года обучения. Для облегчения этой работы перед каждым параграфом приводятся вопросы, на которые нужно постараться ответить до изучения новой темы.

Значительная часть материала нового учебника посвящена изучению организма человека, его строению и работе.

В ходе выполнения лабораторных работ вы познакомитесь с особенностями различных живых объектов и лучше изучите работу своего организма. Все работы объединены в лабораторный практикум, который помещен в конце учебника.

Внимательно читайте текст параграфов, обращая внимание на слова, выделенные курсивом или полужирным шрифтом. Все термины, использованные в параграфе, приводятся после основного текста. Проверьте, можете ли вы объяснить их значение после изучения темы. Если возникнут затруднения, обратитесь к краткому толковому словарю терминов (гlossарий) в конце учебника.

Дополнительный текст, выделенный мелким шрифтом, дается для ознакомления, а не для запоминания.

Вопросы и задания после параграфов построены с учетом уровней сложности. Задания на **знание** и **понимание**, а также **применение** являются обязательными для всех учащихся. Вопросы на **анализ**, **синтез** и **оценку** могут освещаться выборочно и не всеми учениками. **Дискуссии** в классе проводятся по согласованию с учителем. Если форма проведения – командная конкурсная игра, то к ней готовятся до урока.

## Раздел 1. КЛЕТОЧНАЯ БИОЛОГИЯ

### §1. Строение клеток прокариот и эукариот

Сравнить строение клеток прокариот и эукариот



Из каких трех частей состоят клетки растений и животных? Чем отличаются клетки прокариот и эукариот? Какие организмы к ним относятся? Для чего нужны оболочка, ядро, вакуоль и пластиды? Чем отличаются клетки растений и животных?

**Клетка** – основная структурная и функциональная единица жизни. Все живые организмы состоят из клеток. Каждой клетке присущи все *свойства живого*: размножение, рост, обмен веществ, наследственность и изменчивость, старение и т. д. Клетки всех живых организмов схожи между собой по химическому составу и строению. Клетки бактерий не имеют ядра, только оболочку и цитоплазму, поэтому их относят к *прокариотам*, т. е. доядерным (рис. 1). Клетки растений, грибов и животных состоят из трех частей: *оболочки, цитоплазмы и ядра* (рис. 2, 3).

**Эукариоты и прокариоты.** В бактериальной клетке нет ядра. *Кольцевая молекула ДНК* находится у них прямо в *цитоплазме* и не отделяется от нее двойной мембраной ядра, как в клетках эукариот. Органом передвижения могут служить жгутики – один или несколько. Прокариотная клетка покрыта *плазматической мембраной*, снаружи которой есть *клеточная стенка* и часто – *слизистая капсула*. Оболочки

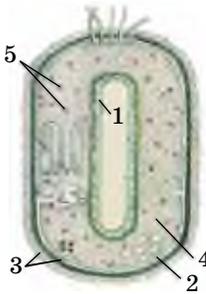


Рис. 1. Строение бактериальной клетки:

- 1 – кольцевая ДНК;
- 2 – мембрана;
- 3 – слизистая капсула и клеточная стенка;
- 4 – цитоплазма;
- 5 – рибосомы

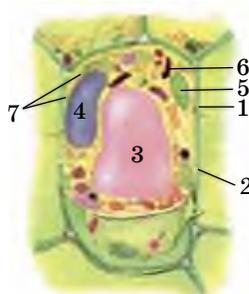


Рис. 2. Растительная клетка:

- 1 – клеточная стенка;
- 2 – мембрана;
- 3 – вакуоль;
- 4 – ядро;
- 5 – хлоропласт;
- 6 – митохондрия;
- 7 – рибосомы на шероховатой ЭПС

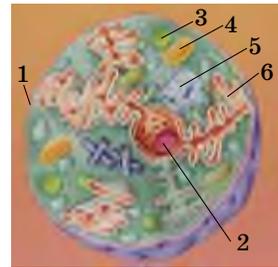


Рис. 3. Клетка животного происхождения:

- 1 – клеточная мембрана;
- 2 – ядро;
- 3 – лизосома;
- 4 – митохондрия;
- 5 – комплекс Гольджи;
- 6 – рибосомы на шероховатой ЭПС

защищают клетки бактерий. В них обязательно есть мелкие *рибосомы* и особые *мембранные складки*. Кроме того, могут находиться хлорофилл или другие важные вещества, участвующие в получении энергии. Других органоидов у бактерий нет.

**Ядро и другие структуры эукариот** находятся в цитоплазме клеток и называются *органоидами*. Все органоиды выполняют строго определенные функции. Ядро управляет жизнью клетки, контролируя через синтез *белков-ферментов* все химические процессы. Чаще всего оно находится в центре клетки. Но у стареющих растительных клеток почти все пространство может занимать крупная вакуоль. И тогда ядро с остатками цитоплазмы оказывается ближе к оболочке клетки.

Ядро отделено от цитоплазмы *двумембранной ядерной оболочкой*, имеющей *поры*. Внутри него находится ядерный сок – *кариоплазма*, в котором плавают *ядрышки* и *хромосомы*. Хромосомы – хранители наследственной информации о строении белков. Эукариотные клетки, утратившие ядра, такие как эритроциты или тромбоциты, теряют способность к размножению.

**Клеточная мембрана и клеточная стенка** выполняют защитную функцию. Все клетки покрыты *клеточной мембраной*. Но у грибов, растений и многих бактерий кроме мембраны снаружи находится еще и *клеточная стенка*. Она делает клетки прочными, сохраняет их форму. У грибов клеточная стенка состоит из *хитина*, у растений – из *целлюлозы*, а у бактерий – из *мурина*.

**Органоиды клеток.** *Пластиды* – органоиды только растительных клеток. Они бывают трех типов. *Хлоропласты* содержат зеленый пигмент хлорофилл и осуществляют фотосинтез. Процесс фотосинтеза происходит на внутренней мембране хлоропласта, уложенной в стопочки – *граны*. *Лейкопласты* – белые или бесцветные пластиды. Они накапливают крахмал – запас питательных веществ. *Хромопласты* содержат красные, желтые или оранжевые пигменты. Они накапливают питательные (в моркови, свекле) или вредные (в осенних листьях) вещества; делают яркими лепестки цветков и тем самым привлекают насекомых. Пластиды могут взаимопревращаться. Например, при старении листьев и созревании плодов хлоропласты утрачивают зеленую окраску, превращаясь в хромопласты.

**Митохондрии** – энергетические станции клетки. Они есть у всех эукариот. Из органических веществ (белки, жиры или углеводы) под действием кислорода в них образуются вода и углекислый газ, а выделившаяся энергия запасается в виде АТФ. Процесс происходит на *кристах* – выростах внутренней мембраны митохондрий.

*Рибосомы* осуществляют биосинтез белков, т. е. соединяют аминокислоты в белок. Они есть во всех живых клетках, даже у прокариот.

*Аппарат Гольджи* осуществляет внутриклеточный транспорт веществ, модификацию и синтез жиров и углеводов, образование лизосом. Он состоит из мембраны, сложенной в виде полостей и цистерн, находящихся около ядра. От них постоянно отделяются мембранные пузырьки. Там могут находиться вещества для выделения наружу или для длительного хранения. Часть пузырьков станет лизосомами.

*Лизосомы* – это пищеварительные вакуоли, мембранные пузырьки, заполненные пищеварительными ферментами. В них разлагаются вредные или питательные вещества. Они могут осуществлять самопереваривание – *автолиз*. Есть у животных и грибов. В растительных клетках функции лизосом могут выполнять вакуоли.

*ЭПС (эндоплазматическая сеть)* – мембранные каналы внутри цитоплазмы. Гладкая ЭПС (без рибосом) осуществляет синтез жиров и углеводов. Шероховатая ЭПС (с рибосомами) – биосинтез сложных белков. Вся ЭПС вместе с аппаратом Гольджи участвует во внутриклеточном транспорте веществ.

*Настоящая вакуоль* есть только у растений и грибов. Это мембранный пузырек, заполненный *клеточным соком*. Там хранятся вредные или запасные вещества в виде концентрированных растворов. Кроме того, вакуоли поддерживают внутриклеточное давление в растительных клетках.



*Оболочка, цитоплазма, ядро, эукариоты, прокариоты, рибосомы, митохондрии, аппарат Гольджи, ядрышки, хромосомы, кариоплазма, пластиды, автолиз, лизосомы, ЭПС, вакуоль, клеточный сок.*



#### **Знание и понимание:**

1. Дайте определение понятиям «прокариоты» и «эукариоты», приведите примеры.
2. Перечислите органоиды клеток.

#### **Применение:**

1. Определите связь между наличием клеточной стенки и свойствами организмов.
2. Сравните роль аппарата Гольджи, гладкой и шероховатой ЭПС.

#### **Анализ:**

1. Выскажите ваше мнение о причинах формирования разных органоидов в клетках растений и животных.

2. Рассмотрите рис. 2, 3. Расскажите об отличиях в строении клеток животных и растений.

**Синтез:**

1. Изобразите в виде схемы типы клеток, их органоиды, особенности оболочки и наличие ядра.
2. Опишите роль ядра.

**Оценка:**

1. Без каких структур существование клетки было бы вообще невозможно? Почему в клетках бактерий существуют выпячивания мембран и рибосом? Можно ли без них обойтись?
2. Попробуйте установить родство между клетками различных типов. Как вы считаете, возможно ли это на основании знания их органоидов?

**Дискуссия:**

Доказывает ли наличие вирусов возможность внеклеточной жизни? Приведите аргументы «за» и «против».

## §2. Классификация тканей растений и животных

Классифицировать ткани растений и животных



Вспомните, что такое камбий, ксилема, флоэма, луб, древесина, эпидермис, эпиблема. Расскажите все, что вы помните, о фотосинтезирующей ткани. Дайте определение понятию «ткань».

**Ткань** – группа клеток, схожих по строению, происхождению и выполняемым функциям. Каждый тип ткани сформировался в определенный исторический период. До формирования тканей могли существовать только низшие растения (водоросли) и простейшие животные (одноклеточные или колониальные). Организмы высших растений и животных состоят из разных типов тканей (схемы 1, 2). Каждый из типов тканей включает в себя подтипы. У **растений** выделяют 6 типов тканей: образовательную, покровную, основную, проводящую, механическую (опорную) и выделительную (рис. 4, 5).

**Образовательная ткань** возникает первой, из нее состоят клетки зародыша семени. В дальнейшем она формирует все другие ткани и органы. Ее клетки мелкие, тонкостенные, плотно прижаты друг к другу. Они лишены хлоропластов и содержат много мелких вакуолей.

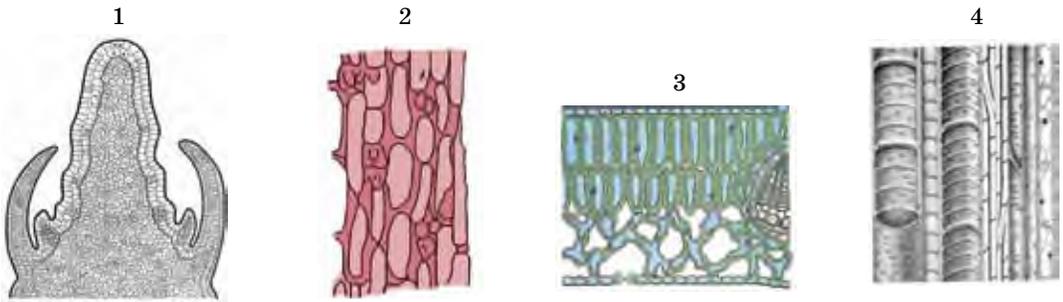


Рис. 4. Ткани растений:

1 – образовательная ткань на верхушке побега; 2 – покровная ткань коры дерева; 3 – основная (фотосинтезирующая) ткань мякоти листа; 4 – проводящая ткань стебля

В организме взрослого растения образовательными тканями представлены камбий, зоны деления и роста в корне, конус нарастания в почках (на концах стеблей), основания междоузлий злаковых и др.

**Покровная ткань** выполняет защитную функцию. Ее клетки могут быть живыми (кожица на молодых стеблях и листьях) или отмершими (пробка многолетних растений). Покровные ткани всегда находятся на поверхности органов и выполняют защитную функцию. Из них состоит кора стеблей, корневой чехлик и др.

**Основная ткань** состоит из крупных, часто округлых, рыхло расположенных тонкостенных клеток. В зависимости от выполняемых функций она делится на фотосинтезирующую, запасную и др. *Фотосинтезирующая ткань* – это зеленая мякоть листьев, молодых побегов и т. д. Она делится на столбчатую и губчатую.

*Запасная основная ткань* подразделяется на водоносную (в стеблях кактуса, листьях алоэ и т. д.), воздухоносную (в листьях кувшинок) и запасную питательные вещества (плоды, корнеплоды, семена).

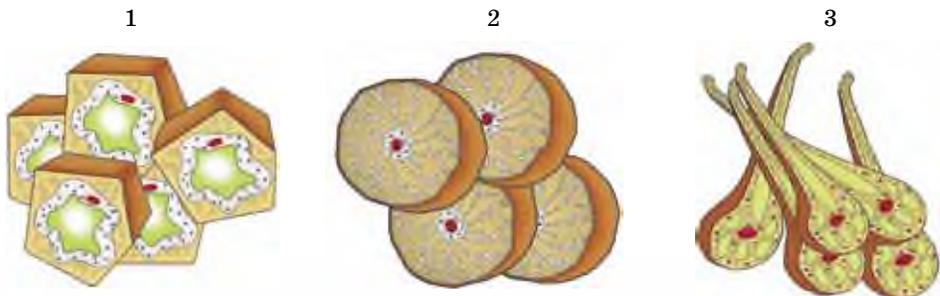
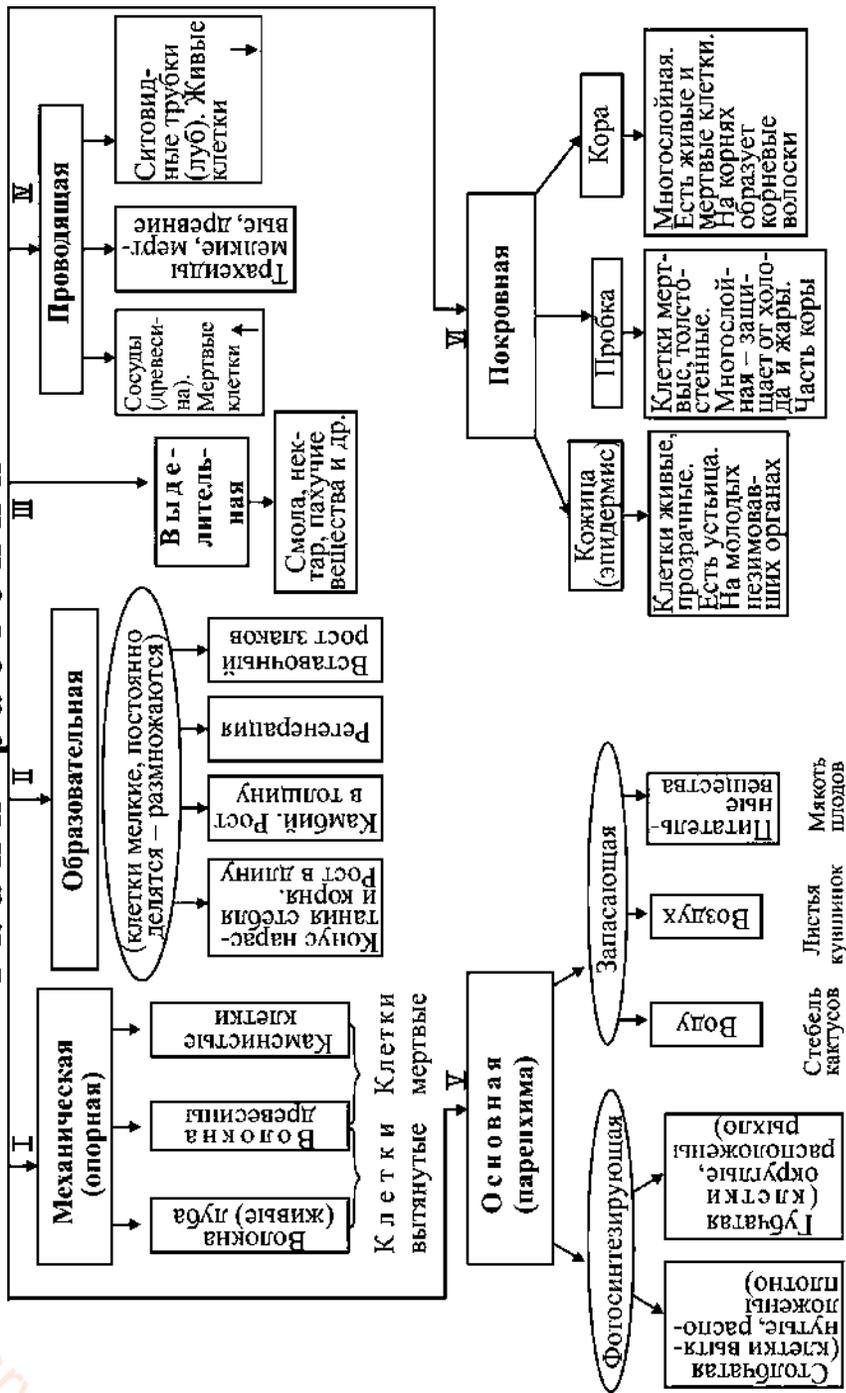


Рис. 5. Ткани растений:

1, 2 – опорные ткани скорлупы ореха; 3 – выделительные ткани волосков листа

# Ткани растений



**Проводящая ткань** проводит воду (сосуды древесины и трахеиды) и органические вещества (ситовидные трубки луба).

**Механическая, или опорная, ткань** обеспечивает прочность растения. Ее клетки могут быть живыми (лубяные волокна) или мертвыми (волокна древесины). Они всегда имеют мощные и твердые клеточные стенки, никогда не содержат хлоропластов.

**Выделительная ткань** очень разнообразна. Ее клетки всегда живые и тонкостенные. В них образуются различные вещества. Ароматические и сахаристые привлекают насекомых-опылителей, эфирные масла защищают растения от поедания и т. д.

У **животных** выделяют 4 основные группы тканей: эпителиальную, соединительную, мышечную и нервную.

**Эпителиальная ткань** имеет мало межклеточного вещества, ее клетки плотно прижаты друг к другу и способны к быстрому размножению после повреждения (*регенерация*). По выполняемым функциям эпителий делится на 3 подтипа (рис. 6).

*Покровный эпителий* – это верхний слой кожи и слизистые оболочки глаз, носа, полости желудка, кишечника и т. д. Он может быть многослойным (кожа, слизистая рта) или однослойным (почечные канальцы). Его основные функции – защита и всасывание веществ в кишечнике и почках.

Из *железистого эпителия* состоят все железы (потовые, сальные, слюнные и т. д.). Его функция – биосинтез и выделение каких-либо веществ (слюна, слезы, пот, желчь и т. д.).

*Реснитчатый, или мерцательный, эпителий* имеет выросты в виде ресничек. Он расположен в воздухоносных путях. Двигаясь, реснички удаляют твердые частицы (пыль) из органов дыхания.

**Соединительная ткань** – самая разнообразная. Все ее подтипы имеют много *межклеточного вещества* (рис. 7). В зависимости от его свойств



Рис. 6. Виды эпителиальной ткани: а – железистый эпителий; б – мерцательный эпителий; в – покровный эпителий

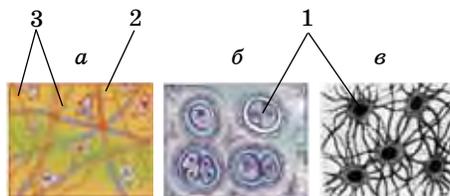
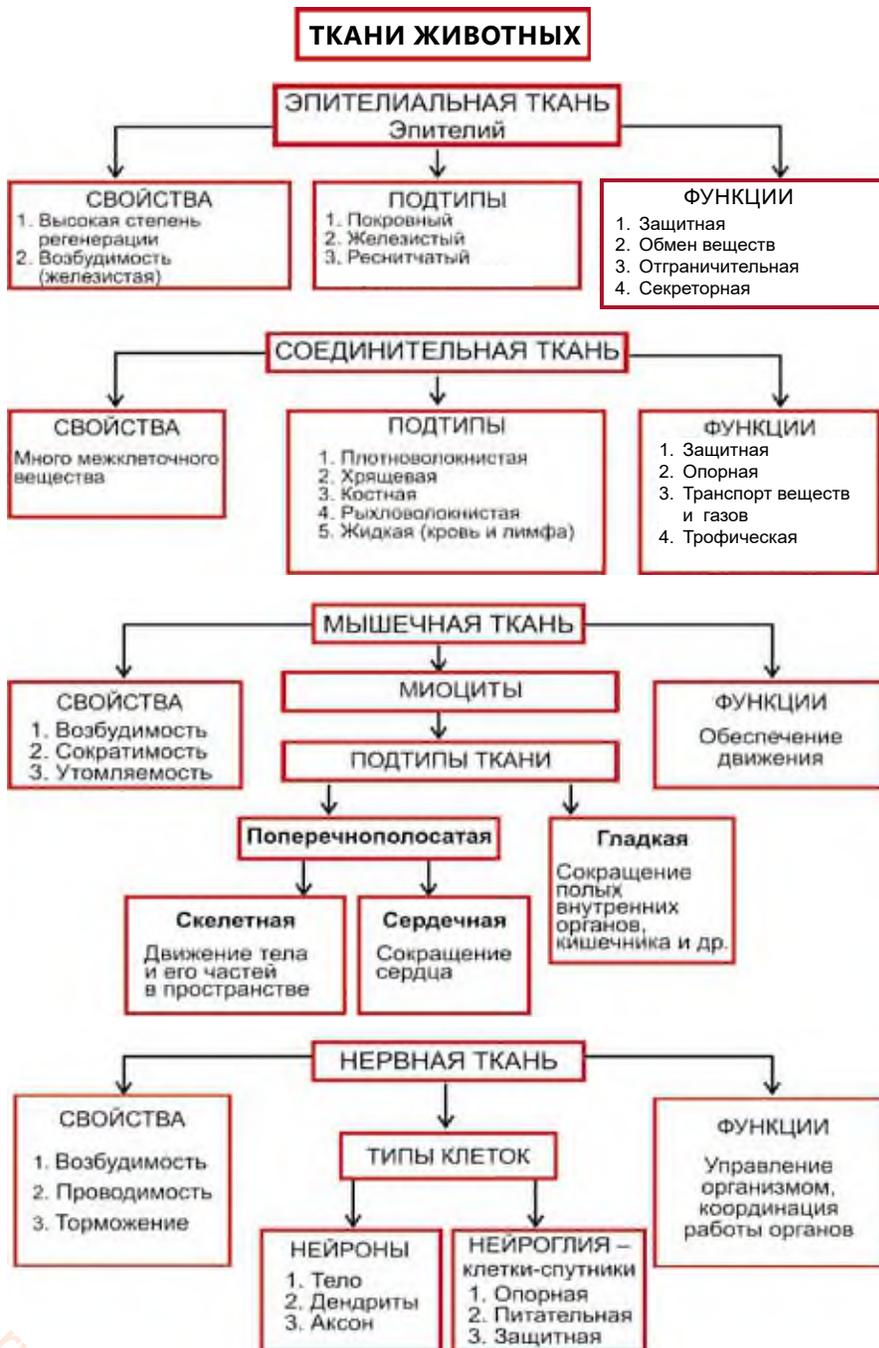


Рис. 7. Виды соединительной ткани: а – плотноволокнистая; б – хрящевая; в – костная: 1 – клетки; 2 – межклеточное вещество; 3 – волокна



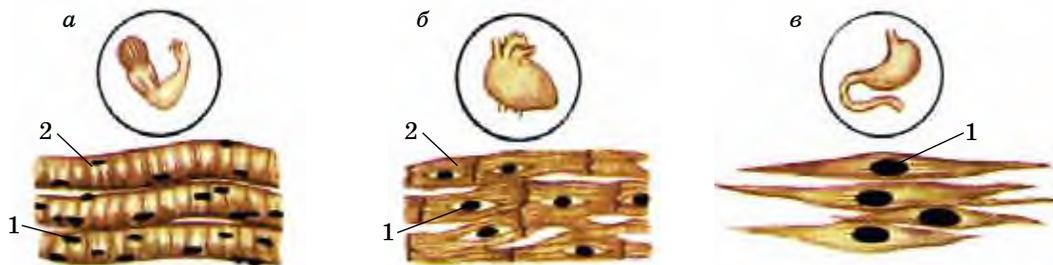


Рис. 8. **Виды мышечной ткани:** а – поперечнополосатая скелетная; б – поперечнополосатая сердечная; в – гладкая: 1 – клеточные ядра; 2 – поперечная исчерченность

соединительная ткань бывает жидкой (кровь и лимфа) и твердой – *костная*. Ее живые клетки называются *остеоцитами*. *Рыхлая соединительная ткань* – жировая. *Плотная соединительная ткань* – это связки, сухожилия, основа кровеносных сосудов и протоков.

**Мышечная ткань** состоит из вытянутых клеток (волокон) – *миоцитов*. Они растут, способны сокращаться, благодаря чему обеспечивается движение.

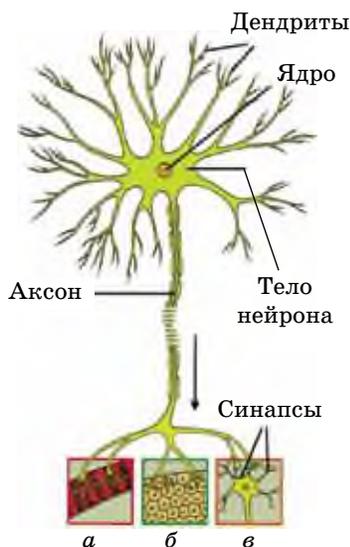


Рис. 9. **Строение нейрона.** Нервные импульсы передаются по аксону к другим тканям или клеткам: а – мышечная ткань; б – эпителиальная ткань; в – нервная ткань

Выделяют 2 подтипа ткани (рис. 8) – поперечнополосатую и гладкую. *Поперечнополосатые скелетные мышцы* прикрепляются к костям и обеспечивают движение тела. Из особой поперечнополосатой мышцы состоит *сердечная мышца*. Ее клетки в определенных участках как бы переплетаются. Благодаря этой особенности сердечная мышца способна быстро сокращаться.

*Гладкая мышечная ткань* обеспечивает сокращение полых внутренних органов: желудка, кишечника, мочевого пузыря, крупных сосудов и т. д. Волокна этой ткани сокращаются медленно.

**Нервная ткань** не имеет подтипов. Из нее состоят спинной и головной мозг и все нервы организма. В нервной ткани выделяют 2 вида клеток. *Нейроны* – основные клетки нервной ткани. Вспомогательные клетки-спутники – *нейроглия*, или *глия*. Их намного больше. Глиальные клетки защищают, поддерживают и питают нейроны.

Каждый нейрон состоит из тела и отростков (рис. 9). Короткие ветвящиеся отростки – *дендриты* – проводят импульс к телу нервной клетки. Один длинный отросток в оболочке – *аксон* – от тела клетки. Дендриты и тела клеток составляют *серое вещество мозга*, а аксоны – *белое вещество*. Клетки нервной ткани не делятся, но способны расти и «ветвиться».



*Ткани растений: образовательная, покровная, основная, проводящая, опорная, выделительная; ткани животных: эпителиальная, соединительная, мышечная, нервная; дендриты, аксон, нейроглия.*



#### **Знание и понимание:**

1. Дайте определение понятию «ткань».
2. Сколько типов тканей выделяют у растений?
3. Сколько типов тканей выделяют у животных?

#### **Применение:**

1. Опишите функции покровной ткани растений.
2. Опишите функции мышечной ткани животных.
3. Опишите функции основной ткани растений.
4. Опишите функции проводящей ткани растений.

#### **Анализ:**

1. Сравните функции покровной ткани растений и эпителиальной ткани животных.
2. Сравните функции проводящей и механической тканей растений и соединительной ткани животных.
3. Составьте схему «Функции тканей». Отрадите, какие ткани растений и животных выполняют сходные функции.

#### **Синтез:**

1. Порассуждайте, какие ткани никогда не смогли бы сформироваться у растений. Почему?
2. Порассуждайте, какие ткани никогда не смогли бы сформироваться у животных. Почему?
3. Напишите эссе о взаимосвязи формы клеток и функций той ткани, которую они составляют.

#### **Оценка:**

1. Роль каждого из типов тканей в жизни растений.
2. Используя дополнительные источники информации и уже имеющиеся знания по биологии, напишите реферат. Отрадите в нем эволюцион-

ную последовательность формирования различных типов тканей растений относительно появления групп высших растений: мхов, папоротниковидных, голосеменных, покрытосеменных.

3. Используя дополнительные источники информации и имеющиеся знания по биологии, напишите реферат. Отрадите в нем эволюционную последовательность формирования различных типов тканей животных относительно появления групп многоклеточных: губок, кишечнополостных, плоских червей.



**ЛР №1.** Классификация тканей растений. См. с. 240.



**ЛР №2.** Классификация тканей животных. См. с. 241.

## Раздел 2. МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ

### §3. Органические вещества клетки: полимеры и мономеры

Описывать различия между мономерами и полимерами на примере биополимеров



На какие две большие группы делятся вещества, составляющие клетки? Какие вещества относятся к неорганическим? Какие вещества являются органическими?

В составе живого больше **неорганического вещества**, в основном – воды, но именно органические вещества обеспечивают обмен и превращение, рост, размножение, наследственность и изменчивость, раздражимость, саморегуляцию и т. д. **Органические вещества** – химическая основа жизни. Из них состоят все живые организмы. Нет ни одной живой клетки, в составе которой не было бы *органики*. Органическими эти вещества названы потому, что в природе они встречаются именно в живых *организмах*. Если же эти вещества встречаются в составе почвы или в виде угля, нефти, ила болот и озер, то и там они накопились в результате жизнедеятельности живых организмов.

Напоминаем, что основными органическими веществами являются *углеводы, белки, жиры и нуклеиновые кислоты*. Также к органическим относятся витамины, гормоны и некоторые другие вещества, но они не являются строительными веществами клеток.

**Полимеры и мономеры.** Органические вещества всегда химически сложные, т. е. состоят из нескольких элементов. В состав всех органических веществ входят углерод, водород и кислород. В белках обязательно встречается азот, а в нуклеиновых кислотах – еще и фосфор.

В зависимости от строения органические вещества могут подразделяться на более простые и более сложные. Если они представлены одной молекулой, то называются простыми. Но чаще органические вещества состоят из большого числа простых молекул, соединенных в цепочку химической связью, т. е. полимеров. *Полимеры* (от греч. *поли* – много и *мерос* – часть) – это длинные цепи молекул, состоящие из звеньев *мономеров* (от греч. *монос* – один и *мерос*).

Наглядной моделью полимера могут быть бусы или цепочки (рис. 10). В этом случае мономер – это одна бусинка или одно звено цепи. Но только в настоящих бусах или цепочках мономеры соединены механически – нанизаны на общую нитку или спаяны между собой. А вот мономеры в составе полимеров всегда соединены какой-то определенной химической связью.

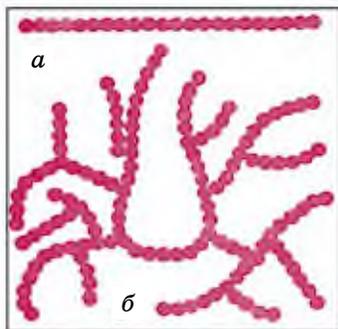


Рис. 10. **Полимерные цепи:**  
а – неразветвленные; б – разветвленные

**Свойства полимеров.** Одним из важнейших свойств полимеров является способность распадаться на мономеры и снова собираться из них. Так, в пищеварительной системе человека и животных под воздействием пищеварительных ферментов полимеры расщепляются до мономеров. Затем в кишечнике мономеры всасываются в кровь и разносятся по всем клеткам организма. В каждой клетке из поступивших мономеров могут вновь синтезироваться полимеры, необходимые именно этому организму.



**Регулярные и нерегулярные полимеры.** Если в полимерах все мономеры одинаковы или их последовательность строго повторяется, то их называют *регулярными полимерами*. Они похожи на бусы, состоящие из бусинок одинаковых цветов, либо на бусы, цвета бусинок в которых постоянно повторяются. Например, красный, желтый, зеленый и опять красный, желтый, зеленый. И так вся нитка. Примером регулярных полимеров могут служить такие нерастворимые углеводы, как крахмал и целлюлоза. *Нерегулярными полимерами* являются те, у которых и последовательность мономеров, и их количество могут быть любыми. Их моделью являются бусы, собранные из бусинок абсолютно разных цветов, в любой последовательности. Примерами важнейших нерегулярных полимеров в клетках являются белки и нуклеиновые кислоты.



*Полимеры, мономеры, органические вещества, углеводы, белки, жиры, нуклеиновые кислоты.*



#### **Знание и понимание:**

1. Перечислите органические вещества.
2. Что такое полимеры?
3. Какие органические вещества являются полимерами, а какие – нет?

#### **Применение:**

1. Опишите строение полимеров.
2. Определите связь между понятиями *полимер* и *мономер*.
3. Сравните регулярные и нерегулярные полимеры, приведите примеры.

#### **Анализ:**

1. Выскажите ваше мнение о причинах формирования в природе полимеров.

2. Рассмотрите рисунок и объясните, где символы полимерных, где – неполимерных веществ. Какие полимеры регулярные?



3. Докажите, что полимеры должны обладать большей молекулярной массой, чем неполимерные вещества.

#### Синтез:

1. Изобразите в виде схемы регулярные и нерегулярные полимеры, используя для регулярных полимеров 5 типов мономеров, а для нерегулярных полимеров – всего три. При условии, что длина всех ваших полимерных цепей включает в себя ровно 10 мономеров.
2. Опишите роль органических веществ в природе.

#### Оценка:

1. Порассуждайте, при каком из двух условий удастся построить большее число различных полимеров:
  - 1) существует всего 3 типа мономеров, а полимерные цепи включают в себя ровно 5 мономеров;
  - 2) существует всего 5 типов мономеров, а полимерные цепи включают в себя ровно 3 мономера.
2. Обсудите и выскажите различные аргументы: какие из перечисленных функций наиболее характерны для полимерных веществ, а какие – для неполимерных: *основной источник энергии, запасной источник энергии, управление биохимическими процессами, хранение наследственной информации, придание твердости, токсичность, распознавание и разрушение чужеродных веществ.*

## §4. Углеводы и липиды. Их свойства и функции

Описывать свойства и биологические функции углеводов и липидов



Вспомните, какова роль углеводов и жиров. Как можно обнаружить крахмал или жиры в тканях растений? В каких органах они встречаются?

**Углеводы** образуются в процессе фотосинтеза в клетках зеленых растений. Самый распространенный углевод – глюкоза  $C_6H_{12}O_6$  (рис. 11). Именно она образуется в ходе фотосинтеза. Из глюкозы клетки растений могут синтезировать крахмал, сахар, целлюлозу или другие вещества. Глюкоза содержится в клетках как растений, так и животных. В крови человека ее около 0,12%.



Рис. 11. Молекула глюкозы – моносахарид



Рис. 12. Сахароза – это дисахарид

**Свойства и функции углеводов.** Простые углеводы (*моносахариды*) хорошо растворимы в воде, имеют сладкий вкус и являются основным источником энергии, например *глюкоза*.

Если молекулы некоторых углеводов образованы двумя молекулами моносахаридов, их называют *дисахаридами*. Это, например, *сахароза* – свекловичный или тростниковый сахар или *лактоза* – сахар молока. Молекула сахарозы образуется из молекул глюкозы и фруктозы (рис. 12). Сахароза хорошо растворима в воде, но содержит больше атомов, чем глюкоза. Поэтому по ситовидным трубкам растений из листьев в корень и другие органы чаще транспортируется именно раствор сахарозы.

Сложные полимерные углеводы – *полисахариды* – образуются из множества одинаковых молекул глюкозы. К ним относятся крахмал, гликоген, целлюлоза, хитин, муреин. Они не растворимы в воде и выполняют запасную или строительную (структурную) функции (рис. 13).

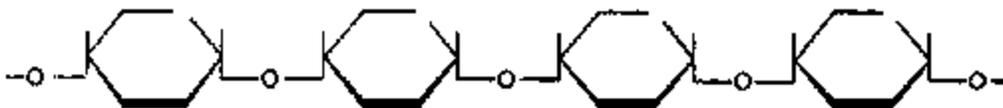


Рис. 13. Фрагмент молекулы полисахарида, состоящий из 4 молекул глюкозы

*Крахмал* – основной запасной углевод растений (семена, клубни картофеля).

*Гликоген* – основной запасной углевод животных, человека (откладывается в печени, мышцах) и грибов.

*Целлюлоза* – основной структурный углевод растений (клеточная стенка – древесина).

*Хитин* – структурный углевод животных (наружный скелет членистоногих: раков, пауков и насекомых) и грибов (клеточная стенка).

*Муреин* – опорный полимер клеточной стенки бактерий.

**Жиры и липиды. Их свойства и функции.** В клетках животных и растений содержатся жиры. Они состоят из одной молекулы трехатомного спирта *глицерина* и трех молекул *жирных кислот* (рис. 14). В среднем в



Рис. 14. Образование молекулы жира, состоящей из глицерина и трех карбоновых (жирных) кислот

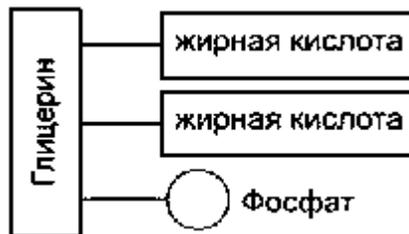


Рис. 15. Образование фосфолипидов

клетках растений содержится 5–15% жира от сухой массы. В клетках жировой ткани животных и человека содержание жира может достигать 90%.

Жиры бывают жидкими (у большинства растений) и твердыми (у большинства животных). Жидкие растительные жиры называют *маслами*.

Жиры – *запасной источник энергии*. При их расщеплении выделяется почти в 2 раза больше энергии, чем при расщеплении белков и углеводов.

Жиры не растворяются в воде и плохо проводят тепло.

Кроме жира в клетках содержатся жироподобные вещества – *липиды*. Сложные липиды, в молекулах которых одну жирную кислоту заменяет остаток фосфорной кислоты, называются *фосфолипидами* (рис. 15). Фосфолипиды составляют основу клеточных мембран.

Жиры и липиды выполняют много других функций. Накапливаясь в подкожной жировой клетчатке некоторых животных (киты, моржи, тюлени и др.), они выполняют *функцию теплоизолятора*. Для некоторых животных (медведь и др.) жировой запас, откладываемый под кожей, является источником энергии и воды в период зимней спячки. Ведь при окислении жиров образуется не только энергия, но и вода. Накопленный в горбах верблюдов жир помогает им переживать голод и жажду при переходах через пустыни.

Также жироподобные вещества могут быть витаминами, гормонами. Они покрывают нервные клетки, не давая нервному импульсу распространяться на соседние ткани, выполняют множество других функций.

*Воски* – группа жироподобных веществ с водоотталкивающими свойствами. При низких температурах воски твердеют, а при повышении температуры становятся более пластичными. У многих позвоночных животных и человека они могут образовываться в клетках жировой ткани, печени, мозга. У таких насекомых, как шмели и пчелы, они образуются

в специальных *восковых железах* и используются для строительства сот и для защитного покрова на поверхности тела. У растений воски тоже образуются и могут покрывать листья, плоды, образуя *восковой налет*. Он защищает органы растений от пересыхания, ультрафиолета, бактерий и т. д.



*Моносахариды, глюкоза, дисахариды, сахароза, лактоза, полисахариды, крахмал, целлюлоза, гликоген, хитин, муреин, жирные кислоты, глицерин, масла, липиды, фосфолипиды, воски.*



#### **Знание и понимание:**

1. Приведите примеры простых углеводов.
2. Приведите примеры полимерных углеводов.
3. Приведите примеры жиров и липидов.

#### **Применение:**

1. Опишите свойства и функции простых углеводов.
2. Определите связь между полимерностью углеводов и их растворимостью в воде.
3. Сравните строение и состав жиров и липидов.

#### **Анализ:**

1. Проанализируйте количество энергии, выделяемой при распаде углеводов и жиров.
2. Выскажите ваше мнение, почему именно нерастворимые вещества будут запасными источниками энергии? Перечислите причины.
3. Докажите на примерах, что для каждого царства живых организмов существуют свои полисахариды.

#### **Синтез:**

1. Порассуждайте: если учесть, что жиры нерастворимы, а фосфорная кислота растворима, какова будет растворимость молекул фосфолипидов?
2. Систематизируйте по критериям различные группы углеводов и липидов.
3. Опишите роль полисахаридов.

#### **Оценка:**

1. Напишите реферат о роли и особенностях липидов, кроме тех, которые изложены в учебнике.
2. Выскажите свое мнение, оценив суждение: «Те, кто употребляет много углеводов, могут прибавить в весе за счет появления жировой ткани». Какие аргументы о молекулярном составе жиров и углеводов говорят в пользу этой теории?
3. Выясните, что такое «бурый жир», его роль в жизни животных. В какие периоды он появляется у человека?

## §5. Белки. Их свойства и функции

Описывать свойства и биологические функции белков



Вспомните, что такое белки. Каких органических веществ в клетке больше всего? Из каких компонентов состоят белки? Как связаны белки и ДНК? Что такое ген? Почему рибосомы есть во всех живых клетках?

**Белки** – это **биополимеры**, мономерами которых являются *аминокислоты*. Всего в состав белков живых организмов входят 20 видов аминокислот. При формировании молекулы белка аминокислоты соединяются химической связью в определенном порядке. Этот порядок соединения аминокислот записан в ДНК и называется *наследственной информацией*. Каждый белок по своему строению уникален. Ведь 20 видов аминокислот могут соединяться в разной последовательности, и их количество может быть разным (рис. 16).

Молекулы белков в различной комбинации могут составлять от нескольких аминокислот до тысяч. Поэтому разнообразие белков бесконечно. Только в организме человека встречается несколько миллионов типов белков.

**Свойства и функции белков.** Большинство белков хорошо растворимы в воде, поэтому свои биологические свойства они проявляют в водных растворах. Но есть и нерастворимые белки. Так, например, белок костей оссеин или белок связок, сухожилий и кожи коллаген не растворимы в воде. Свойства белков очень разнообразны. Это потому, что состав и количество аминокислот в белках тоже разные.

Белки выполняют множество функций:

1. *Строительная функция.* Все живые организмы в основном состоят из белков. Белки входят в состав всех клеточных структур и составляют 80% от сухой массы клеток, или 20% от сырой массы, учитывая, что 70% в среднем занимает вода.

Растения и некоторые бактерии способны синтезировать все аминокислоты из воды, углекислого газа и азотсодержащих веществ. Человек и животные получают аминокислоты только с пищей. Из них организмы строят собственные белки. Богаты белками мясо, рыба, яйца, молочные продукты, соя, бобы, горох и некоторые другие растения.

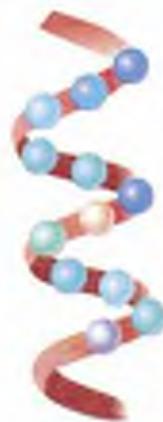


Рис. 16. Структура белковой молекулы

2. *Ферментативная функция.* В каждой живой клетке протекают сложные биохимические реакции. Одни поступившие в клетку вещества расщепляются. Другие, напротив, соединяются (образуются). Выделяющаяся при этом энергия используется, тратится или синтезируется. В общем, клетка работает, как гигантская химическая лаборатория, в которой протекают одновременно сотни и тысячи разнообразных реакций. Высокую скорость и точность протекания реакций в живых клетках обеспечивают белки-катализаторы, или ускорители реакций, – *ферменты*.

Каждый фермент катализирует одну, реже – несколько реакций. Например, фермент желудочного сока человека *пепсин* расщепляет только белки пищи. А на жиры и углеводы он не действует. Другие ферменты расщепляют только определенные углеводы, а на жиры или белки они не действуют. Такая специфичность белков-ферментов обеспечивает предельную точность процессов.

3. *Энергетическая функция* белков такая же, как и углеводов.

Белки выполняют и множество других функций.

*Регуляторная функция.* Регуляторами физиологических процессов в организме являются *гормоны*. Часть гормонов человека и животных (но не всех) является белками. Например, гормон поджелудочной железы *инсулин* активизирует в клетках печени фермент, синтезирующий *гликоген*. Так понижается уровень глюкозы в крови. Она превращается в гликоген печени.

*Защитная функция* белков заключается в обеспечении иммунитета. В организме человека и животных вырабатываются защитные белки – *антитела*. Они подавляют жизнедеятельность болезнетворных микроорганизмов. Кроме того, такие белки, как *фибриноген*, участвуют в процессе свертывания крови, предупреждая ее потери.

*Механическую функцию* выполняют белок костей *оссеин* и сухожилий – *коллаген*.

*Сократительную функцию* выполняют белки мышц *актин* и *миозин*.

*Транспортную функцию* выполняет белок *гемоглобин*. Находясь в крови, он переносит кислород и углекислый газ.

*Пигментную функцию* выполняют белки, имеющие цвет. Например, *меланин* кожи, волос, радужной оболочки глаз.

Белки выполняют и многие другие функции. Например, *сигнальную*, *теплоизоляционную*, *токсическую*.



*Биополимеры, аминокислоты, наследственная информация, ферменты, пепсин, гормоны, инсулин, гликоген, фибриноген, антитела, оссеин, коллаген, актин, миозин, гемоглобин, меланин.*



### **Знание и понимание:**

1. Дайте определение понятию «белки».
2. Что такое аминокислоты?
3. Сколько аминокислот входит в состав белков живых организмов?

### **Применение:**

1. Опишите функции разных белков человека.
2. Определите три основные функции белков в организме.
3. Объясните, почему белки являются нерегулярными биополимерами.

### **Анализ:**

1. Проанализируйте роль каждого из перечисленных белков: *коллаген, фибрин, пепсин, гемоглобин, оссеин, инсулин, меланин, актин, миозин*.
2. Изобразите в виде схемы процесс обмена белков от поступления их в организм с пищей (через образование собственных белков) до их старения и разложения с получением энергии. По возможности укажите ферменты и органоиды.
3. Выскажите ваше мнение о причинах бесконечного разнообразия белков.

### **Синтез:**

1. Систематизируйте по критериям разные функции белков у разных организмов.
2. Напишите эссе о сигнальной, теплоизоляционной и токсической роли белков.

### **Оценка:**

1. Оцените выражение: «ДНК управляет жизнью клетки через реализацию определенных ферментов, в определенное время, при определенных обстоятельствах».
2. Выскажите свое мнение, почему в микроскопической клетке одновременно происходят сотни и даже тысячи разнообразных химических реакций, и при этом клетка не «взрывается», т. е. продукты этих реакций не вступают в хаотичное взаимодействие друг с другом.
3. Известно, что у белков 20 разных видов мономеров, а в молекулах ДНК – всего 4. Почему?

### **Дискуссия:**

Почему ДНК определяет наличие белков в клетке, а не наоборот?

## Раздел 3. РАЗНООБРАЗИЕ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ

### §6. Отличительные признаки отделов растений

Описывать отличительные признаки растений на примере водорослей, моховидных, папоротниковидных, голосеменных и покрытосеменных растений



Какие систематические категории растений вы помните? Какие из них отличаются от таковых у животных? Какие растения относятся к низшим, а какие – к высшим, и почему?

**Высшие и низшие растения.** Растения возникли в ходе эволюции от одноклеточных жгутиковых эукариот, обитавших в океане. До сих пор существуют такие примитивные растения, как одноклеточные жгутиковые зеленые водоросли. Постепенно у них возникли колониальные формы, такие как обитающий ныне в водной среде вольвокс (рис. 17). Впоследствии возникли и многоклеточные водоросли: зеленые, бурые и красные. Все водоросли относятся к низшим растениям, так как их тело состоит из одинаковых клеток. Оно не разделяется на ткани и органы и называется *талломом*, или *слоевищем*.

Высшими являются все растения, кроме водорослей. Обитание в разных средах – воздушной и почвенной – привело к формированию у них органов и тканей. К высшим растениям относятся моховидные, плауновидные, хвощевидные, папоротниковидные, голосеменные и покрытосеменные.

Отдел **моховидных** включает в себя растения, у большинства из которых есть два важных органа – стебель и лист. Хотя среди мхов встречаются примитивные формы, тело которых представлено только зеленой пластиной со спорангием, например *печеночники*, они все же относятся к высшим. Наиболее яркий представитель печеночников – маршанция (см. рис. 100).

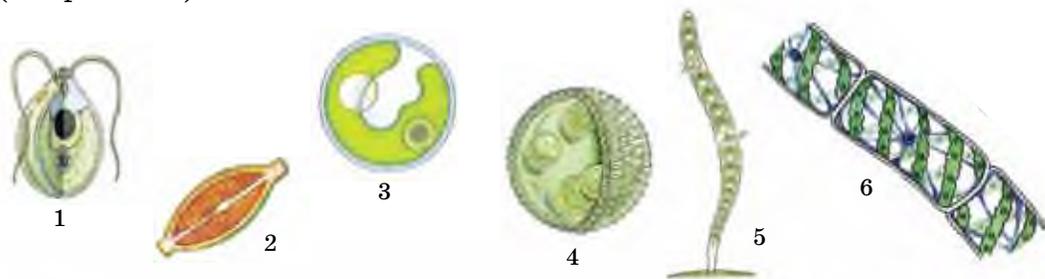


Рис. 17. Многообразие водорослей: 1 – хламидомонада; 2 – диатомовая водоросль; 3 – хлорелла; 4 – вольвокс; 5 – улотрикс; 6 – спирогира

Мхи – одни из первых растений, приспособившихся к жизни на суше. У них еще не сформировались проводящие и опорные ткани, поэтому они не бывают крупными и обитают только во влажных местах. У мхов нет корней. Эту функцию у некоторых из них выполняют *ризоиды* – нитевидные корнеподобные образования. Размножаются мхи *спорами*, которые развиваются в *спорангиях* внутри коробочек (рис. 18).

Отделы **плауновидных** и **хвощевидных** – это высшие споровые растения, современные представители которых – многолетние травы и полукустарники.

**Папоротниковидные** – это отдел высших споровых растений. Произошли, вероятно, от риниофитов – вымерших древних растений. Характеризуются появлением корневища (видоизмененного подземного побега) и формированием проводящих и опорных тканей. Эти две особенности позволили папоротниковидным стать не только мелкими травянистыми растениями. Более 300 млн лет назад существовали гигантские деревья, которые достигали в высоту более 100 м. Большинство из них вымерло, образовав запасы каменного угля. На территории Казахстана все папоротниковидные – многолетние травянистые растения. Но в реликтовых лесах Австралии древесные папоротники существуют и в наши дни. И моховидные, и папоротниковидные являются споровыми растениями. Поэтому для них характерен орган размножения спорангий со спорами (рис. 19).

**Голосеменные** – это наиболее древний отдел семенных растений, у которых впервые формируются семена как орган размножения, а также настоящие мощные корни. Предками голосеменных была группа вымерших *семенных папоротников*. Также вымерло и большинство древних голосеменных. Современные голосеменные растения представлены в основном классом *хвойных*. Это



Рис. 18. Кукушкин лен и его развитие: 1, 2 – мужское и женское растения; 3 – размножение мха спорами; 4 – коробочка с открытой крышкой; 5 – прорастание молодого мха



Рис. 19. Темные пятнышки на нижней стороне листьев папоротника – это группы спор

хорошо известные вам сосна, ель, кедр, кипарис, можжевельник, туя, арча, лиственница и др. (рис. 20).

Важнейшей особенностью этого отдела растений является появление *семени* как органа полового размножения. Спорангии со спорами исчезают. Семяпочки, из которых развиваются семена, имеют защитный покров, но располагаются открыто на листовидных чешуях, собранных в шишки. Важным признаком класса хвойных являются специфические игловидные листья – хвоя (рис. 21). Кроме того, это вечнозеленые, реже – листопадные деревья и кустарники.

Отдел цветковых, или покрытосеменных. Как видно из названия, у самого совершенного отдела растений появляется новый орган полового размножения – *цветок*, из которого образуется *плод*. Семяпочка защищена стенками завязи, которая часто образует прочные покровы, защищающие семя. Отсюда и второе название цветковых – *покрытосеменные*.

У большинства цветковых растений есть сосуды и ситовидные элементы флоэмы (луба) с клетками-спутницами. По ситовидным трубкам раствор органических веществ переносится от листьев к корням. А по длинным трахеям древесины, или ксилемы, вода с растворенными минеральными веществами перемещается от корней к листьям.

У большинства цветковых растений есть сосуды и ситовидные элементы флоэмы (луба) с клетками-спутницами. По ситовидным трубкам раствор органических веществ переносится от листьев к корням. А по длинным трахеям древесины, или ксилемы, вода с растворенными минеральными веществами перемещается от корней к листьям.



Рис. 20. Голосеменные растения: а – женские (1) и мужские (2) шишки ели; б – ветка лиственницы; в – ветка можжевельника; г – сосна: 1 – мужская шишка; 2 – женская шишка; 3 – высевание семян

а



б



Рис. 21. Хвоя голосеменных растений: а – голубой ели; б – сосны кедровой

Общепринятой теории о происхождении и эволюции цветковых нет, потому что нет ископаемых остатков предковых форм. Кроме того, считается, что ни одна из ныне существующих групп растений не могла дать начало цветковым растениям. Вероятно, их предками, так же как и предками хвойных, были семенные папоротники, которые вымерли еще в меловом периоде. Большую роль в формировании и расселении цветковых сыграли насекомые-опылители, эволюция которых значительно ускорилась благодаря появлению цветковых растений, богатых пыльцой и нектаром. Так что развитие цветковых растений и насекомых шло параллельно.



*Споры, спорангий, ризоиды, голосеменные, хвойные, хвоя; цветковые, или покрытосеменные.*



#### **Знание и понимание:**

1. Дайте определение понятию «низшие растения».
2. Перечислите отделы высших растений.
3. По каким критериям определенные группы растений относят к высшим растениям?

#### **Применение:**

1. Опишите функции различных тканей и органов высших растений.
2. Объясните, почему высшие растения обитают на суше, а низшие – в воде.
3. Определите связь между средой обитания и наличием тканей и органов.
4. Сравните строение тел печеночников и листостебельных мхов.

#### **Анализ:**

1. Проанализируйте этапы формирования отделов высших растений. Докажите, что они появлялись постепенно.
2. Изобразите в виде схемы формирование отделов высших растений, появление у них тканей и органов.

3. Выскажите ваше мнение о причинах появления разных органов у разных отделов растений.

**Синтез:**

1. Порассуждайте: смогли бы сформироваться высшие растения на планете, на которой не было бы суши (планета-океан)?
2. Оцените: были бы мхи отнесены к высшим растениям, если бы были представлены только печеночниками?

**Оценка:**

1. Напишите реферат о группе вымерших растений: *псилофитах*, или *риниофитах*, *семенных папоротниках*. К каким систематическим группам они относятся?
2. Напишите реферат о ныне живущих растениях: *вельвичия*, *гинкго*, *саговник*, *эфедра*. К каким систематическим группам они относятся? Какими особенностями обладают? Какие из них существуют в Казахстане в естественных природных условиях?

**Дискуссия:**

Возможна ли дальнейшая эволюция растений? Какие из ее направлений вы можете себе представить?



**ЛР №3. Определение отличительных признаков отделов растений.** См. с. 242.

## §7. Грибы – особое царство живых организмов

Описывать отличительные признаки грибов



Сколько царств живого выделяют? Каковы главные особенности этих царств? Что общего у растений и грибов? Чем они отличаются? Кто такие сапротрофы? Что такое гликоген и хитин?

**Грибы – отдельное царство живых организмов.** Они сочетают в себе признаки и растений, и животных, но не являются ни теми, ни другими (табл. 1).

Точное происхождение грибов не известно. Они были одними из первых наземных организмов. Вероятно, предками грибов стали одноклеточные, вышедшие из океана и приспособившиеся к жизни на суше.

В ходе эволюции грибы развились и стали очень разнообразными. Ученые выделяют пять или шесть самостоятельных отделов в царстве грибов. Но их отличия невозможно заметить невооруженным глазом. Поэтому мы воспользуемся подразделением грибов на группы по особенностям жизнедеятельности.

Таблица 1. Признаки грибов

Признаки растений	Признаки животных
1. Клетка покрыта твердой клеточной стенкой	1. Наружный скелет членистоногих состоит в основном из <i>хитина</i>
2. Неподвижны, содержат настоящие вакуоли	2. Запасное питательное вещество – <i>гликоген</i>
3. Растут всю жизнь	3. Не имеют хлоропластов
4. Впитывают питательные вещества поверхностью тела из окружающей среды, а не глотают, как животные	4. Питаются готовыми органическими веществами – гетеротрофы
5. Размножаются спорами или вегетативно	5. Есть лизосомы – пищеварительные вакуоли

**Плесневые грибы** – это большая группа грибов, приспособившихся употреблять для питания белки, жиры и углеводы разлагающихся органических остатков. Плесневые грибы могут развиваться на хлебе, овощах, навозе, отмерших телах, опавших гниющих листьях. По типу питания почти все грибы, не только плесневые, относятся к *сапротрофам*. Деятельность плесневых грибов в природе схожа с деятельностью бактерий гниения. Они уничтожают огромное количество органических остатков. Без них поверхность нашей планеты была бы завалена опавшими листьями, сломанными ветвями и стволами упавших деревьев, трупами и выделениями животных.

Распространенными плесневыми грибами являются мукор и пеницилл. *Мукор* – белая, или хлебная, плесень, напоминающая рыхлый кусочек ваты. Этот гриб состоит из одной гигантской разросшейся клетки со множеством ядер. Клетка мукора растет, делится, в ней образуются новые ядра, но цитоплазма при этом не разделяется. Если белая плесень начинает темнеть на концах, значит в ней созревают споры. За почернением нитей мукора следует рассыпание спор, похожих на пылинки. Когда такая спора попадает в благоприятные условия (например на хлеб, закрытый в целлофановом пакете с нормальной температурой), она прорастает, и образуются нити гриба.

*Пеницилл* – многоклеточный гриб сине-зеленого или желто-зеленого цвета (рис. 22). Из двух видов пеницилла получают ценный антибиотик – пенициллин, убивающий бактерий.

**Одноклеточные грибы – дрожжи.** Вам хорошо известны дрожжи, используемые при выпечке хлеба. Это одноклеточные колониальные грибы. Дрожжи приспособились поглощать сахар и получать из него энергию.



Рис. 22. Плесневые грибы



Рис. 23. Почкование дрожжей

За это их еще называют *сахаромицеты*. Осуществляя жизнедеятельность, они превращают сахар в спирт и углекислый газ. Именно пузырьки углекислого газа делают тесто пористым. Это позволяет использовать дрожжи в приготовлении дрожжевого теста, а образование спирта используется в производстве алкогольной продукции.

Дрожжи размножаются *почкованием* – материнская клетка выпочковывает дочерние клетки (рис. 23). Дрожжи могут существовать без кислорода.

**Шляпочные грибы** – многоклеточные. Их *плодовые тела* состоят из *шляпки* и *ножки*. Размножаются они в основном спорами, созревающими в специальном слое клеток под шляпкой. Попав в почву в благоприятные условия, споры прорастают и образуют *грибницу*. Питаются грибы гото-



Боровик



Лисички



Сыроежки



Груздь



Опята

Рис. 24. Грибы называют еще лесным мясом



Рис. 25. **Несъедобные грибы:** а – мухоморы; б – веселки; в – ложные опята

выми органическими веществами, всасывая их всей поверхностью тела. Как только будет накоплено достаточное количество органики, шляпочные грибы образуют плодовые тела, которые вырастают над поверхностью почвы, чтобы образовать и сбросить споры.

В зависимости от возможности употреблять в пищу их плодовые тела шляпочные грибы делятся на съедобные (рис. 24) и ядовитые (рис. 25). Съедобные грибы являются очень ценной пищей, содержащей большое количество разнообразных белков. Отравления ядовитыми грибами смертельно опасны. Поэтому нельзя употреблять в пищу незнакомые или сомнительные грибы.



*Пеницилл, мукор, сахаромицеты, почкование, плесневые грибы, дрожжи, шляпочные грибы, плодовое тело, грибница.*



**Знание и понимание:**

1. Объясните, почему грибы относят к отдельному царству.
2. Назовите известные вам группы грибов.
3. Можно ли причислять грибы к растениям?

**Применение:**

1. Определите связь между признаками животных и грибов.
2. Определите связь признаков растений и грибов.
3. Назовите причины, по которым грибы относят к плесневым, шляпочным или сахаромицетам.

**Анализ:**

1. Проанализируйте этапы формирования грибов. Как вы думаете, какие из них появились в эволюции раньше, а какие – позже?
2. Изобразите в виде схемы строение шляпочного гриба.
3. Докажите на примерах, что грибы размножаются не только спорами.

### Синтез:

1. Порассуждайте: если бы грибы отнесли к растениям, то к какой группе они были бы причислены – к высшим или к низшим?
2. Напишите эссе о роли грибов в природе.
3. Опишите роль грибов в жизни человека.

### Оценка:

1. Напишите реферат по одной из тем: «Микориза – обязательное условие формирования полноценных лесных массивов»; «Грибы – паразиты растений»; «Грибы – паразиты животных и человека».
2. Выскажите свое мнение о мерах профилактики отравлений ядовитыми грибами.

### Дискуссия:

Современные космические исследования подтверждают, что споры плесневых грибов могут сохранять жизнеспособность в открытом космосе. А клетки грибов в лишайнике (симбиоз с водорослями) сохранили жизнеспособность после нахождения за бортом космического корабля в течение недели.

Обсудите предположение о внеземном происхождении грибов. Выскажите доводы в пользу различных гипотез.

## §8. Однодольные и двудольные растения

Распознавать по отличительным признакам классы однодольных и двудольных растений



Сколько классов выделяют внутри отдела цветковых растений? Чем они отличаются? Что такое камбий? Какова его функция?

**Отдел цветковых, или покрытосеменных, растений** делится на классы *однодольных* и *двудольных*. Растения, относящиеся к этим двум классам, имеют ярко выраженные отличия.

**Строение семени** отличается количеством *семядолей* (рис. 26). В семенах однодольных растений только одна семядоля. Соответственно, в семенах двудольных – две семядоли. Конечно, различить количество семядолей у мелких семян сложно, но крупные семена двудольных легко распадаются на две половинки – семядоли. Это хорошо известные горох, фасоль, арахис, грецкий и лесной (фундук) орехи, фисташки, желуди, семена подсолнечника, тыквы, арбуза и др. Все эти растения – представители двудольных.

К классу однодольных относятся такие растения, как злаки. Хорошо заметно, что их семена не распадаются на две семядоли. Вспомните

**Рис. 26. Строение семян однодольных и двудольных растений:**

*а* – продольный разрез зерновки пшеницы;

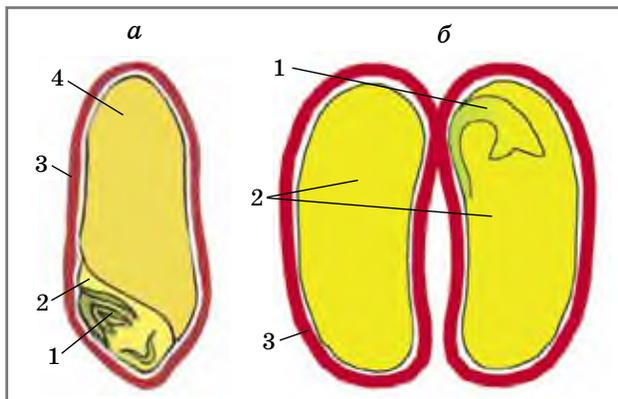
*б* – продольный разрез семени фасоли:

1 – зародыш;

2 – семядоля;

3 – кожура;

4 – эндосперм



зерновки риса, кукурузы, овса, пшеницы. Кроме злаков к однодольным относятся осоки, пальмы, лилейные, луковые и др. Они включают в себя такие известные растения, как камыш, рогоз, папирус, лилии, тюльпаны, подснежники, ландыши, лук, чеснок, спаржу и др.



Многие однодольные – полуводные растения. Возможно, вам известны осока, стрелолист, элодея. Однодольными также являются все пальмы и орхидеи.

**Корневые системы** у однодольных и двудольных тоже разного типа (рис. 27, 1). Все *двудольные* имеют *стержневую корневую систему*, у которой хорошо выражен главный корень. У всех *однодольных* – *мочковатая корневая система*, у которой невозможно выделить главный корень. Вместо него развивается множество боковых и придаточных корней.

**Жилкование и типы листьев** у класса однодольных *параллельное* или *дуговидное* (рис. 27, 2). У двудольных растений жилкование листьев *сетчатое* – перистое или пальчатое. При *сетчато-перистом* жилковании жилки образуют рисунок, похожий на перо птицы. Примерами являются листья дуба, яблони, липы, березы, карагача (вяза), клена, щавеля, одуванчика. А если три или более крупные жилки расходятся в стороны от общего центра, как пальцы от ладони, такое расположение называется *сетчато-пальчатым*. Так жилки расположены в листьях клена канадского, бегонии, герани, касторки (клещевины), винограда.

У однодольных листья никогда не бывают сложными, только простыми. То есть один лист всегда состоит только из одной листовой пластинки. Вспомните широкие листья ландыша, тюльпана или узкие листья кукурузы, пшеницы, лука, чеснока, камыша.



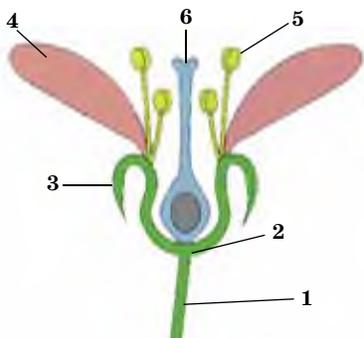
1. Типы корневых систем



2. Жилкование листьев



3. Сложные листья



4. Строение цветка

1 – цветоножка; 2 – цветоложе; 3 – чашелистик;  
4 – лепесток; 5 – тычинка; 6 – пестик



5. Виды околоцветников

Рис. 27. Строение цветковых растений

У двудольных листья могут быть и простыми, и сложными (рис. 27, 3). Вспомните простые листья березы, сирени, яблони, *перистосложные* листья гороха, акации, *пальчатосложные* листья каштана, *тройчатосложные* листья клевера или земляники и т. д.

**Строение цветка** тоже отличается наличием чашелистиков и количеством лепестков (рис. 27, 4). У красивых яркоокрашенных или белых цветков однодольных нет обрамляющих их снизу зеленых чашелистиков, только лепестки. Например, цветки тюльпана, ландыша или орхидеи. У двудольных, напротив, есть и лепестки, и чашелистики. Например, красивые лепестки розы, гвоздики, петунии снизу облегают зеленые *чашелистики*, или *чашечка*<sup>1</sup>. Поэтому говорят, что у однодольных *околоцветник простой*, а у двудольных – *двойной* (рис. 27, 5).

Есть отличие и в количестве частей цветка. У однодольных количество лепестков кратно двум или трем. Например, цветки тюльпана, ландыша, лука имеют по 6 лепестков, шесть тычинок и трехлопастный пестик. А цветки злаков имеют по две цветковые чешуи и по две цветковые пленки, три или шесть тычинок и двухлопастный пестик.

У двудольных число частей цветка кратно четырем или пяти. Так, у капусты, редьки, редиса и других растений семейства крестоцветных по четыре чашелистика и лепестка. У большинства других двудольных растений – по пять чашелистиков и лепестков. Их может быть и больше, как, например, у розы, но количество будет кратно пяти.

**Жизненные формы** зависят от наличия образовательной ткани – *камбия*. Без него не формируется полноценная древесина. У однодольных растений нет камбия. Они бывают только травами или кустарниками. Исключение составляют пальмы, но в их стеблях отсутствует настоящая древесина с годичными кольцами. Жизненные формы двудольных растений могут быть любыми: травы, кустарники, деревья.



*Однодольные, двудольные, стержневая и мочковатая корневые системы, жилкование, камбий, жизненные формы.*



**Знание и понимание:**

1. Назовите два класса цветковых растений.

<sup>1</sup> У некоторых двудольных растений в ходе эволюции редуцировались (исчезли) либо лепестки, либо чашелистики. Таковы цветки свеклы, дуба, ясеня, клена, карагача. Это является следствием приспособления к опылению ветром.

2. Объясните, почему они так называются.
3. Как вы понимаете термины: *стержневая* и *мочковатая корневые системы*?
4. Приведите примеры однодольных и двудольных растений.

#### **Применение:**

1. Опишите и зарисуйте простые и сложные листья.
2. Определите связь между строением семени и принадлежностью к определенному классу цветковых растений.
3. Сравните стержневую и мочковатую корневые системы.
4. Назовите причины разных жизненных форм у классов покрытосеменных.
5. Из чего состоит простой околоцветник, а из чего – двойной?

#### **Анализ:**

1. Проанализируйте зависимость строения органов цветковых растений от принадлежности к определенному классу.
2. Изобразите в виде схемы строение вегетативных органов однодольных и двудольных.
3. Докажите на примерах, какие известные вам растения относятся к однодольным, а какие – к двудольным.

#### **Синтез:**

1. Порассуждайте: можно ли отнести к двудольным хвойные деревья на том основании, что они имеют хорошо развитую древесину и находятся в данной жизненной форме?
2. Систематизируйте по критериям отличия однодольных и двудольных.

#### **Оценка:**

1. Известно, что в природе существуют два исключения: растение, относящееся к двудольным, с признаками однодольных – *подорожник*, и растение, относящееся к однодольным, с признаками двудольных – *вороний глаз*. Подготовьте сообщение об особенностях строения органов этих растений.
2. Выскажите свое мнение о том, какие признаки являются первостепенными (с учетом предыдущего задания).
3. Докажите, что при определении классов цветковых нельзя пользоваться только одним каким-либо признаком.



**ЛР №4. Исследование признаков классов однодольных и двудольных растений. См. с. 243.**

## §9. Господствующие типы животных и их классы

Распознавать по отличительным признакам классы членистоногих и хордовых животных



Какие типы животных вы помните? Чем они отличаются? Что такое хитин, хорда, наружный и внутренний скелет? Для каких животных они характерны?

**Господствующие типы животных.** Сегодня на земле существуют различные типы как одноклеточных, так и многоклеточных животных. Все они совершенствовались в ходе эволюции и хорошо приспособились к среде обитания. Но два типа животных резко выделяются из остального животного мира. Это самый многочисленный по числу видов и по количеству особей *тип членистоногих*. Второй тип – самый совершенный, возникший в эволюции одним из последних – *тип хордовых*. Бесспорно, что эти типы господствуют на нашей планете.

**Характеристика типа членистоногих, его классы.** Представители членистоногих имеют четыре важнейших признака:

1. *Наружный скелет – хитиновый покров.*

2. *Тело состоит из сегментов – члеников.* Как и у их предков (кольчатых червей), тело у них состоит из колечек – сегментов, но эти сегменты разного размера.

3. *Членистые конечности.* У членистоногих впервые в эволюции появляются суставы, которые приводятся в движение отдельными мышечными пучками. У червей существуют только сплошные слои мышц, образующие *кожно-мышечный мешок*.

4. *Тело состоит из трех отделов: голова, грудь, брюшко.* У ракообразных и паукообразных голова и грудь срослись, образуя *головогрудь*, а у насекомых отделы тела не срастаются.

К типу членистоногих относятся три класса беспозвоночных животных: ракообразные, паукообразные и насекомые (рис. 28).

*Класс ракообразных* представлен преимущественно водными животными (исключение – мокрицы и др.). Все ракообразные дышат *жабрами* и имеют по две пары усиков. У высших раков пять пар задних грудных ног являются ходильными, поэтому их относят к отряду десятиногих.

*Класс паукообразных* включает в себя как настоящих пауков, так и клещей. Древнейшими паукообразными являются скорпионы, которые произошли от вымерших ракоскорпионов (ныне существуют древние водные паукообразные – *мечехвосты*). Паукообразные имеют ярко выраженные внешние отличия: сросшуюся головогрудь, отсутствие усиков,

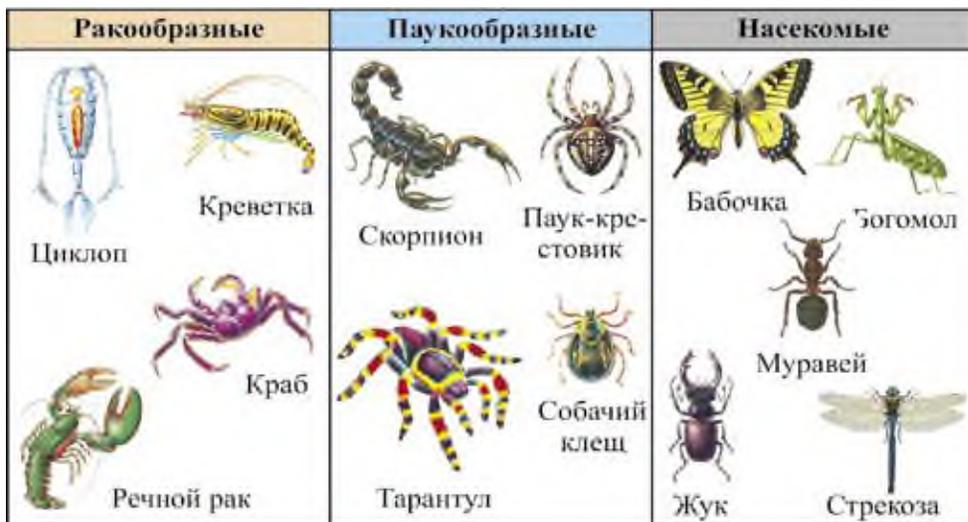


Рис. 28. Основные классы членистоногих

четыре пары ног, четыре пары простых глаз, две пары ротовых органов: ногощелюсти (*хелицеры*) и ногощупальца (*педипальпы*). На брюшке конечности отсутствуют.

*Класс насекомых* самый многочисленный. Он включает в себя более миллиона видов. Поэтому его представители очень разнообразны. У большинства насекомых несросшиеся голова, грудь и брюшко, есть две пары крыльев, три пары ходильных ног, два сложных глаза (часто и несколько мелких простых), одна пара усиков.

**Характеристика типа хордовых, его классы.** У хордовых животных впервые в эволюции появляется *внутренний скелет*. Первые, наиболее примитивные из хордовых, имеют в теле хрящевую струну – *хорду*. Она тянется вдоль всего тела, ближе к спинной стороне. У более прогрессивных хордовых хорда заменяется *костным позвоночником* еще на эмбриональной стадии. Кроме этого, все хордовые имеют *жаберные щели в глотке*. У более прогрессивных хордовых жаберные щели есть только у зародышей. К моменту рождения они полностью исчезают. У всех хордовых нервная система представлена *нервной трубкой*, расположенной вдоль хорды. У более прогрессивных хордовых нервная трубка образует спинной и головной мозг. В типе хордовых выделяют три подтипа: головохордовые, оболочники и позвоночные.

**Подтип черепных, или позвоночных,** включает в себя пять основных классов (рис. 29).



Тунец синеперый

Серый варан



Желтобрюхий  
полоз



Шиповатый скат



Кречетка

Пятнистая  
саламандра



Сайгак



Рис. 29. Позвоночные животные очень разнообразны по жизненным формам

*Класс рыбы* – водные животные, дышащие жабрами. Тело делится на голову, туловище и хвост, покрыто чешуей, а органами передвижения служат плавники.

*Класс земноводные* – полуводные животные, личинки которых (головастики) дышат жабрами и развиваются в воде (или влажной среде). У взрослых земноводных впервые в эволюции появляются легкие. Тело покрывает голая слизистая кожа, которая на 40% участвует в дыхании. Органами передвижения становятся две пары конечностей (передние и задние).

*Класс пресмыкающиеся* – животные, которые полностью освоили сушу и перешли на 100%-ное легочное дыхание. Органами передвижения являются две пары конечностей (у змей и некоторых ящериц отсутствуют). Основной способ передвижения – ползание по земле, *пресмыкание*, за это класс и получил свое название. Их тело покрыто чешуей (змей, ящерицы), щитками (крокодилы) или панцирем (черепахи).

*Класс птицы* – животные, которые освоили не только сушу, но и воздух. Главные внешние особенности птиц – их органы передвижения (крылья). Тело покрывают перья, которые сохраняют тепло и участвуют в формировании крыльев. Еще одна важная внешняя особенность – ротовой орган, который представляет собой клюв без зубов.

*Класс млекопитающих* объединяет самых прогрессивных из современных животных. Их кожа покрыта шерстью, в ней имеются сальные и потовые железы. Самыми важными являются *молочные железы*, об-

разовавшиеся для выкармливания детенышей и давшие название этому классу. Внешними особенностями млекопитающих являются: наружное ухо, чувствительные волоски на морде (усы, брови – вибриссы), конечно-сти располагаются под туловищем, а зубы разделяются на резцы, клыки и коренные.

У каждого класса позвоночных множество особенностей внутреннего и внешнего строения.



*Членистоногие, хордовые, позвоночные, жабры, хелицеры, педипальпы, хорда, нервная трубка, молочные железы.*



#### **Знание и понимание:**

1. Перечислите основные классы позвоночных.
2. Перечислите классы членистоногих.
3. Что вы знаете о типе членистоногих? Почему его так называют?

#### **Применение:**

1. Опишите виды, относящиеся к типу членистоногих.
2. Назовите главные отличия членистоногих.
3. Опишите виды, относящиеся к типу хордовых.
4. Назовите главные отличия хордовых.

#### **Анализ:**

1. Проанализируйте классы членистоногих. В чем их сходство и отличия?
2. Проанализируйте классы хордовых. В чем их сходство и отличия?
3. Изобразите в виде схемы классы членистоногих.
4. Изобразите в виде схемы подтипы и классы хордовых.

#### **Синтез:**

Порассуждайте: почему именно членистоногие стали господствующим типом с максимальным количеством видов?

## Раздел 4. ПИТАНИЕ

### §10. Пищеварительная система животных

Сравнивать строение пищеварительной системы беспозвоночных, жвачных животных и человека



Какие два типа питания характерны для растений? Чем отличаются типы питания животных? Какие организмы относятся к травоядным, хищникам, паразитам и сапротрофам? Из чего состоит клеточная стенка растений?

**Пищеварительная система многоклеточных животных** сформировалась в ходе эволюции. У одноклеточных животных питательные вещества проникают через поверхность тела – мембрану клетки или захватываются специфическими органоидами. Затем пища переваривается внутри клетки с помощью лизосом. У многоклеточных организмов для того, чтобы сделать доступными для клеток питательные вещества (белки, жиры и углеводы пищи), существует *пищеварительная система*. Органы пищеварения *переваривают пищу*, т. е. *расщепляют* питательные вещества до их компонентов, которые попадут во все клетки тела. Так, все углеводы пищи *перевариваются* (расщепляются) до *глюкозы*, жиры – до *глицерина* и *жирных кислот*, а белки – до *аминокислот*.

Более прогрессивными считаются пищеварительные системы, в которых есть два типа органов:

1) *пищеварительные железы* (см. рис. 36), выделяющие *пищеварительные соки*. Слюнные железы выделяют *слюну*, печень выделяет *желчь*, а поджелудочная железа – *панкреатический сок*;

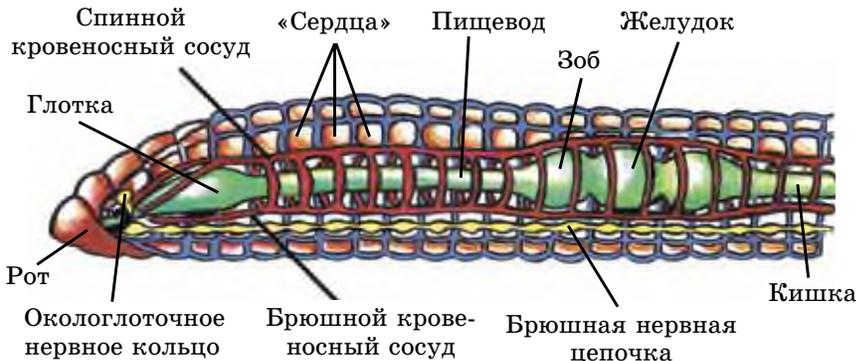


Рис. 30. Внутреннее строение дождевого червя

2) *пищеварительный канал* – это система органов, по которым проходит съеденная пища, и из которых непереваренные остатки выводятся из организма. В пищеварительный канал человека входят такие отделы, как ротовая полость, глотка, пищевод, желудок, кишечник.

**Пищеварительная система дождевого червя** более совершенна, чем у других червей. У него впервые появляются *слюнные железы*. Они выделяют вещества, похожие на известь, чтобы снизить кислотность их пищи – гниющих листьев. Это не самая питательная еда, поэтому у дождевого червя формируются зоб и желудок, в котором есть еще и специальная складка. Она увеличивает соприкосновение пищи с перетирающей поверхностью. Часть кишки, следующая за желудком, нужна для того, чтобы уже переваренные питательные вещества попали в кровь и были доставлены ко всем клеткам организма червя. Кишечник заканчивается анальным отверстием на последнем сегменте, через которое удаляются непереваренные вещества.



Проглоченная почва и непереваренные остатки пищи, выделенные дождевым червем, используются растениями как органическое удобрение. Без дождевых червей почвы нашей планеты формировались бы и восстанавливались в десятки или сотни раз медленнее. Дождевые черви способствуют наилучшей переработке растительных остатков, перемешиванию почвенных слоев, улучшению структуры почвы, делая ее пористой, способствуют проникновению вглубь воды и воздуха. Наличие и количество дождевых червей служат косвенным показателем плодородия почв.

Итак, пищеварительная система дождевого червя (на рис. 30 она дана зеленым цветом) состоит из ротовой полости, слюнных желез, глотки, пищевода, зоба, желудка со складкой и кишечника, заканчивающегося анальным отверстием.

**Пищеварительная система крупного рогатого скота** имеет те же органы, что и у других млекопитающих, в том числе и человека. Это три типа пищеварительных желез: *слюнные, печень и поджелудочная*. Пищеварительный канал включает в себя отделы: *ротовая полость, глотка, пищевод, желудок и кишечник*.

Особенности пищеварения коровы, как и других жвачных животных, заключаются в строении желудка. Он состоит из четырех разных камер (отделов) (рис. 31). Самый большой – первый отдел: *рубец*. Пасущаяся корова ест траву, которая попадает в рубец. В нем, как и в двух следующих отделах, множество бактерий и одноклеточных, которые помогают переваривать растительную *клетчатку (целлюлозу клеточных стенок растений)*.

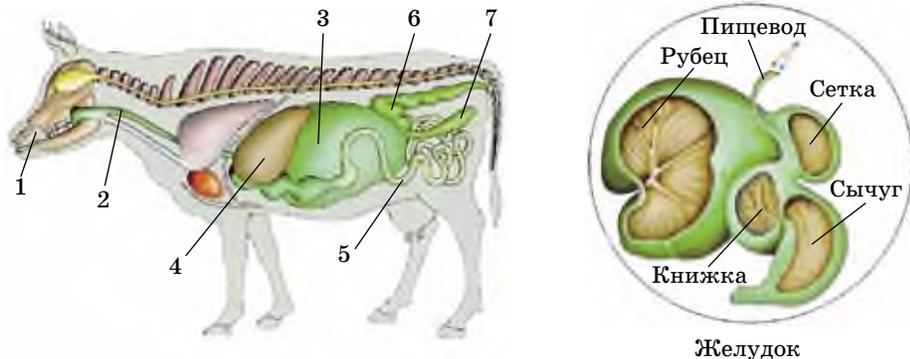


Рис. 31. Пищеварительная система жвачного животного: 1 – ротовая полость; 2 – пищевод; 3 – желудок; 4 – печень; 5 – тонкая кишка; 6 – толстая кишка; 7 – слепая кишка

Наевшись (заполнив *рубец*), корова начинает жевать *жвачку*, т. е. маленькими порциями отгрызает в рот и вторично пережевывает частично переваренную траву. После тщательного измельчения эти порции пищи опять проглатываются. Роль *сетки* заключается в том, чтобы пища в ней задерживалась и подольше расщеплялась микроорганизмами. Сетка и рубец – как бы единый отдел, так как в них происходят схожие процессы.

Из сетки пища попадает в третий отдел желудка – *книжку*. Этот отдел назван так потому, что имеет множество складок, напоминающих страницы книги. Тут хорошо измельченная пища окончательно переваривается с помощью бактерий и простейших. Часть жидкости всасывается в кровь. Затем более сухая пищевая кашка поступает в четвертый отдел – *сычуг*. Этот отдел и есть настоящий желудок, заполненный желудочным соком. Тут перевариваются белки пищи, а заодно и микроорганизмы, которые участвовали в пищеварении в предыдущих отделах желудка.

**Пищеварительная система человека** состоит из тех же отделов, что и других млекопитающих (табл. 2).

Таблица 2. Сравнительная характеристика пищеварительной системы человека и жвачных животных

Человек	Признак	Жвачные
Зубы всех трех типов – резцы, клыки и коренные	Типы зубов	Клыки отсутствуют, есть только резцы и коренные
Симметрично на верхней и нижней челюстях	Расположение зубов	На верхней челюсти резцов нет, есть только коренные

Однокамерный	<b>Отделы желудка</b>	Состоит из четырех камер
Короткая	<b>Слепая кишка</b>	Очень длинная
В толстом кишечнике	<b>Местонахождение бактерий</b>	В первых трех отделах желудка и в толстом кишечнике
Используют для питания только сами симбиотические бактерии. В кровь человека глюкоза клетчатки не попадает	<b>Потребление результатов переработки клетчатки</b>	Ее используют для питания и корова, и симбиотические микроорганизмы: бактерии, инфузории и другие одноклеточные



*Пищеварительная система, пищеварительные железы, клетчатка, целлюлоза, рубец, сетка, книжка, сычуг.*



#### **Знание и понимание:**

1. Дайте определения пищеварительной системе, пищеварительному каналу и пищеварительным железам.
2. Что такое переваривание пищи?
3. Как вы понимаете роль органов пищеварения?

#### **Применение:**

1. Опишите функции разных отделов пищеварительной системы дождевого червя.
2. Определите связь между отделами желудка коровы и процессами, происходящими в них.
3. Объясните, почему белки, жиры и углеводы, образовавшиеся в другом организме, при попадании в клетки могут вызвать смертельное отравление, а аминокислоты, глюкоза, глицерин и жирные кислоты – нет.

#### **Анализ:**

1. Проанализируйте, какова роль различных желез в пищеварении.
2. Изобразите в виде схемы преобразование пищи в органах пищеварения.
3. Докажите на примерах зависимость строения органов пищеварения от типа принимаемой пищи.

#### **Синтез:**

1. Порассуждайте: какой вывод можно сделать, если известно, что у коровы многокамерный желудок, а у лошади однокамерный, но при этом длина кишечника, и особенно – слепой кишки, у лошади гораздо больше?
2. Напишите эссе об эволюции органов пищеварения.

### Оценка:

1. Известно, что введенный внутривенно стерильный куриный бульон, молоко или сахарный сироп с концентрацией 1% вызовет немедленную смерть человека. А съеденная пища, состоящая из куриного бульона, молока и сахарного сиропа с низкой концентрацией, принесет пользу. Подискутируйте, выскажите свое мнение.
2. Возможно ли существование многоклеточных животных без органов пищеварения? Если да, то предположите условия их жизни. Выясните особенности пищеварения.



**Моделирование №1.** Сравнение строения пищеварительной системы дождевого червя, коровы и человека. См. с. 253.

## §11. Строение и функции зубов, их гигиена

Описывать взаимосвязь строения различных типов зубов с их функциями, правила ухода за зубами



Для чего нужны зубы? Почему человек старается восстанавливать разрушенные или утраченные зубы?

**Функции зубов** – захватывание, удержание и пережевывание пищи, т. е. ее механическое измельчение. Кроме этого, зубы человека участвуют в образовании звуков речи.

**Строение зубов.** В каждом зубе различают коронку, шейку и корень (рис. 32). *Коронкой* называется часть зуба, выступающая над десной. Следующая часть зуба – *шейка*. Она скрыта десной. Третья часть зуба – *корень*. Он укреплен в *зубной ячейке* (5). Корень и шейка зуба покрыты зубным цементом. На кончиках корней есть отверстия для попадания в *пульпу* (3) кровеносных сосудов и нервных волокон.

Каждый зуб состоит из 3 слоев: наружный – эмаль, средний – дентин и внутренний – пульпа. *Эмаль* покрывает только коронку зуба. Это самая твердая ткань организма. Толщина эмали бывает различной. На жевательной поверхности зубов эмаль толще. У детей в эмали молочных зубов мало минеральных веществ, поэтому она тоньше.

Под эмалью находится менее прочный, но тоже твердый *дентин*. Он образован из плотной костной ткани и составляет большую часть зуба.

Мягкая часть зуба – *пульпа* – состоит из кровеносных сосудов и нервов, которые проходят через отверстия в корнях внутри зубов. Кровеносные сосуды снабжают клетки зуба питательными веществами. Нервные волокна обеспечивают чувствительность зубов.

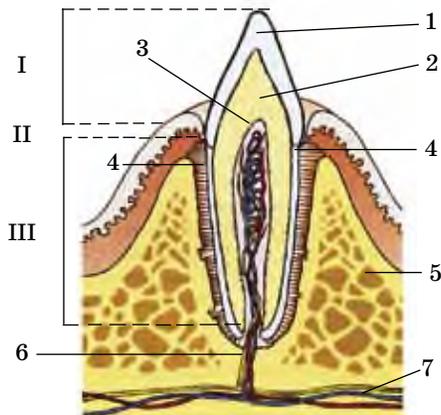


Рис. 32. Строение зуба:

- I – коронка;
- II – шейка;
- III – корень
- 1 – эмаль;
- 2 – дентин;
- 3 – пульпа зуба;
- 4 – зубной цемент;
- 5 – зубная ячейка;
- 6 – кровеносные сосуды;
- 7 – нервные волокна

**Зубы человека**, как и других млекопитающих, делятся на резцы, клыки, малые коренные и большие коренные (рис. 33).

У взрослого человека 32 постоянных зуба. Они закреплены в лунках верхней и нижней челюстей. На каждой челюсти расположено по 16 зубов. Форма зубов различна. Зубы с режущим краем – *резцы*. Их также называют *передними*. Они предназначены для захватывания и разрезания пищи, т. е. для откусывания. Всего их 8.

Расположенные рядом с ними, по одному с каждой стороны, зубы заостренной формы – *клыки*. Их всего 4. У отряда хищников они особенно хорошо развиты, и за это их еще называют *хищными зубами*. У грызунов клыков нет. Человек откусывает пищу с помощью резцов и клыков.

За клыками находятся 8 *малых коренных зубов*, по 2 с каждой стороны. За малыми коренными – 12 *больших коренных зубов*, по 3 с каждой стороны. Поверхность коренных зубов широкая, бугристая. С их помощью пища пережевывается.

У новорожденных нет зубов. Первые зубы появляются в 6–9 месяцев. Полностью они прорезаются к 3 годам. Всего их вырастает 20, по 10 на каждой челюсти. Их называют *молочными*. В 6–7 лет они начинают вы-

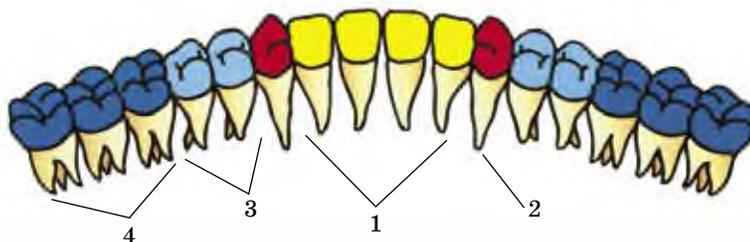


Рис. 33. Типы зубов: 1 – резцы; 2 – клык; 3 – малые коренные; 4 – большие коренные

падать. Вместо них появляются постоянные зубы. Это происходит потому, что с возрастом форма и размеры челюстей у детей меняются. Клетки постоянных зубов расположены под корнями молочных зубов. Они начинают постепенно вытеснять молочные зубы, препятствуя поступлению к ним питательных веществ. К 14 годам обычно заканчивается появление постоянных зубов. Самые последние коренные зубы вырастают в 18–20 лет (иногда и позже). Их называют *зубами мудрости*. На самом деле они не имеют никакого отношения к накоплению знаний и жизненного опыта.

**Гигиена зубов.** Больные зубы оказывают вредное влияние на другие органы (сердце, почки, суставы и т. д.). Не зря в народе говорят: «Болезнь входит через рот».



Видный ученый Казахстана, первый профессиональный врач Халел Досмухамедов уделял большое внимание гигиене зубов: «Для предупреждения заболеваний зубов необходимо содержать их в чистоте. После каждого приема пищи зубы надо чистить щеткой». Это высказывание ученого должно служить правилом.

Для сохранения зубов здоровыми необходимо после каждого приема пищи полоскать полость рта, а если возможно, то и чистить зубы щеткой. Ведь застрявшие между зубами остатки пищи служат благоприятной средой для обитания микробов.

Утром и вечером зубы необходимо чистить тщательно. При этом следует соблюдать определенные правила. Вначале нужно ополоснуть ротовую полость водой комнатной температуры, затем чистить зубы зубной щеткой с использованием зубной пасты. При выборе зубной пасты руководствуйтесь рекомендациями вашего зубного врача. Наряду с внешней поверхностью зубов надо обязательно чистить внутреннюю. Верхние зубы чистят в направлении сверху вниз, а нижние – снизу вверх (подметательными движениями).

У каждого человека должна быть своя зубная щетка. После каждого пользования щетку тщательно моют и оставляют в намыленном виде. Перед употреблением мыло нужно смывать и обдавать щетку кипятком. Через каждые 3 месяца щетку надо менять.

**Заболевания зубов.** Если в эмали появляются трещины, в полость зуба проникают микроорганизмы. *Эмаль повреждается при разгрызании твердых предметов*, например орехов, леденцов и т. д. *Она легко разрушается, если сразу после горячей пищи пить холодные напитки или есть мороженое.*



Рис. 34. Постепенное разрушение зуба кариесом

Под влиянием деятельности микробов повреждается дентин и развивается *кариес* (от лат. *кариес* – гниение) (рис. 34). Если это заболевание не остановить, возникает воспаление пульпы, которое сопровождается зубной болью и последующим разрушением зуба.

**Большой вред зубам и деснам наносит никотин**, выделяющийся во время курения.



*Коронка, зубная ячейка, эмаль, дентин, пульпа, резцы, клыки, коренные зубы, зубы мудрости и молочные.*



#### **Знание и понимание:**

1. Объясните, почему организму необходимы зубы.
2. Что такое эмаль? Какова ее роль?
3. Перечислите наружные и внутренние части и слои зуба.

#### **Применение:**

1. Опишите функции коронки, шейки и корня зуба.
2. Определите связь между типом зубов (по строению) и их ролью.
3. Какова роль эмали, дентина и пульпы?

#### **Анализ:**

1. Выскажите ваше мнение о причинах повреждения зубов.
2. Рассмотрите рис. 32 и объясните функции изображенных частей зуба.
3. Докажите на примерах, что соблюдение правил гигиены способствует сохранению зубов здоровыми.

#### **Синтез:**

1. Порассуждайте: почему зубы, разделенные на типы, появились только у млекопитающих?
2. Напишите эссе «Изменения зубов человека в ходе индивидуального и исторического развития».

### Оценка:

1. Разработайте «Памятку для сохранения зубов здоровыми». Самостоятельно оформите ее как рекламную продукцию – цветной буклет или др.
2. Оцените и обсудите высказывание поэта М. Алимбаева: «Второпях съеденная пища подобна камню, попавшему в желудок» и казахскую народную поговорку «Болезнь входит через рот». Докажите, что от полноценной работы зубов и тщательного пережевывания пищи зависит состояние всего организма, а не только органов пищеварения.

## §12. Строение пищеварительной системы человека

Объяснять взаимосвязь пищеварительной системы человека с ее функциями



Какие отделы встречаются в пищеварительной системе млекопитающих и человека? В каком порядке они расположены? Какие типы пищеварительных желез характерны для млекопитающих и человека?

**Строение пищеварительной системы человека.** Первым отделом пищеварительного канала (рис. 35) является *ротовая полость*. Во рту человека перевариваются (расщепляются) углеводы, пища пробуеться, измельчается с помощью зубов, смачивается слюной и проглатывается.

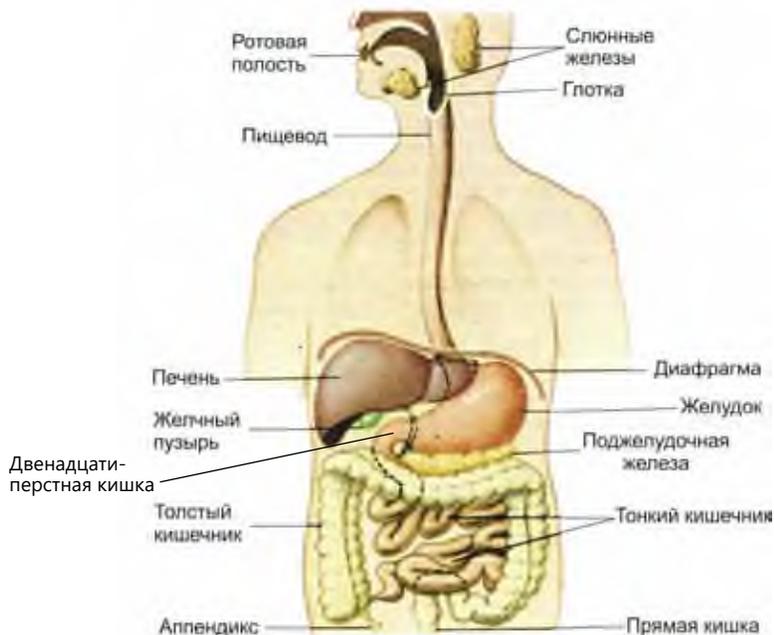


Рис. 35. Органы пищеварения человека

*Язык* – мышечный орган, расположенный в ротовой полости. Он участвует в глотании, перемешивает пищу со слюной и определяет ее вкус.

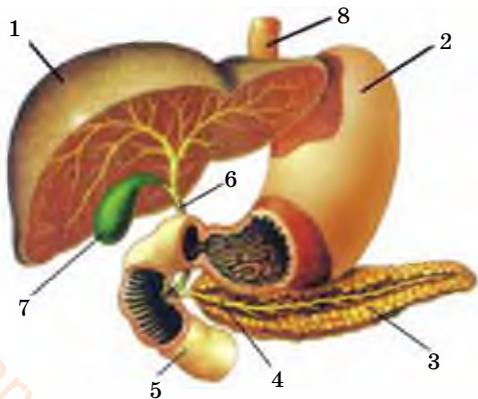
*Глотка* – мускулистая трубка, расположенная спереди шейных позвонков. Она разветвляется на 2 отдела: один соединяется с пищеводом, другой – с гортанью.

*Пищевод* – мышечная вертикальная трубка. Его слизистая оболочка образована многослойным эпителием. Ритмически сокращаясь, мышцы пищевода проталкивают пищу в желудок.

*Желудок* у человека однокамерный. В нем образуется *желудочный сок*, который разлагает белки пищи до аминокислот. Состав желудочного сока меняется в зависимости от характера пищи, но обычно он содержит ферменты, соляную кислоту и слизь, которая защищает стенку желудка от механических и химических раздражителей.

Из желудка пища попадает в *тонкий кишечник*. В первый отдел тонкого кишечника – *двенадцатиперстную кишку* – открываются протоки печени и поджелудочной железы (рис. 36). На всем протяжении тонкого кишечника питательные вещества окончательно перевариваются и всасываются в кровь и лимфу. Это происходит через микроскопические *кишечные ворсинки*, которыми выстлана внутренняя поверхность тонкой кишки. Волнообразные сокращения стенок кишечника называются *перистальтикой*. Она способствует продвижению пищевой кашицы.

В *толстом кишечнике* всасываются вода (до 95%), витамины и минеральные соли, формируются каловые массы. Начало толстого кишечника называется *слепой кишкой*. От нее отходит червеобразный отросток – *аппендикс*. В слепой кишке млекопитающих под влиянием ферментов осуществляется расщепление клетчатки. Кроме того, микрофлорой толстого кишечника синтезируются некоторые витамины (группы *B* и др.).

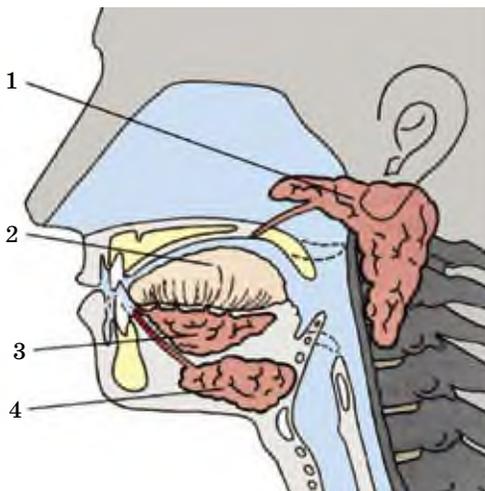


**Рис. 36. Пищеварительные железы человека:**

- 1 – печень;
- 2 – желудок;
- 3 – поджелудочная железа;
- 4 – проток поджелудочной железы;
- 5 – двенадцатиперстная кишка;
- 6 – желчевыводящий проток;
- 7 – желчный пузырь;
- 8 – пищевод

Рис. 37. Расположение слюнных желез:

- 1 – околоушная;
- 2 – язык;
- 3 – подъязычная;
- 4 – подчелюстная



**Пищеварительные железы.** В ротовую полость открываются протоки трех пар *слюнных желез* (рис. 37). Кроме того, здесь содержится и множество мелких одноклеточных слюнных желез. В сутки выделяется 1,5–2 л слюны. Под ее действием углеводы (крахмал) расщепляются до глюкозы. Также в слюне есть вещества, уничтожающие вредных бактерий. Еще слюна содержит слизь. Она облегчает проглатывание пищи и делает возможным определение вкуса. Дело в том, что вкусовые рецепторы языка не могут определять вкус твердых веществ, а только растворенных.

**Печень** – пищеварительная железа всех позвоночных и некоторых беспозвоночных организмов. Она выделяет желчь, которая участвует в превращении жиров пищи, усиливает сокращения кишечника, повышает активность веществ поджелудочной железы. Кроме участия в пищеварении печень очищает всю кровь, отходящую от желудка, кишечника, селезенки и поджелудочной железы. В печени кровь фильтруется и обеззараживается. Кроме того, в ней накапливаются излишки углеводов в виде гликогена.

**Поджелудочная железа** – железа смешанной секреции. В кровь она выделяет гормоны *инсулин* (понижение уровня сахара в крови, перевод глюкозы в гликоген) и *глюкагон* (обратная реакция, повышение уровня глюкозы в крови). Пищеварительный сок поджелудочной железы называют *панкреатическим*. По протокам он поступает в 12-перстную кишку. Его главная роль – расщеплять жиры до глицерина и жирных кислот. Но без желчи печени это невозможно. Также панкреатический сок содержит вещества, расщепляющие белки и углеводы.

*Одноклеточные железы желудка и кишечника* выделяют желудочный и кишечные соки. Эти железы расположены в стенках органов пищеварительной системы.



*Ротовая полость, глотка, пищевод, желудок, тонкий и толстый кишечник, перистальтика, печень, поджелудочная и пищеварительные железы.*



**Знание и понимание:**

1. Перечислите в верной последовательности отделы пищеварительной системы человека.
2. Перечислите пищеварительные железы человека.
3. Возможно ли существование человека без органов пищеварения?

**Анализ:**

1. Докажите связь между строением и функциями органов пищеварения у человека.
2. Изобразите в виде схемы последовательное преобразование пищи при продвижении по пищеварительному каналу.
3. Соотнесите органы пищеварения и процессы, происходящие в них.

**Синтез:**

Заполните таблицу.

Орган	Особенности строения	Функции
Рот	Зубы	Откусывание и измельчение пищи
	Язык	
	Слюнные железы	
Глотка	Мускулистая трубка	
Пищевод	Полый мышечный орган	
Желудок	Три слоя мышц	Перемешивание пищи с желудочным соком
	Одноклеточные железы	
	Желудочный сок	
	Печень	
	Поджелудочная железа	

Кишечник	тонкий	Первый отдел тонкого кишечника	
		Остальной тонкий кишечник	
		Кишечные ворсинки	
	толстый	Слепая кишка, аппендикс	
		Основная часть толстой кишки	
		Последний отдел толстого кишечника	Выведение непереваренных остатков пищи

#### Оценка:

1. Напишите реферат о процессе эволюции пищеварительной системы человека.
2. Обсудите древнегреческие афоризмы: «Мы – то, что мы едим» и «Есть, чтобы жить, а не жить, чтобы есть». Выскажите свое мнение.

### §13. Заболевания желудочно-кишечного тракта и гигиена питания

Выявлять причины болезней пищеварительного канала и пищевых отравлений



Какие заболевания органов пищеварения вам известны? Что вы о них знаете?

**Заболевания желудка и кишечника** могут вызывать болезнетворные микроорганизмы (бактерии, простейшие) и вирусы. Чаще всего возбудители кишечных инфекций попадают в организм с сырой водой, плохо вымытыми овощами и фруктами, продуктами с истекшим сроком годности, а также с грязной посуды и невымытых рук. Они быстро размножаются и выделяют ядовитые вещества, отравляющие организм. К опасным заболеваниям относятся *дизентерия, брюшной тиф, холера* и т. д.

Распространителями и переносчиками желудочно-кишечных инфекций часто становятся мухи, тараканы, грызуны, поэтому с ними необходимо бороться.

**Заболевания, вызываемые паразитическими червями.** В организме позвоночных животных и человека могут находиться паразитические

черви различных видов. Они проникают в организм человека следующим образом:

- 1) через грязные руки (особенно после контакта с домашними животными);
- 2) при поедании невымытых овощей и фруктов;
- 3) при употреблении в пищу непроваренных и непрожаренных мяса и рыбы, рыбьей икры;
- 4) при контакте пищевых продуктов с переносчиками заболеваний.

Паразитические черви выделяют ядовитые вещества и отравляют организм человека. Признаками заболеваний, вызванных кишечными червями, являются быстрая утомляемость, головная боль, тошнота, рвота. Иногда развивается малокровие.

**Пищевые отравления** проявляются очень быстро. Они возникают при употреблении недоброкачественной пищи, а также с истекшим сроком хранения. Главными признаками отравлений являются тошнота, рвота, боль в желудке и кишечнике, понос, головная боль, головокружение, общая слабость. Иногда повышается температура тела.

Для предотвращения размножения бактерий гниения пища должна храниться в холодильнике, сроки ее хранения строго соблюдаться.

**Первая помощь при пищевых отравлениях.** Прежде всего нужно вызвать врача. До его прихода можно сделать промывание желудка и кишечника. Для этого больному дают выпить большое количество теплой содовой воды (на стакан воды 1 чайная ложка пищевой соды) или теплого бледно-розового раствора марганцовки (перманганат калия), вызывая рвоту. Процедуру повторяют несколько раз. Затем больному дают крепкий чай, укладывают в постель и ждут врача.

Еще одним смертельно опасным кишечным заболеванием является *ботулизм*. Это острое тяжелое отравление ядом, который образуется в бескислородной среде. Источником его могут быть испорченные рыбные, мясные или овощные консервы. Если у консервируемого продукта (грибы, овощи, рыба) был контакт с почвой и там находился возбудитель ботулизма, в герметично закупоренной банке он обязательно разовьется и накопит яд. Не употребляйте в пищу просроченные консервы, выбрасывайте поврежденные, вздутые, а также с мутным содержимым банки.

Чаще всего ботулизм на вкус не определяется. Симптомы проявляются быстро, в редких случаях возможен скрытый период до 7 дней. При ботулизме поражается нервная система (нарушение зрения, речи, глотания). Ранним признаком может служить ощущение «комка в горле», т. е. затруднений при глотании. При любом подозрении на ботулизм немед-

ленно обращайтесь к врачу. Ботулизм смертельно опасен, и без врачебной помощи шансы на выздоровление крайне малы.

Смертельно опасны и отравления *ядовитыми грибами*. Поэтому никогда не собирайте незнакомые грибы. Пригодные для употребления грибы вначале чистят, затем кипятят. Отвар сливают. Только после кипячения грибы можно жарить, варить или солить.

**Гигиенические правила** позволяют предотвратить пищевые инфекции, отравления и поражения глистами. Для предохранения от заболеваний необходимо строго соблюдать правила личной гигиены. Прежде всего – мыть руки перед каждой едой и после каждого посещения туалета. Кроме того, надо систематически стричь ногти, так как под ними чаще всего скапливаются яйца паразитических червей. Также необходимо соблюдать гигиену в общественных местах. Для предупреждения отравлений продукты необходимо хранить в холодильнике, не употреблять колбасы и консервы, хранившиеся в теплом месте.

Будьте осторожны! Не принимайте медикаменты без предписания врача! Не пробуйте незнакомые напитки, продукты, грибы, плоды и ягоды!

**Правильное питание** – залог здоровья. Только при правильном питании полностью усваиваются питательные вещества (рис. 38). Человек должен питаться разнообразной и сбалансированной пищей. В составе пищи обязательно должны быть вещества растительного и животного происхождения. Наука о правильном питании называется *диетологией*. Для лучшего пищеварения необходимо употреблять овощи, фрукты, соки, жидкую пищу. Секрет долгожителей – в умении правильно питаться.



Рис. 38. Правильно организованное питание всегда содержит много овощей

**Правила приема пищи.** Человек должен приучать себя принимать пищу в одно и то же время. В таком случае будут своевременно выделяться пищеварительные соки, пища будет быстро перевариваться и всасываться. Детям и подросткам желательно принимать пищу 4 раза в день. Взрослые могут принимать пищу 3 раза в день.

Ученые-диетологи предлагают следующее правило. От суточного количества пищи 20% следует употреблять на завтрак, 20% – на ужин, на второй завтрак и обед – по 30%.

Увеличение времени между приемами пищи может привести к болезням желудка – гастриту и язве. Переедание тоже вредно. Вечером пищу надо принимать минимум за 1,5 часа до сна. Принимая пищу, надо тщательно пережевывать ее, не разговаривать и не смотреть телевизор. Пища не должна быть слишком горячей или холодной. Злоупотребление жирной и острой пищей тоже вредно. После приема пищи не забывайте полоскать ротовую полость, чистить зубы.



*Дизентерия, брюшной тиф, холера, ботулизм, диетология.*



#### **Знание и понимание:**

1. Объясните, для чего нужно соблюдать правила гигиены.
2. Опишите проблемы, возникающие с органами пищеварения.
3. Объясните, когда и как нужно принимать пищу, чтобы максимально долго оставаться здоровым.

#### **Применение:**

1. Определите причины болезней пищеварительного тракта. Назовите причины пищевых отравлений и правила, позволяющие их избежать.
2. Опишите, каким образом необходимо оказывать первую помощь при различных отравлениях.

#### **Анализ:**

1. Нарисуйте схему «Пути заражения организма человека инфекционными заболеваниями».
2. Проанализируйте процесс оказания первой помощи при пищевых отравлениях.

#### **Синтез:**

1. Дайте общее описание правил гигиены питания.
2. Приведите примеры попадания в организм веществ, вызывающих пищевые отравления.

3. Перечислите, в чем заключаются принципы здорового питания. Какие преимущества оно дает? Обоснуйте применение каждого выдвинутого правила.

**Оценка:**

1. Считаете ли вы, что ответственность за попадание в организм гельминтов, возбудителей заболеваний и нарушение гигиены питания несет сам человек? Можно ли избежать проблем с пищеварением? Ответ аргументируйте.
2. Выскажите свое мнение и обсудите поговорку: «Кто долго жует, тот долго живет».
3. Устройте дебаты на тему «Только сам человек ответственен за предотвращение проблем с пищеварением».

## §14. Витамины, их характеристика и классификация

Описывать значение витаминов в организме человека



Что вы знаете о витаминах? Важны ли они? В каких продуктах содержатся? К чему приводит недостаток или избыток витаминов?

**Витамины** (от лат. *vita* – жизнь) – особые органические вещества, необходимые для жизни. Биологическая активность витаминов очень велика. Почти все они влияют не на какой-то определенный процесс, а на комплекс процессов в организме. Большинство витаминов содержится в пищевых продуктах (рис. 39), некоторые синтезируются в организме. Для нормального функционирования организма нужны около 20 витаминов, из них более десятка жизненно необходимы. Если организм лишается витаминов, человек погибает.



Рис. 39. Продукты, богатые витаминами

Витамины были открыты русским врачом **Н. И. Луниным** (1853–1937) в 1880 г. Экспериментальным путем он доказал, что жизнь животных возможна лишь тогда, когда в их пище кроме белков, жиров, углеводов, воды и минеральных солей есть еще и витамины. Правда, сам термин «витамины» появился только в 1912 г.

Названия витаминов обозначаются заглавными латинскими буквами. Например, *A, B, C, D* и т. д. Иногда рядом с буквами пишутся цифры. Эти цифры указывают на порядок открытия витаминов. Например, *B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>* и т. д.

**Витамины подразделяются на типы** по растворимости в воде или в жирах. Таким образом, все витамины делятся на две большие группы: *водорастворимые – C, PP* и группы *B* и *жирорастворимые K, E, D, A* (получается странное, но легко запоминающееся слово *кеда*). Водорастворимые витамины содержатся в основном в растительных продуктах (или пивных дрожжах). Жирорастворимые витамины часто содержатся в продуктах животного происхождения, а их *провитамины* (предшественники) есть и в растительных.

Суточная доза всех необходимых витаминов – около 180–200 мг. Их недостаток в организме называется *гиповитаминозом*. Полное отсутствие какого-либо витамина в пище вызывает *авитаминоз*. При этом нарушаются все виды обмена веществ. Длительное отсутствие любого жизненно важного витамина в пище приводит к тяжелым нарушениям обмена веществ и в конечном итоге – к смерти.

Чрезмерное употребление витаминов тоже вредно для организма, происходит его отравление – *гипервитаминоз*. Симптомами гипервитаминоза в зависимости от витамина могут быть тошнота, рвота, понос, белесые пятна на коже, которые длительное время не исчезают, и др. Получить гипервитаминоз, употребляя нормальные животные или растительные продукты, почти невозможно. Обычно гипервитаминозы связаны с бесконтрольным употреблением медикаментозных препаратов, содержащих витамины.



В природе есть только один продукт, при употреблении которого можно получить отравление витамином *A*, – это печень белого медведя.

**Сохранение витаминов в пищевых продуктах.** Витамины должны поступать в организм постоянно и в определенных количествах. Но их содержание в продуктах колеблется и не всегда обеспечивает потребности организма. Например, витамин *A* во время варки пищи почти не разрушается, но при длительном хранении или сушке овощей и фруктов он теряется.

Очень легко разрушается витамин С. Даже соприкосновение с воздухом ведет к его потерям. Поэтому овощи следует очищать и нарезать только перед самой варкой, опускать в кипящую воду и недолго варить в кастрюле с закрытой крышкой. Варить лучше всего в эмалированной посуде, потому что от соприкосновения с металлом витамин С тоже разрушается. Уже готовые овощные блюда нужно сразу же съедать, ведь от соприкосновения с воздухом исчезнут последние остатки витамина С, которые еще сохранились после воздействия высокой температуры.

При кулинарной обработке разрушаются многие витамины. Важно помнить следующее:

1. Быстрая варка способствует лучшему сохранению витаминов, поэтому овощи и фрукты лучше опускать в кипяток, а не в холодную воду.
2. При быстрой заморозке большинство витаминов сохраняется.
3. Сушить овощи и фрукты лучше в естественных условиях, чем в жарочных шкафах. Сушку производить в тени, при хорошем проветривании. Не допускать попадания прямых солнечных лучей.
4. Масла, содержащие жирорастворимые витамины, необходимо держать закрытыми.

При тяжелой работе, стрессе, заболеваниях потребность в витаминах возрастает. Для обогащения продуктов и готовой пищи витаминами на предприятиях пищевой промышленности их витаминизируют. Такую обработку проходят мука, маргарин, молочные продукты и т. д. Для предупреждения авитаминозов фармацевтическая промышленность выпускает *поливитамины* (от греч. *поли* – много).



*Водорастворимые и жирорастворимые витамины, провитамины, поливитамины, гиповитаминоз, авитаминоз, гипервитаминоз.*



#### **Знание и понимание:**

1. Дайте определение понятию «витамины».
2. Кто открыл витамины?
3. На какие группы делятся витамины?

#### **Применение:**

1. Опишите правила сохранения витаминов в пище.
2. Определите связь между употреблением витаминов и здоровьем организма.
3. Какова зависимость типа витаминов от пищевых продуктов, в которых они содержатся?

### Анализ:

1. Проанализируйте, почему витамины необходимы организму.
2. Изобразите в виде схемы типы витаминов и продукты, их содержащие.
3. Выскажите ваше мнение о причинах авитаминозов в наше время.

### Синтез:

1. Порассуждайте, какие эксперименты можно было бы поставить на лабораторных мышах, чтобы доказать роль отдельных витаминов.
2. Напишите эссе «Роль витаминов в жизни человека».

### Оценка:

1. Выскажите свое мнение, можно ли получать витамины не из пищи?
2. Известно, что хищники редко употребляют растительную пищу. Но также известно, что пумы и некоторые другие хищники, убив свою травоядную жертву, съедают только ее печень и выпивают кровь, а мясо не трогают. Обсудите и объясните это явление.



**ЛР №5. Определение витамина С в продуктах питания. См. с. 244.**

## §15. Значение основных витаминов для организма человека

Составлять список продуктов питания со значительным содержанием витаминов



На какие две группы делятся витамины? Кто или что является их поставщиком? Как связаны состояние здоровья человека и его продовольственная корзина?

**Важнейшие водорастворимые витамины. Витамин С (аскорбиновая кислота)** – самый разнофункциональный витамин, с самой большой суточной нормой. До сих пор все аспекты его действия на организм не известны, рассмотрим только важнейшие и хорошо изученные функции:

- 1) повышает сопротивляемость организма к инфекционным заболеваниям; входит в состав ферментов, синтезирующих антитела;
- 2) способствует прочности костей и зубов;
- 3) увеличивает скорость восстановления эпителиальных тканей и как следствие – повышает эластичность кровеносных сосудов, препятствует их изнашиванию и повреждению;
- 4) участвует в разрушении вредных веществ, выделяющихся при биологическом окислении (так называемых свободных радикалов), и как следствие – препятствует нарушениям работы организма.

Недостаток витамина *C* вызывает быструю утомляемость, воспаление слизистых оболочек, кровоточивость десен. При резкой недостаточности витамина *C* развивается *цинга*. Люди слабеют, у них воспаляются и кровоточат десны, выпадают зубы, распухают суставы. Если не обеспечить организм витамином *C*, наступает смерть.

Витамин *C* содержится в свежих овощах и фруктах. Особенно много его в шиповнике, черной смородине, лимонах и других цитрусовых, в стручковом перце, капусте, особенно квашеной, укропе, щавеле.

Суточная потребность в витамине *C* 60–100 мг.

**Витамин  $B_1$  (тиамин)**, как и другие витамины группы *B*, играет важную роль в функционировании нервной системы. Его недостаток приводит к нарушению углеводного обмена и как результат – к нарушениям в работе нервной и сердечно-сосудистой систем. При авитаминозе витамина  $B_1$  возникает тяжелое заболевание *бери-бери*. У человека нарушается движение, появляются судороги, апатия, сонливость, мозг перестает нормально функционировать. Без витамина  $B_1$  тоже наступает смерть. Но получить такое тяжелое заболевание, как бери-бери, в наших условиях вряд ли возможно. Эта болезнь возникала в среде заключенных в Юго-Восточной Азии, которых кормили только вареным шлифованным рисом. Признаками гиповитаминоза тиамин могут служить частая головная боль, сердцебиение, дрожь в конечностях.

Витамином  $B_1$  богаты отруби злаков: риса, пшеницы, ячменя, овса; зеленые листья шпината, салата; молочные продукты, яйца, фрукты.

Суточная потребность в витамине  $B_1$  1,5–2,5 мг.

**Важнейшие жирорастворимые витамины.** Витамин *A* (*ретинол*) необходим для роста и развития организма, обновления клеток эпителиальной ткани: кожи, волос, слизистых оболочек; нормального зрения. Он улучшает зрение в сумерках и ночью. При недостатке витамина *A* кожа становится сухой, трескается и шелушится. Не восстанавливается слизистая оболочка дыхательных путей и роговицы глаз.

При авитаминозе витамина *A* возникает заболевание *куриная слепота*. Человек перестает видеть в сумерках. В целом зрение ухудшается.

Предшественником витамина *A* – провитамином – является красный, желтый, оранжевый пигмент растений *каротин*. Мы его получаем с растительной пищей.

Каротина много в облепихе, моркови, абрикосах, шиповнике, тыкве, листьях шпината, помидорах и т. д.

Чтобы каротин усвоился нашим организмом, желателно употреблять эти растительные продукты с добавлением животных или растительных жиров, сметаны, майонеза. Превращение каротина в витамин А происходит в клетках печени и в стенках кишечника.

Витамин А в большом количестве содержится в продуктах животного происхождения – печени, сливочном масле, молоке, яичном желтке, икре, рыбьем жире.

Суточная потребность в витамине А 1–2 мг.



Рис. 40. Искривление костей нижних конечностей при рахите

страдающих рахитом, замедляется рост, голова становится непомерно большой, нарушается сон. Эти дети часто болеют инфекционными заболеваниями.

Витамин D способен синтезироваться клетками кожи под воздействием ультрафиолета. За это его еще называют «солнечным витамином». Для предупреждения рахита маленьким детям необходимы солнечные ванны. Но чтобы полностью обеспечить организм витамином D, нужно получать его с пищей.

В большом количестве он содержится в рыбьем жире, печени трески, атлантической сельди, яйцах, молоке, масле и т. д. В растительных продуктах витамина D нет.

Суточная потребность взрослого человека в витамине D 2,5 мкг, детей – 12,5 мкг.



**Витамин  $B_2$**  (*рибофлавин*) имеет большое значение для нормальной деятельности центральной нервной системы, а также протекания обмена веществ и кроветворения. Его недостаток приводит к поражениям кожи, слизистых оболочек, к нарушению зрения. При недостаточном поступлении в организм детей витамина  $B_2$  наблюдается задержка роста, слизистая оболочка внутренних органов и кожа воспаляются. Роговая оболочка глаз тоже воспаляется, наблюдается слезотечение.

В большом количестве витамин  $B_2$  содержится в дрожжах, пшеничных отрубях, бобах, мясе, молоке, яичном желтке.

Суточная потребность 2–2,5 мг.

**Витамин  $B_6$**  (*пиридоксин*) в основном регулирует белковый обмен. Способствует использованию железа в организме, созреванию эритроцитов. Оказывает влияние на жировой обмен, обеспечивает правильный обмен веществ в печени и коже. Недостаток витамина  $B_6$  вызывает *анемию, дерматит и судороги*.

Синтезируется кишечной микрофлорой.

Суточная потребность 1,5–2 мг.

**Витамин  $B_{12}$**  (*цианкобаламин*) необходим для кроветворения. Он нормализует функции печени, участвует в обновлении клеток нервной ткани. Недостаток витамина приводит к *злокачественной анемии*.

Витамином  $B_{12}$  богаты печень, почки, рыба, яйца. Синтез его кишечной микрофлорой незначителен, поэтому он должен постоянно поступать с пищей.

Суточная потребность 2–3 мг.

**Витамин  $PP$**  (*никотиновая кислота, или ниацин*) оказывает влияние на деятельность желудка и кишечника. Недостаток этого витамина вызывает общую слабость, изменение настроения, развитие *пеллагры* (дословно с итальянского – *шершавая кожа*). На коже появляются пузырьки и пятна.

Богаты ниацином продукты животного происхождения и дрожжи. Он входит в состав мяса, печени, яиц, черного хлеба, земляного ореха (арахиса).

Суточная потребность 15–20 мг.

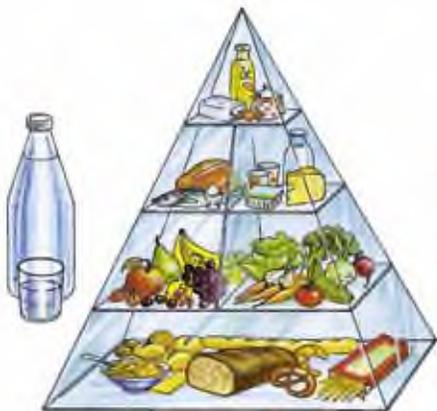


Рис. 41. Разнообразие продуктов питания

Известны ли вам витамины, которые содержатся в представленных на пирамиде продуктах питания?

**Витамин E (токоферол).** Недостаток этого витамина приводит к бесплодию, мышечной дистрофии, анемии, нарушению зрения у детей, иногда – к ожирению.

Витамин E содержится в овощах, проросших злаках, растительном масле, яйцах.

Суточная потребность 10–20 мг.

**Витамин K (филлохинон).** Недостаток этого витамина ведет к нарушению свертываемости крови и, как следствие, – к кровопотерям.

Много витамина K в шпинате, крапиве, цветной капусте, тыкве, моркови и т. д. Кроме того, он синтезируется микрофлорой кишечника.

Суточная потребность 0,2–0,3 мг.



*Витамины, авитаминоз, гипervитаминоз, куриная слепота, каротин, рахит, цинга, бери-бери, пеллагра, поливитамины.*



**Знание и понимание:**

1. Назовите водорастворимые витамины.
2. Назовите жирорастворимые витамины.
3. Дайте определение термину «витамины».

**Применение:**

1. Объясните значение водорастворимых витаминов в организме.
2. Объясните значение жирорастворимых витаминов в организме.
3. Почему витамин C называют *главным витамином*?

**Анализ:**

Проанализируйте и установите зависимость нарушений здоровья вследствие недостатка витаминов в организме.

Заполните таблицу «Витамины».

Таблица «Витамины»

Название	Жиро- или водорастворимые	Продукты, содержащие витамин	Роль в организме	Авитаминоз	Симптомы авитаминоза
				Куриная слепота	
				Рахит	
				Бери-бери	
				Цинга	

**Синтез:**

1. Дайте общее описание роли витаминов в организме.
2. Докажите невозможность существования человека без витаминов и приведите примеры авитаминозов.
3. В чем эволюционный смысл наличия витаминов? Ответ аргументируйте.

**Оценка:**

1. По мнению некоторых физиологов, витамины можно назвать «гормонами, не синтезируемыми в организме». Согласны ли вы с этим мнением? В чем сходство и отличия витаминов и гормонов? Ответ аргументируйте.
2. Считаете ли вы, что искусственно витаминизированная пища более полезна, чем естественная? Проведите в классе дискуссию на эту тему.

## Раздел 5. ТРАНСПОРТ ВЕЩЕСТВ

### §16. Внутренняя среда организма и ее значение

Описывать лимфатическую систему и взаимосвязь между кровью, тканевой жидкостью и лимфой



У каких животных впервые появляются кровь и кровеносная система? Какие организмы относятся к травоядным, хищникам, паразитам и сапротрофам? Из чего состоит клеточная стенка растений?

**Внутренняя среда организма человека** включает кровь, лимфу и тканевую жидкость. Взаимодействие этих трех жидкостей как единой системы сформировалось в ходе эволюции. Каждая из них выполняет определенную роль и имеет подходящий для этого состав. Взаимодействие этих жидких сред организма направлено на то, чтобы максимально обеспечить клетки тела кислородом и питательными веществами и избавить их от вредных веществ (отходов жизнедеятельности).

**Гомеостаз.** Наш организм постоянно подвергается внешнему воздействию: изменению температуры, поступлению различных веществ, физическим нагрузкам, попаданию болезнетворных микробов, смене сна и бодрствования и т. д. Основная его задача – удержать жизненные показатели на определенном уровне. Это явление получило название гомеостаза. *Гомеостаз* – это общее свойство живого, а не только отдельных организмов, поддерживать постоянство своих показателей, несмотря на изменения окружающей среды. Так, в природных экосистемах поддерживается постоянное количество растений, травоядных и хищных животных. Это позволяет экосистемам сохраняться. Назначение *физиологического гомеостаза* – сохранять постоянство жизненных показателей каждого организма, от простейших до многоклеточных, в изменяющейся окружающей среде. Механизмы гомеостаза осуществляются через жидкие среды организма.

**Жидкие среды организма.** *Кровь* – жидкая соединительная ткань. Она красного цвета, находится в кровеносных сосудах. Крови в организме взрослого человека около 5 л. Главная ее функция – транспорт веществ.

Но как бы ни были разветвлены кровеносные сосуды, они не могут подойти абсолютно к каждой клетке организма человека. Между кровью и всеми клетками тела роль посредника выполняет *тканевая, или межклеточная, жидкость*. Она находится почти во всех тканях (кроме костной и др.) и органах, заполняя пространство между клетками. Эта бесцветная и прозрачная жидкость постоянно образуется из плазмы крови, просачи-

вающейся через тонкие стенки кровеносных капилляров. Ее около 15–20 л. Питательные вещества и кислород, проходя через стенки кровеносных капилляров, сначала попадают в межклеточную жидкость, а уже затем – в клетки организма. Углекислый газ и вредные вещества попадают в кровь из клеток организма, также проходя через межклеточную жидкость.

Тканевая жидкость обеспечивает относительное постоянство химического состава клеток тела при изменении состава крови. Всасываясь в лимфатические капилляры, тканевая жидкость превращается в лимфу.

**Лимфа** (от лат. *лимфа* – влага) – жидкая соединительная ткань. Она прозрачная, но имеет желтоватый цвет. Лимфа находится в лимфатических сосудах, по которым она протекает через лимфатические узлы человека (рис. 42, 43, 45). Как и кровь, она находится в постоянном движении, но течет гораздо медленнее. Это происходит потому, что движение крови обеспечивается сокращениями сердца, а лимфы – сокращениями скелетных мышц и за счет низкого давления в легких. Она как бы подсасывается к грудной полости.

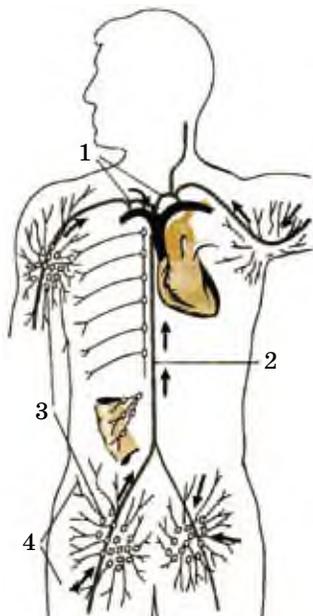


Рис. 42. Расположение лимфатических сосудов и узлов в организме: 1 – верхняя полая вена; 2 – грудной проток; 3 – лимфатические узлы; 4 – лимфатические капилляры

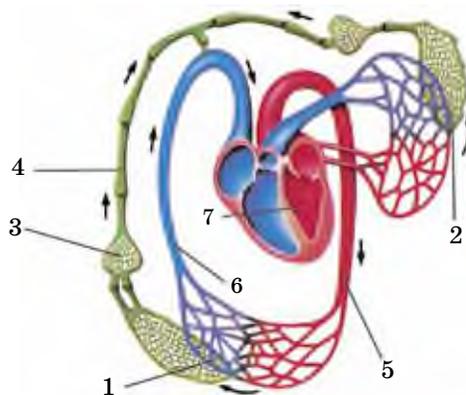


Рис. 43. Крово- и лимфообращение: 1 – взаимодействие лимфатической и кровеносной капиллярных сетей в органах брюшной полости; 2 – их взаимодействие в легких; 3 – лимфатический узел; 4 – лимфатический сосуд; 5 – артерии; 6 – вены; 7 – сердце

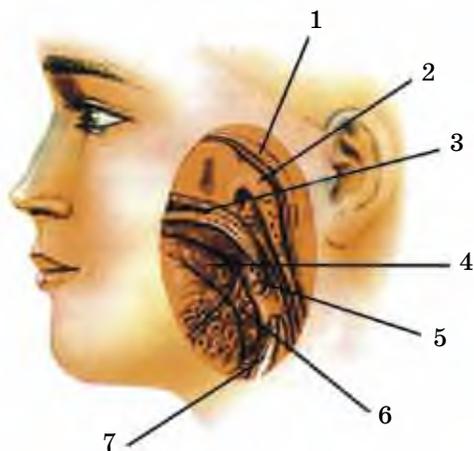


Рис. 44. Миндалины и аденоиды: 1 – носоглоточная миндалина (аденоид); 2 – евстахиева труба; 3 – мягкое нёбо; 4 – язык; 5 – нёбная миндалина; 6 – язычная миндалина; 7 – надгортанник

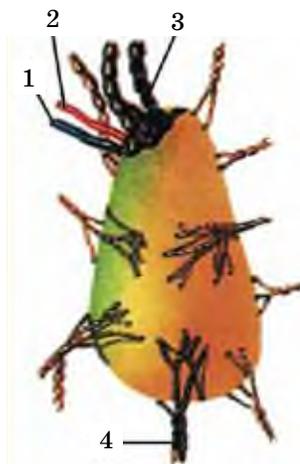


Рис. 45. Лимфатический узел: 1 – вена; 2 – артерия; 3 – выносящий лимфатический сосуд в разрезе; 4 – приносящий лимфатический сосуд в разрезе

Образуется лимфа из тканевой жидкости. Дело в том, что самые мелкие лимфатические капилляры заканчиваются мешочками с отверстиями. Эти капиллярные мешочки сокращаются, и межклеточная жидкость засасывается через отверстия внутрь лимфатических капилляров. С этих пор она уже называется лимфой. В сутки ее образуется около 1,5 л.

По составу лимфа похожа на плазму крови. На 95% она состоит из воды, солей (0,9%) и глюкозы (0,1%). Но белков в лимфе гораздо меньше – 3–4% (в плазме крови их 7–8%). Поэтому лимфа менее вязкая и более жидкая по сравнению с плазмой крови.

Лимфа может свертываться, хотя и медленнее, чем кровь. При повреждении лимфатических сосудов она загустевает и перестает вытекать.

Назначение лимфы – вернуть обратно в кровь ту жидкость, которая стала межклеточной. Нужно помнить, что при взаимодействии с клетками организма межклеточная жидкость оказывается заполнена различными биохимическими отходами – продуктами жизнедеятельности. Кроме того, любые вредные микробы гораздо быстрее и легче развиваются в тканях, чем в крови. Поэтому главная задача лимфы – максимально очистить жидкость и вернуть ее в кровь. Для защиты от микробов в лимфе есть большое количество лейкоцитов, представленных *лимфоцитами*. Они активно участвуют в иммунных реакциях организма, составляя 19–30% от всех лейкоцитов. Лимфатические узлы

(рис. 45) работают как противомикробные фильтры. Схожие иммунные функции выполняют и другие органы лимфатической системы: миндалины, селезенка, аппендикс (рис. 44, 46).

**Функции лимфы:**

1) возвращает тканевую жидкость в систему кровообращения;

2) отфильтровывает вредные вещества, микроорганизмы, чужеродные частицы;

3) именно в лимфу всасываются продукты переработки жиров.

Кроме основных (кровь, тканевая жидкость и лимфа) к жидкой среде организма относятся *полостные жидкости*: спинномозговая, окологердечная, суставная, плевральная (легочная). Слюна, желудочный сок, пот, моча, желчь и т. д. не относятся к внутренней среде.

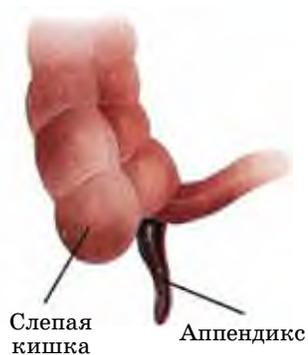


Рис. 46. Аппендикс



*Гомеостаз; тканевая, или межклеточная, жидкость; кровь, лимфа, лимфоциты, полостные жидкости.*



**Знание и понимание:**

1. Что такое гомеостаз?
2. Объясните, почему три основные жидкие среды организма связаны между собой.
3. Объясните, когда и через какие структуры основные жидкие среды организма переходят друг в друга.
4. Выясните, какие еще жидкости нашего организма, кроме трех основных, входят в состав внутренней среды и какова роль каждой из них.

**Применение:**

1. Опишите функции лимфы.
2. Определите связь между кровью, тканевой жидкостью и лимфой.
3. Из чего состоит лимфа?
4. Сравните состав плазмы крови и лимфы.
5. Объясните значение тканевой жидкости.

**Анализ:**

1. Проанализируйте процесс продвижения жидкостей в организме, укажите, какие с ними происходят преобразования.
2. Начертите одну из схем движения молекул по организму: 1) воды; 2) углеводов; 3) белков (аминокислот); 4) жиров (глицерина и жирных кислот); 5) солей, начиная от попадания в организм и заканчивая его жидкими средами.

3. Покажите разницу между функциями лимфы, крови и тканевой жидкости.

**Синтез:**

1. Докажите на примерах, что понятие *гомеостаз* носит всеобщий, над-организменный характер. Докажите наличие гомеостаза: в клетке; на уровне популяций и видов; на уровне биогеоценозов, экосистем, сообществ.
2. Как взаимосвязаны все жидкости в нашем организме? Систематизируйте полученные знания.
3. В чем заключается эволюционный смысл формирования трех жидких сред в организме человека?
4. Смоделируйте ситуацию: одна из жидких сред перестала существовать. Что произойдет в случае отсутствия: а) крови; в) тканевой жидкости; с) лимфы?

**Оценка:**

1. При диагностике часто берут на анализ спинномозговую жидкость, если обследования не связаны с нарушениями работы нервной системы. Обсудите и обоснуйте смысл этого метода диагностики.
2. Считаете ли вы, что болезни суставов являются отражением общих проблем организма? Ответ аргументируйте, опираясь на полученные знания.
3. Оцените значение гомеостаза в поддержании жизни на Земле.

## §17. Состав и функции крови

Описывать состав и функции крови, особенности строения форменных элементов крови



Что такое гемоглобин? Какой металл содержит этот белок? Сколько литров крови в организме? Для чего нужны лейкоциты?

**Функции крови** условно можно разделить на 3 группы:

**Транспортная:**

- переносит кислород от легких к тканям и углекислый газ – от тканей к легким;
- доставляет питательные вещества к клеткам;
- выносит из клеток вредные вещества;
- перемещает продукты распада (обмена веществ) к почкам и другим выделительным органам;
- перераспределяет тепло от печени и мышц к коже и легким.

### Защитная:

- защищает организм от вредных веществ и болезнетворных микроорганизмов;
- вырабатывает вещества, необходимые для борьбы с микроорганизмами;
- регулирует температуру тела;
- регулирует в клетках уровень воды и кислотность.

### Гуморальная:

- переносит гормоны, выделяемые железами внутренней секреции.

**Состав крови.** *Кровь* составляет 6–8% от массы тела. Она хорошо разделяется на жидкую часть – плазму (55%) и твердый осадок – клетки крови (45%) (рис. 47). *Плазма* на 90% состоит из воды. В воде растворяются и в растворенном виде переносятся многие вещества. Это соли, глюкоза, аминокислоты, некоторые гормоны и другие вещества. Нагреваясь в мышцах, печени и кишечнике, вода отдает тепло коже и легким. Таким образом вода плазмы осуществляет *транспорт веществ и теплообмен*.



Рис. 47. Состав крови

В плазме содержатся *соли* (NaCl и др.) в постоянной концентрации 0,9%. Так обеспечивается нормальное состояние клеток крови. Они не теряют воду (не сжимаются в комок) и не переполняются водой (не лопаются). Поддерживается их физиология, поэтому такую концентрацию солей называют *физиологическим раствором*.

В плазме растворено 0,1–0,12% глюкозы (3,3–5,6 миллимоль/литр). Ее количество постоянно, ведь глюкоза – основной источник энергии для клеток мозга и мышц, в том числе мышцы сердца.

Белки плазмы составляют 7–8% и делятся на три группы: *альбумины*, *глобулины* и *фибриноген* (схема 3).

Непостоянно в плазме содержание около 1% разных веществ: гормонов, жироподобных питательных веществ, мочевины и др.

**Форменные элементы** – это *клетки крови*. Они бывают трех видов: эритроциты, лейкоциты, тромбоциты (рис. 48, 49). Все клетки крови образуются в красном костном мозге, а погибают в печени или селезенке. У каждого вида клеток крови есть свои особенности строения, которые позволяют выполнять определенные функции.



Количество гемоглобина в крови должно быть постоянным: 120–150 г/л (12–15 г/100 мл). Если у человека уменьшается количество гемоглобина, железа, эритроцитов или крови, возникает *малокровие*, или *анемия*. Лечение: полноценное питание, железосодержащие препараты и продукты, витамин  $B_{12}$ . Анемия может возникать и в результате потери крови (ранение, операция). Если кровопотери большие, необходимо переливание крови с учетом ее группы. Группы крови тоже определяют эритроциты.

**Лейкоциты** – белые кровяные клетки. Это единственные клетки крови, имеющие ядро и способные не только плыть с током крови, но и самостоятельно передвигаться с помощью ложноножек (как амебы) и даже выходить из кровеносных сосудов. Лейкоцитов в  $1 \text{ мм}^3$  крови, по разным данным, содержится 6–8 (4–9) тыс. Они защищают организм от болезнетворных микроорганизмов – осуществляют *иммунитет*. Их количество может увеличиваться в случае инфекционных заболеваний, при больших физических нагрузках и т. д.

Как и все клетки крови, лейкоциты образуются в красном костном мозге, но созревают (становятся функциональными) – в иммунных органах. Разные их типы могут образовываться в вилочковой железе (тимусе), лимфатических узлах и селезенке. Лейкоциты бывают пяти видов. Их процентное соотношение называется *лейкоцитарной формулой*. Они отличаются по срокам жизни, функциям и строению.

Если лейкоцит поглотит много бактерий, он может погибнуть. Убитые бактерии и мертвые лейкоциты образуют гной.

**Тромбоциты** – кровяные пластинки, безъядерные мелкие клетки, необходимые для процесса свертывания крови. Их содержится 180–320 (180–400) тыс. в  $1 \text{ мм}^3$  крови. Они живут 8–11 сут. и погибают либо в печени и селезенке, либо при образовании кровяного сгустка – тромба. *Тромб* образуется из слипшихся нитей нерастворимого белка *фибрин*, в который превращается растворенный в плазме крови белок *фибриноген*. В сетях из нитей фибрина, налипших на отверстие в кровеносном сосуде, застревают крупные эритроциты, а затем – и другие клетки крови. Поэтому тромб красного цвета. В норме он образуется за 3–4 мин.

Процесс свертывания крови очень сложный. Кроме тромбоцитов в нем участвуют *соли кальция*, белок плазмы фибриноген и мн. др. Кровь, лишенная любого из компонентов свертывания, не свертывается. На станциях переливания крови используют *декальцинированную* (лишенную кальция) и *дефибринированную* (лишенную фибриногена) *кровь*. Она остается жидкой, не сгущается, т. е. не свертывается.



*Гемофилия* – редкое наследственное заболевание, при котором кровь свертывается очень медленно. Возникает из-за отсутствия в плазме крови *протромбина* (важнейший компонент системы свертывания крови). Сейчас большим гемофилией этот белок вводят искусственно.



*Кровь, плазма крови, физиологический раствор, эритроциты, лейкоциты, тромбоциты, гемоглобин, малокровие (анемия), лейкоцитарная формула, тромб, фибрин, фибриноген, гемофилия.*



#### **Знание и понимание:**

1. Объясните, почему в плазме крови так много разных веществ.
2. Объясните, когда и как образуется тромб.
3. Дайте определение терминам: *физиологический раствор, гемоглобин, ложноножки, лейкоцитарная формула.*
4. Выясните, какова роль каждого из типов клеток крови.
5. Что такое малокровие? Почему это заболевание так называют?

#### **Применение:**

1. Опишите функции эритроцитов.
2. Определите связь между строением и функциями лейкоцитов.
3. Назовите причины малокровия и гемофилии.
4. Из чего состоит плазма крови?

#### **Анализ:**

1. Проанализируйте и изобразите в виде схемы этапы образования тромба.
2. Докажите на примерах роль растворимых белков, находящихся в плазме крови.
3. Проанализируйте и установите зависимость строения клеток крови от выполняемых ими функций.

#### **Синтез:**

1. Порассуждайте, что могло бы произойти, если бы исчез любой из компонентов крови или любой из типов ее клеток.
2. Напишите фантастическое эссе «Мое путешествие по крови на микробатискафе».
3. При каком нарушении состава крови последствия для организма будут наиболее губительны? Ответ обоснуйте.
4. Выдвините версию, почему эритроциты черепах живут почти десять лет, эритроциты птиц – несколько лет, эритроциты лам и верблюдов – 1–2 года, а эритроциты человека – всего 4 месяца.

#### **Оценка:**

1. Напишите реферат о появлении и эволюции крови и ее элементов в ряду беспозвоночных и позвоночных животных.

2. Известно, что на станциях переливания крови хранится и дефибрирированная, и декальцинированная кровь. Выскажите свое мнение, какая кровь пригодна для хранения и переливания, а какая – для определения групп крови. Ответ аргументируйте.
3. Оцените значение следующих особенностей: известно, что некоторые беспозвоночные животные вообще лишены крови, есть животные с *голубой кровью* и с бесцветной. Но у всех позвоночных кровь красного цвета.



**ЛР №6. Исследование форменных элементов крови различных организмов.** См. с. 245.

## §18. Иммуитет гуморальный и клеточный

Характеризовать функции различных типов лейкоцитов; сравнивать гуморальный и клеточный иммуитеты



Какие клетки защищают организм от инфекций? В чем особенности их строения? Чем они похожи на амеб? Что такое лейкоцитарная формула?

**Иммуитет** (от лат. *иммуис* – освобождение от чего-либо) – это способность организма сопротивляться инфекциям (бактериям и вирусам) и любым чужеродным частицам. Основы учения об иммуитете разработали российский и немецкий ученые **И. И. Мечников** и **П. Эрлих**, ставшие лауреатами Нобелевской премии в 1908 г.

Защиту организма от инфекций обеспечивают белые клетки крови – лейкоциты. Они защищают организм двумя способами: 1) уничтожая (пожирая) микробов – *фагоцитоз*; 2) вырабатывая специальные защитные белки – *антитела*, убивающие микробов или помечающие их для уничтожения фагоцитами.

**Клеточный и гуморальный (тканевый) иммуитет.** На основании способа уничтожения микробов иммуитет делят на *клеточный* (фагоцитоз) и *гуморальный* (антитела). Но это не совсем верно. Оба вида иммуитета связаны и не могут обходиться друг без друга. Просто механизмы воздействия на болезнетворных микробов при клеточном и гуморальном иммуитете в определенные моменты будут отличаться. Но в конечном итоге оба вида иммуитета не существуют отдельно друг от друга. Результатом их деятельности является уничтожение возбудителей болезней.

**И. И. Мечников** исследовал процесс фагоцитоза (клеточный иммуитет), а **П. Эрлих** – работу антител (гуморальный, или тканевый, иммуитет). В результате было создано единое учение об иммуитете.

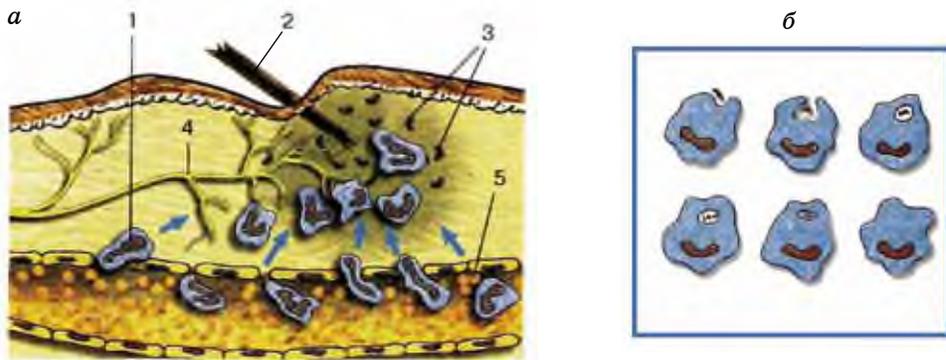


Рис. 50. **Явление фагоцитоза:** а) воспаление, вызванное занозой: 1 – фагоциты, выходящие из сосуда; 2 – заноза; 3 – микробы, занесенные занозой; 4 – нервы; 5 – эритроциты; б) уничтожение микроба фагоцитом

**Фагоцитоз** – захват твердых частиц с помощью ложноножек. К активному фагоцитозу способны амебы и многие виды лейкоцитов, их называют *фагоцитами*. Передвигаясь с помощью ложноножек (временных выростов цитоплазмы, возникающих в любом месте клетки), фагоциты могут двигаться против тока крови или выходить из кровеносного сосуда. Встретив чужеродную частицу, они захватывают ее ложноножками, обволакивают и переваривают с помощью лизосом (рис. 50).

**Антитела** (от греч. *анти* – против) – особые белки, которые вырабатывают некоторые виды лимфоцитов в ответ на введение чужеродных веществ – *антигенов*. Антитела могут склеивать микроорганизмы между собой и уничтожить их. Также антитела могут вступать в химические реакции с молекулами ядовитых веществ, нейтрализуя их. Молекулы антител могут как бы «помечать» зараженные клетки самого организма, которые необходимо уничтожить.

**Функции различных типов лейкоцитов** отличаются. Выделяют пять типов лейкоцитов, часть из которых делится еще на подтипы. Каждый из них имеет свои особенности строения, окрашивается разными красителями, созревает в разных органах иммунной системы. Но мы рассмотрим только отличия, связанные с их функциями (табл. 3).

**Нейтрофилы** (мелкие) и **моноциты** (крупные) – самые активные макрофаги. Они пожирают бактерий, пылинки в легких и иные вредные частицы. Микро- и макрофаги – это мощная *фагоцитарная система*. Фагоциты обеспечивают клеточный иммунитет. Они не способны «узнавать» возбудителя болезни и «помечать» его. Более сложную работу по распознаванию чужеродных частиц врагов и выработке «специфического оружия» против конкретных возбудителей осуществляют *лимфоциты*.

Таблица 3. Типы лейкоцитов и их функции

Название	Количество	Особенности функций и строение
Нейтрофилы	50–70%	Осуществляют активный фагоцитоз в межклеточном пространстве, коже и других органах
Лимфоциты	24%	Вырабатывают антитела, обеспечивают гуморальный и клеточный иммунитет
Моноциты	4%	Пожирают вредные частицы, часто за пределами кровяного русла (в суставной, плевральной жидкости и т. д.)
Эозинофилы	1,5–5%	Обезвреживают чужеродные белки и белки отмерших тканей
Базофилы	0,5–1%	Играют роль в свертывании крови и проницаемости сосудов для других клеток крови

Разные типы лимфоцитов образуются в разных органах. Все клетки-предшественники лимфоцитов образуются в красном костном мозге. Затем из них формируются два вида клеток:

*Т-лимфоциты* зрелыми и готовыми к работе становятся в тимусе – вилочковой железе. Они обеспечивают клеточный иммунитет (фагоцитоз).

*В-лимфоциты* созревают в красном костном мозге. Они способны размножаться – давать следующие поколения специфических клеток, узнающих только конкретного возбудителя болезни. И происходит это в лимфатических узлах и селезенке.

Когда в организм попадает неизвестный *антиген*, на его появление вырабатывается специфическое *антитело*. За это отвечают В-лимфоциты, т. е. именно В-лимфоциты обеспечивают гуморальный иммунитет. Если враг попадает в организм повторно, В-клетки его мгновенно узнают и быстро размножаются, давая новые поколения клеток, вырабатывающих антитела против именно этого возбудителя. Поэтому В-лимфоциты нередко называют клетками памяти. Чем чаще будет проникать в организм определенный антиген, тем быстрее и лучше будет возникать оружие против него – антитела. На этом основано применение предупредительных прививок.

При утрате организмом иммунитета, например при заболевании СПИДом, человек может погибнуть от любой инфекции. СПИД – это син-

дром приобретенного иммунодефицита. Возбудителем СПИДа является ВИЧ – вирус иммунодефицита человека.

Он очень изменчив – в 100 раз изменчивее вируса гриппа. Лекарства, ослабляющие действие одного вида вируса, не действуют на другие виды. Случаев излечения человека от СПИДа пока не зарегистрировано, но появилось множество препаратов, помогающих заболевшим противостоять болезни, подавлять ее.

С помощью электронного микроскопа было определено строение ВИЧ, механизм его прикрепления к клетке. Антитела организма на вирус не действуют. Поскольку вирус разрушает Т-лимфоциты, защита организма ослабевает, наступает иммунодефицит. Обычно болезнь протекает долго. ВИЧ-инфицированные вначале не испытывают никаких болезненных ощущений. Но затем больной СПИДом становится жертвой других инфекций, так как его организм не может бороться ни с каким заболеванием.

**Симптомы СПИДа.** На начальной стадии заболевания появляются лихорадка и озноб. Лимфатические узлы увеличиваются. На коже появляется мелкая сыпь, которая затем превращается в язвы. Повышается температура тела, наблюдаются понос, потеря массы, малокровие, усталость, суставные и головные боли, развивается воспаление легких.

**Пути передачи ВИЧ.** СПИД передается в основном посредством половых контактов. Инфицирование также происходит через кровь в результате переливания и уколов. Чаще всего смертельный вирус передают друг другу наркоманы при использовании одного шприца. В некоторых случаях вирус передает инфицированная женщина своему будущему ребенку.

ВИЧ не передается воздушно-капельным путем – при кашле и чихании, а также через рукопожатия, в бане, при укусах насекомых.

За десятки лет знакомства людей со СПИДом эффективные методы его лечения не найдены. Поэтому так важна первичная профилактика. Главное – не дать вирусу проникнуть в организм. Профилактика СПИДа делится на общегосударственные и индивидуальные мероприятия.

Общегосударственные:

1. Тщательная проверка крови при взятии ее у доноров и при переливании.
2. Усиление борьбы с наркоторговлей.
3. Строгое соблюдение правил санитарного режима в лечебных учреждениях.

4. Создание систематического медицинского контроля.
5. Проведение санитарно-просветительной работы среди населения.

**Индивидуальные:**

1. Соблюдение правил личной гигиены.
2. Здоровый образ жизни.
3. Периодическая проверка крови на ВИЧ.



*Иммунитет клеточный и гуморальный, фагоцитоз, антитела, антигены, В-лимфоциты, Т-лимфоциты, нейтрофилы, моноциты, эозинофилы, базофилы, СПИД, ВИЧ.*

**Знание и понимание:**



1. Что такое гуморальный и клеточный иммунитет?
2. Возможно ли осуществление иммунитета без лимфоцитов?
3. Объясните, для чего нужны нейтрофилы и моноциты.
4. Дайте определение терминам *антиген*, *антитело*.
5. Перечислите виды лейкоцитов.

**Применение:**

1. Опишите функции разных видов лейкоцитов.
2. Сравните роль разных типов Т- и В-лимфоцитов.
3. Назовите причины исчезновения иммунитета у людей, больных СПИДом.
4. Сравните роль лейкоцитов, осуществляющих гуморальный и клеточный иммунитет.

**Анализ:**

1. Проанализируйте этапы формирования иммунного ответа организма.
2. Изобразите в виде схемы иммунный ответ при клеточном и гуморальном иммунитете.
3. Докажите на примерах, что организму необходим каждый тип лейкоцитов.
4. Покажите разницу между базофилами и эозинофилами. Проанализируйте их роль.

**Синтез:**

1. Напишите эссе о работе любого вида иммунных клеток.
2. Дайте общее описание фагоцитов. Какова их роль в иммунитете?
3. Перечислите, в чем заключается различие между гуморальным и клеточным иммунитетом по следующим пунктам: 1) тип клеток (название); 2) тип ответных реакций на возбудителя; 3) время ответа на возбудителя; 4) важность для организма; 5) особенность строения и функционирования клеток.

4. Составьте красочную схему «Клеточный и гуморальный иммунитет: взаимодействие, активные элементы, этапы, сроки ответной реакции».

**Оценка:**

1. Создайте комикс или аниме «Иммунный ответ организма», представив разные типы лейкоцитов в качестве главных героев.
2. Считаете ли вы, что СПИД будет излечим? Ответ аргументируйте.
3. Объясните значение иммунных реакций в природе. Почему иммунные механизмы так сложны?

## §19. Инфекционные заболевания и меры их профилактики

Описывать особенности заболеваний, вызванных вирусами, бактериями, простейшими, грибами, и меры их профилактики



Какие инфекционные заболевания вы знаете? Каковы их особенности и меры профилактики?

**Возбудителями инфекций** могут быть различные паразитические организмы: вирусы, бактерии, простейшие (одноклеточные животные), патогенные грибы. Они проникают в организм разными путями, но чаще всего – через органы пищеварения и дыхания. Некоторые возбудители проникают через кожу, поврежденную при укусе кровососущих насекомых, ранениях и др.

Для пораженного организма не принципиально, к какой группе относится возбудитель и каким путем он попал в организм. Тяжесть болезни зависит не от типа возбудителя и не от способа его проникновения. Определенные инфекции могут быть смертельно опасны, в то время как другие не вызывают опасений, так как организм в подавляющем большинстве случаев справляется с ними сам.

Рассмотрим несколько инфекционных заболеваний, их возбудителей, симптомы, пути заражения и меры профилактики.

Возбудителем *амебной дизентерии* является *дизентерийная амеба*. Она поражает толстый кишечник. Симптомы дизентерии: непрекращающийся понос, часто с кровью, тошнота, головокружение, часто рвота и повышение температуры. Заражение дизентерией, так же как и большинством кишечных инфекций, происходит через загрязненную воду, немытые руки, фрукты, овощи. Человек проглатывает цисту дизентерийной амебы, которая, попав в кишечник, может перейти в активное состояние: поедать полезных бактерий, клетки эпителия кишки, проникать в капилляры и поглощать (фагоцитировать) клетки крови. Меры профилактики –

соблюдение личной гигиены и мытье рук, фруктов и овощей перед едой, употребление только подготовленной (кипяченой, стерилизованной) воды.

Возбудитель *холеры* – *холерный вибрион*. Он повреждает тонкий кишечник. При этом симптомы почти не отличаются от дизентерии. По форме холерный вибрион напоминает запятую. Он подолгу обитает в водной среде. Пути заражения такие же, как и при дизентерии. Быстрое обеззараживающее действие оказывают хлорная известь и растворы кислот. Поэтому в местах распространения холеры руки моют с мылом, затем ополаскивают дезинфицирующим раствором и снова моют водой, подкисленной уксусом или соком лимона.

Возбудитель *дифтерии* – палочковидная *бацилла дифтерии*. Чаще всего она поражает глотку, кожу, особенно при необработанных порезах и ссадинах, а также нос, дыхательные пути, глаза и половые органы. Пути заражения – воздушно-капельным путем от больных дифтерией и даже от здоровых носителей бактерии. Возможна передача бактерии через предметы общего пользования.

Основные пути профилактики – это предупредительные прививки и соблюдение личной гигиены и санитарного режима, если в окружении появляется заболевший дифтерией.

Возбудитель *лейшманиоза* – жгутиковое простейшее *лейшмания*. Симптомы – появление крупных язв на коже. Пути заражения – укусы насекомых: москитов или песчаных мошек. В природе возбудитель обитает в организмах пустынных мышевидных грызунов (большая песчанка). У самих грызунов он не вызывает заболевания. При укусе кровососов возбудитель попадает под кожу человека и там дает множество личинок. После того как личинки разовьются, они образуют язвы, которые прорываются на поверхность кожи.

Меры профилактики – борьба с носителями возбудителей инфекции.

Возбудитель *герпеса* – *вирус герпеса*. При этом заболевании на коже или слизистых оболочках (в носу) образуются мелкие сгруппированные пузырьки, заполненные прозрачной жидкостью. На пораженных участках ощущается жжение, зуд, боль. Передается вирус воздушно-капельным путем и при контактах больных людей со здоровыми. Разные виды вируса герпеса вызывают поражение разных участков тела. Самый распространенный *простой герпес* вызывает «простуду на губах». Носителями этого вируса являются 90% населения Земли. Но проявляется болезнь только в организме, ослабленном простудой, перегревом или другими неблагоприятными факторами.

Меры профилактики – соблюдение личной гигиены и мытье рук, избегание контактов с больными людьми, обработка поврежденных участков кожи и общее укрепление организма.

Растениям огромный вред наносят вирусы, паразитарные бактерии и грибы.

*Фитофтороз* – одно из заболеваний растений, вызываемое грибами-паразитами. Плоды, стебли и листья растений начинают темнеть, появляется водянистая гниль.



*Инфекционные заболевания, возбудители, амёбная дизентерия, холера, дифтерия, лейшманиоз, герпес, фитофтороз.*



#### **Знание и понимание:**

1. Что такое пути передачи инфекций? Какими они бывают чаще всего?
2. Для чего нужно соблюдать правила личной гигиены и санитарные требования во время болезни?
3. Дайте определение терминам *инфекционные заболевания, возбудитель, носитель возбудителей*.
4. Опишите виды возбудителей инфекционных заболеваний.
5. Каковы особенности вирусных и бактериальных инфекций? В чем заключается различие между ними?

#### **Применение:**

1. Опишите инфекции, передающиеся воздушно-капельным путем.
2. Определите связь между типами передачи различных инфекций (кишечные, кожные, дыхательной системы) и типами возбудителей. Существует ли четкая зависимость?
3. Сравните различные кишечные инфекции. В чем их сходство и отличия?
4. Назовите причины, симптомы и возбудителей холеры и герпеса.
5. Предположите, какие мероприятия нужно проводить, чтобы снизить до минимума риск инфекционных заболеваний.

#### **Анализ:**

1. Изобразите в виде схемы возможные пути заражения инфекционными заболеваниями и «барьеры» – меры профилактики на пути их проникновения.
2. Выскажите ваше мнение о причинах распространения инфекционных заболеваний в прошлом, массовых эпидемий, возникавших в средние века и в начале XX в.
3. Докажите на примерах, что знания о возбудителях инфекций могут оказаться решающими в предотвращении заражения.

### Синтез:

1. Систематизируйте по произвольным критериям заболевания, описанные в параграфе.
2. Напишите эссе о распространенных инфекционных заболеваниях, о которых вам приходилось слышать в реальной жизни.
3. Составьте схему-таблицу для болезней, описанных в параграфе, сформулировав обязательные компоненты – столбцы и строки таблицы, требующие описания. Заполните ее, не используя учебник, а затем перепроверьте полноту воспроизведенного вами материала.
4. Смоделируйте ситуацию: в вашем регионе в завезенных арбузах обнаружены возбудители холеры. Какие действия вы предпримете?

### Оценка:

1. Выскажите свое мнение о мерах профилактики инфекционных заболеваний, применяемых на уровне государства.
2. Считаете ли вы, что уровень знаний по данному разделу у вас и ваших одноклассников соответствует желаемому? Оцените, достаточно ли информации вы получаете. Что нужно сделать, чтобы улучшить ситуацию? Ответ аргументируйте.

## §20. Виды иммунитета: врожденный и приобретенный

Оценивать роль вакцинации в профилактике заболеваний



Что вы помните об иммунитете? Какие виды иммунитета бывают? Почему при повторном заражении организм переносит большинство инфекций легче? Что такое антитела и антигены?

Явление иммунитета обеспечивают разные виды лейкоцитов. Немедленный клеточный иммунитет осуществляют фагоциты: *микрофаги* – нейтрофилы и *макрофаги* – моноциты. Также клеточный иммунитет, но уже более сложный, с «распознаванием» и «запоминанием» возбудителя, осуществляют Т-лимфоциты. После них В-лимфоциты вырабатывают специальные белки – антитела. Каждое антитело вырабатывается против определенного возбудителя – антигена. То есть это «индивидуальное оружие» против каждого конкретного «врага». Причем, чем чаще происходит встреча с возбудителем, тем быстрее вырабатываются убивающие его антитела.

Иммунитет бывает не только клеточный и тканевый. Выделяют также естественный и искусственный. Каждый из них подразделяется на две категории (схема 4).



**Естественный иммунитет** бывает врожденным и приобретенным. *Врожденный иммунитет* есть у всех людей, и у всех он одинаков. Это иммунитет к таким инфекционным заболеваниям животных, как чумка собак, кошачий тиф и др. Такой иммунитет еще называют генетическим. Уже у новорожденного в крови имеются необходимые антитела, так как они заложены в генах вида Человек.

*Приобретенный естественный иммунитет* возникает после перенесенного заболевания, например к ветряной оспе, краснухе, паротиту, кори, гепатиту и др. Если человек переболел такой болезнью, то повторно он ею не заболеет. В его крови не только синтезируются антитела против возбудителя, но и клетки иммунной памяти – В-лимфоциты. В организме они сохраняются долго и при встрече с возбудителем немедленно приступают к выработке антител. Следует помнить, что к некоторым инфекционным заболеваниям, например к гриппу, естественный приобретенный иммунитет создается ненадолго, а к ангине он вообще не развивается.

**Искусственный иммунитет** возникает после введения медицинских препаратов: вакцины или лечебной сыворотки. *Вакцина* – это убитый или ослабленный возбудитель болезни либо его яды (токсины). После введения вакцины в наш организм иммунные клетки так же учатся вырабатывать антитела против данного возбудителя, как если бы болезнь протекала по-настоящему. То есть организм перенесет болезнь в легкой форме. После чего возникнет *активный искусственный иммунитет*. Его механизм похож на механизм естественного приобретенного иммунитета. Сам организм синтезирует антитела, и приобретает устойчивый иммунитет к возбудителям той болезни, против которой сделана прививка.

*Пассивный искусственный иммунитет* возникает после введения *лечебной сыворотки*. Это готовые антитела. Сыворотку вводят, если человек уже болен или отправляется в зону возможного заражения. Антитела сыворотки действуют недолго, поэтому такой иммунитет называют пассивным.

Сыворотку готовят из крови переболевшего человека или животного, специально зараженного тем или иным возбудителем. Введение лечебной сыворотки помогает организму бороться с инфекцией, пока его собственная иммунная система не начнет вырабатывать антитела.

Роль вакцин и сывороток огромна. Благодаря таким открытиям человечество стало лучше справляться с различными инфекциями.



*Иммунитет естественный (врожденный и приобретенный); и искусственный (активный и пассивный); вакцина, сыворотка, предупредительные прививки.*



#### **Знание и понимание:**

1. Объясните, для чего необходимо вводить сыворотку.
2. Перечислите известные вам виды иммунитета. Какой принцип положен в основу разных его классификаций?
3. В чем заключается разница между естественным и искусственным иммунитетом?
4. Перечислите, какими видами иммунитета обладало человечество до появления медицины.

#### **Применение:**

1. Определите, что нужно вводить человеку, если у него уже протекает инфекционное заболевание в начальной стадии.
2. Опишите, каким образом «работает» вакцина.
3. Опишите, каким образом «работает» лечебная сыворотка.
4. Сравните естественный врожденный и приобретенный иммунитеты. Какие механизмы лежат в их основе?
5. Объясните, почему каждому ребенку необходимо иметь медицинскую карту.

#### **Анализ:**

1. Нарисуйте схему «Виды иммунитета», начав с подразделения его на врожденный и приобретенный. Постарайтесь включить в нее тканевый и клеточный иммунитет.
2. Проанализируйте процесс формирования естественного приобретенного иммунитета. При каких заболеваниях он возникает?
3. Проанализируйте и установите зависимость: когда (в каком возрасте), в каком состоянии организма и для чего вводится вакцина?
4. Покажите разницу между разными видами иммунитета.

#### **Синтез:**

1. Приведите примеры известных вам вакцин и сывороток.
2. Используя дополнительные источники информации, обоснованно предположите, к каким группам – вакцин или сывороток – относятся

препараты: ИРС-19, БЦЖ, АКДС, прививки от оспы, бешенства, столбняка.

3. В каком состоянии ни в коем случае нельзя вводить вакцину и почему? Ответ обоснуйте.
4. Считаете ли вы, что разрушенные компоненты возбудителей инфекционных болезней могут стать основой сыворотки? А вакцины? Ответ аргументируйте.

#### Оценка:

1. Оцените, почему некачественно приготовленная вакцина может быть смертельно опасна? Можно ли приравнять ее действие к действию возбудителя болезни? Ответ аргументируйте.
2. Объясните значение видов естественного иммунитета в природе. Предположите: почему сыворотку, признанную наиболее эффективной в борьбе с вирусом Эбола, получили из крови лошадей?
3. Оцените значение следующих явлений: существуют природные очаги некоторых инфекций, таких как энцефалит, сонная болезнь. Почему не погибают животные – носители возбудителей этих болезней?

## §21. Группы крови и ее переливание. Резус-фактор

Объяснять механизм агглютинации и резус-конфликта



Что такое антитела и антигены? Какие клетки отвечают за приобретенный естественный иммунитет?

**Группы крови.** У человека существуют 4 группы крови. Они определяются специфическими белками на поверхности эритроцитов и взаимосвязанными с ними белками в плазме крови. Белки в эритроцитах – *агглютиногены*, а белки плазмы – *агглютинины*. Группы крови принято обозначать римскими цифрами или символами генов, отвечающих за синтез белков на поверхности эритроцитов.

Первую группу крови обозначают римской цифрой I или 00. Ее можно перелить в любую другую группу. Поэтому людей с первой группой называют *универсальными донорами* (отдающие кровь). Но самим обладателям I группы можно переливать кровь только той же I группы.

Вторую группу крови обозначают II или A (AA, A0). Вторая группа может принимать свою кровь и I группы, а переливать ее можно в свою группу и в IV.

Третью группу крови обозначают III или B (BB, B0). Она тоже принимает кровь своей группы и первой, а отдавать кровь может своей и IV группам.

Четвертая группа крови обозначается IV или АВ (табл. 4). В нее можно перелить кровь любой группы, поэтому людей с четвертой группой называют *универсальными реципиентами* (принимающие кровь). Перелить кровь IV группы можно только в IV группу.

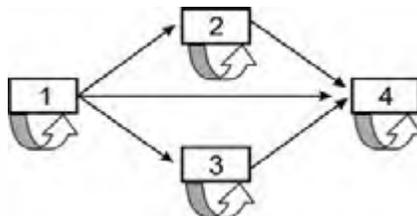
Таблица 4. Группы крови

Группа крови	Группы, принимающие ее кровь	Группы, дающие ей кровь
I	I, II, III, IV	I
II	II, IV	I, II
III	III, IV	I, III
IV	IV	I, II, III, IV

**Переливание крови** необходимо при кровопотере 2 л и более у человека с массой примерно 70 кг. Если это ребенок с массой в 35–40 кг, тогда у него опасна для жизни кровопотеря уже в 1 л. Еще в глубокой древности люди знали, что при больших кровопотерях раненых почти невозможно спасти. Переливание крови применялось, но часто заканчивалось смертью. То, что кровь одного человека не соответствует крови другого, было выявлено только в 1901 г.

При переливании группа крови донора должна соответствовать группе крови реципиента. Переливание крови не той группы вызывает явление *агглютинации* – склеивания эритроцитов. Это происходит из-за того, что белки плазмы работают как антитела. Они реагируют на чужие эритроциты как на инфекцию (антиген) и склеивают их. Склеенные эритроциты не могут переносить кислород, образуют в крови мелкие сгустки. Агглютинация развивается очень быстро и смертельно опасна. Поэтому в наше время переливают только одногруппную кровь. В экстренных случаях, если донорской крови недостаточно (массовое поражение – землетрясение, техногенная катастрофа), может быть осуществлено переливание согласно схеме 5. Но даже тогда кровь не своей группы используют только для тех, кому нужно очень небольшое количество донорской крови.

Схема 5



Дело в том, что кроме эритроцитов и агглютининов плазмы в крови есть и другие клетки (тромбоциты, лейкоциты), а в плазме плавает большое количество разных белков. И даже при переливании крови своей группы возможна *индивидуальная непереносимость* – иммунная реакция на иные белки, кроме агглютиногенов эритроцитов. Поэтому чаще всего переливание подготовленной донорской крови проводят осторожно, приливая ее небольшими порциями и наблюдая, нет ли индивидуальной непереносимости.

**Резус-фактор.** Кроме групп крови важно учитывать белок эритроцитов *резус-фактор* (Rh). Он есть в крови 85% европейцев, 93% негроидов и 99% монголоидов. Таких людей называют *резус-положительными*. У остальных этого белка нет, и их называют *резус-отрицательными*. Поэтому при переливании крови учитывается не только группа, но и резус-фактор.

Переливание крови – не единственная проблема, связанная с резус-фактором. Если у матери резус-фактор отсутствует, а в крови ребенка он есть, может развиваться *резус-конфликт*. В этом случае антитела матери начинают «бороться» с эритроцитами эмбриона во время беременности. К счастью, достаточного количества антител, которые могли бы серьезно повредить младенцу, во время первой беременности почти никогда не образуется. Но антитела сохраняются в организме матери, в том числе и в виде В-лимфоцитов (клеток памяти). И во время второй беременности матери с отрицательным резусом у новорожденного с положительным резусом возможна *гемолитическая желтуха*. В этом случае значительная часть эритроцитов эмбриона разрушается антителами материнского организма. Достаточно много антител накапливается только к концу беременности, поэтому шансы не допустить резус-конфликта есть. Современная медицина имеет ряд рекомендаций, делающих беременность резус-отрицательных женщин максимально безопасной. Зачастую за счет профилактических мероприятий удается не только сделать прогнозы, но и предотвратить резус-конфликт.



*Агглютиноген, агглютинин, агглютинация, универсальный донор, универсальный реципиент, резус-фактор, резус-конфликт, гемолитическая желтуха.*



#### **Знание и понимание:**

1. Поясните термины *универсальный донор* и *универсальный реципиент*.

2. Что такое гемолитическая желтуха?
3. Объясните, почему нельзя переливать вторую группу крови в третью.

#### **Применение:**

1. Опишите функции белков в плазме крови.
2. Что такое резус-фактор?
3. Предположите, что произошло бы, если человеку с четвертой группой резус-положительной крови перелили третью резус-отрицательную. Обоснуйте свой ответ.

#### **Анализ:**

1. Изобразите в виде схемы особенности групп крови.
2. Выскажите свое мнение: почему люди в древности не практиковали переливание крови?
3. Докажите на примерах, помогает ли современная медицина при резус-конflikтах?

#### **Синтез:**

1. Порассуждайте и дайте полное определение составу и функциям групп крови.
2. Напишите эссе о группах крови.
3. Оцените роль белков в жизни человека.

#### **Оценка:**

1. Выскажите свое мнение: для чего нужно переливание крови?
2. Обсудите и дайте определение значению *индивидуальной непереносимости*.

#### **Дискуссия:**

Каковы причины и последствия агглютинации?

## **§22. Эволюция и особенности строения сердечно-сосудистой системы животных**

Описывать строение сердца и кровеносных сосудов у животных. Устанавливать взаимосвязь между структурами стенок сосудов и их функциями



Опишите органы кровообращения кольчатых червей, моллюсков, членистоногих и позвоночных.

**Кровеносная система животных** может состоять только из кровеносных сосудов, как, например, у дождевых червей (см. рис. 30), или из сердца и сосудов – моллюски, членистоногие (рис. 51). Система всех позвоночных дана на примере человека (рис. 52).

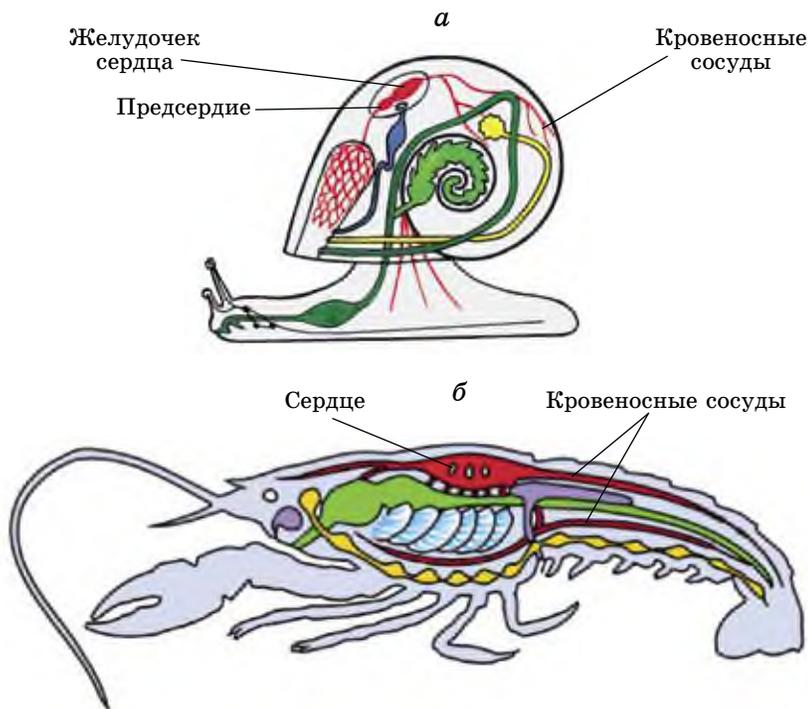


Рис. 51. Кровеносная система улитки (а) и речного рака (б)

Как вы помните, впервые в эволюции кровь и кровеносная система появились у кольчатых червей. Состояла она только из сосудов. Роль сердца выполняли пять мощных кольцевых сосудов, названных за это «сердцами». Похожая система (без сердца) и у примитивных хордовых *бесчерепных*. У ланцетника роль сердца выполняет брюшной сосуд. У черепных (позвоночных) животных кровеносная система состоит из сердца и сосудов.

**Строение стенок кровеносных сосудов.** Стенки крупных сосудов состоят из 3 слоев. Наружный слой придает сосудам форму, прочность и эластичность. Это слой плотной *соединительной ткани*. Такой же слой есть почти во всех полых органах: в пищеводе, желудке, кишечнике, мочеточниках, протоках желез и т. д.

Средний слой состоит из *гладких мышечных волокон* (клеток гладкой мышечной ткани). Он способствует расширению и сужению сосудов при изменении давления. То есть делает их более эластичными. Давление крови в сосудах, близких к сердцу, очень высокое. Поэтому необходимо, чтобы они легко растягивались под влиянием такого давления. В то же время нужно, чтобы сосуды не разрывались и могли сокращаться в

момент, когда кровь из сердца не поступает. Для выполнения этих функций стенки сосудов должны быть плотными, крепкими, эластичными.

Сокращаясь и расслабляясь, гладкие мышцы регулируют диаметр просвета сосудов. Так от степени расширения или сужения сосудов кровь может поступать в те или иные органы. У организмов, лишенных сердца, именно слой мышц обеспечивает сокращение сосудов и проталкивание крови по всему телу.

Внутренний слой представлен плоскими эпителиальными клетками – *слизистой оболочкой*. Он уменьшает трение и дает сосудам дополнительную прочность. Самые мелкие сосуды – капилляры состоят только из этого третьего слоя.

Существуют три типа кровеносных сосудов: артерии, вены и капилляры (рис. 52). **Артерии** несут кровь от сердца. Поэтому в них самое высокое кровяное давление и самая большая скорость тока крови. Это самые мощные сосуды. Они состоят из трех слоев. Причем слой гладких мышц особенно хорошо развит. Самый крупный артериальный сосуд в организме – это *аорта*. Все артерии (кроме легочных) несут артериальную кровь. Они расположены глубоко и не видны под кожей. Артериальные кровотоки можно определить по алому цвету крови и пульсирующей, фонтанирующей струе. Они очень опасны. Их останавливают прижатием артерии выше места ранения и наложением жгута выше раны, но не более чем на 2 ч.

**Вены** – сосуды, несущие кровь к сердцу. Они тоже состоят из трех слоев, но слой гладких мышц в них более тонкий, слабо развитый. Давление крови в них наименьшее. Кровь течет по венам не потому, что ее проталкивает сердце. У движения крови по венам 3 причины: 1) низкое давление в грудной полости (в легких); 2) сокращение скелетных мышц и 3) наличие клапанов, препятствующих стеканию крови в обратном направлении. Кровь в венах движется в одну сторону – к сердцу. Все вены (кроме легочных) содержат темно-красную венозную кровь. Они располо-

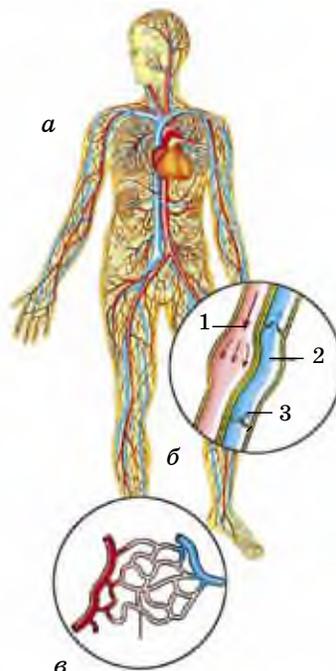


Рис. 52. Кровеносные сосуды: а) расположение кровеносных сосудов в организме; б) виды кровеносных сосудов: 1 – артерия; 2 – вена; 3 – клапан; в) капилляры

жены под кожей и видны в виде синеватых сосудов. При венозных кровотечениях накладывают давящую повязку или прижимают вену ниже места ранения. Повреждения крупных вен не менее опасны, чем повреждения артерий.

**Капилляры** – тончайшие сосуды, осуществляющие газообмен и обмен веществ. Сеть капилляров густо оплетает каждый орган. Стенки капилляров очень тонкие и состоят только из одного слоя клеток эпителиальной ткани. Это необходимо, чтобы легче пропускать кислород, углекислый газ, питательные и вредные вещества, гормоны и т. д. Как вы помните, через стенки капилляров просачивается жидкая часть крови – плазма, превращаясь в межклеточную (тканевую) жидкость. Капилляры соединяют артерии и вены. В капиллярах всех органов происходит газообмен. В легких венозная кровь становится артериальной. В других органах богатая кислородом артериальная кровь превращается в веноз-

Таблица 5. Особенности строения сердца разных животных

Тип	Класс	Количество камер	Особенности строения
Моллюски	Брюхоногие	2	1 предсердие и 1 желудочек
	Двустворчатые	3	2 предсердия и 1 желудочек
	Головоногие	3	2 предсердия и 1 желудочек
Членистоногие	Ракообразные	5-угольный мешочек	Часть спинного сосуда, разделенного на одинаковые камеры с отверстиями в боковых стенках. Нет деления на предсердия и желудочки
	Паукообразные	Несколько	
	Насекомые	Несколько	
Хордовые	Рыбы	2	1 предсердие и 1 желудочек
	Земноводные	3	2 предсердия и 1 желудочек без перегородки (в нем кровь смешанная)
	Пресмыкающиеся	3	2 предсердия и 1 желудочек с перегородкой (у крокодилов сердце 4-камерное)
	Птицы	4	2 предсердия и 2 желудочка
	Млекопитающие	4	2 предсердия и 2 желудочка

ную, насыщаясь углекислым газом. Чтобы успеть произвести газообмен и обмен веществ, кровь в капиллярах движется очень медленно. Давление в них небольшое.

**Сердце** человека и других млекопитающих состоит из четырех отделов (табл. 5). Это два желудочка (левый и правый) и два предсердия. Сердце, как и сосуды, имеет 3 слоя. Наружный соединительнотканый слой – *перикард* – образует *сердечную сумку*, выделяющую *околосердечную жидкость* для уменьшения трения об окружающие органы. Средний слой – *миокард* – состоит из мощной поперечнополосатой мышцы, клетки которой срослись между собой (в отличие от мышц скелета). Внутренний слой – *эндокард* – из гладкого эпителия, уменьшающего трение крови (рис. 53).

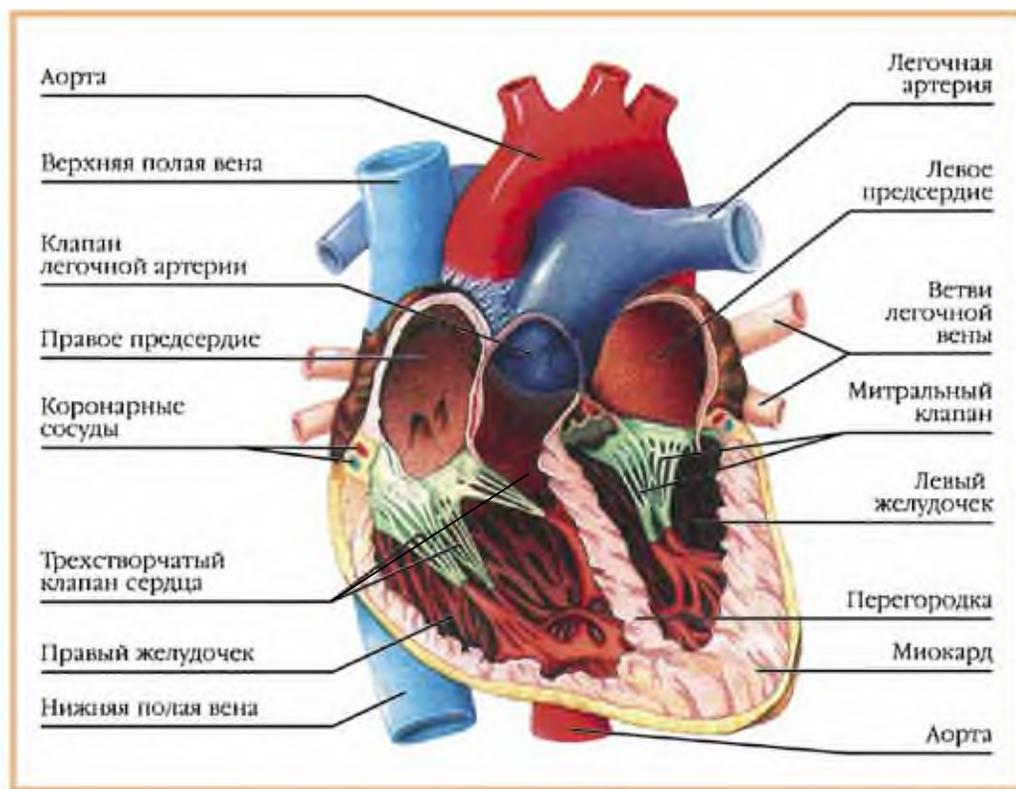


Рис. 53. Внутреннее строение сердца

Сердце сокращается и обеспечивает непрерывное движение крови по сосудам.



*Артерии, вены, капилляры, аорта, сердце, перикард, сердечная сумка, околосердечная жидкость, миокард, эндокард.*



#### **Знание и понимание:**

1. Объясните, для чего нужно сердце.
2. Дайте определение терминам *перикард*, *миокард* и *эндокард*.
3. Опишите слои кровеносных сосудов.

#### **Применение:**

1. Назовите, какие беспозвоночные организмы имеют камеры в сердце.
2. Сравните строение сердец разных классов позвоночных животных.
3. Объясните значение каждого из слоев кровеносных сосудов.

#### **Анализ:**

1. Нарисуйте схему «Эволюция сердца позвоночных животных».
2. Проанализируйте зависимость строения сосудов от выполняемых функций.

#### **Синтез:**

1. Перечислите различия между артериями и венами. Докажите, что при ином строении выполнение функций стало бы невозможным.
2. В чем эволюционный смысл увеличения камер в сердце позвоночных? Какие преимущества дает четырехкамерное сердце?

#### **Оценка:**

1. Считаете ли вы, что эволюция животных могла пройти с иным развитием кровеносной системы? Ответ аргументируйте.
2. Объясните значение появления у организмов кровеносной системы.

## **§23. Типы кровеносных систем и круги кровообращения**

Описывать типы кровеносной системы животных



В чем разница между замкнутой и незамкнутой системами кровообращения? Для каких животных они характерны? Какова роль межклеточной жидкости в обмене веществ между клетками крови и тела?

**Типы кровеносных систем.** Кровь по организму течет непрерывно. Все существующие кровеносные системы можно поделить на две большие группы: *замкнутую* и *незамкнутую*. Напомним, что замкнутую кровеносную систему имеют все кольчатые черви и позвоночные животные, а незамкнутая система характерна для моллюсков и членистоногих.

Так как в замкнутой системе нет непосредственного контакта крови с клетками тела, роль посредника выполняет межклеточная (тканевая)

жидкость. У организмов с незамкнутой системой нет трех жидких сред организма.

**Большой и малый круги кровообращения** впервые формируются у земноводных. Это первый класс наземных позвоночных, у которых появились легкие. Один круг кровообращения характерен для всех рыб (как хрящевых, так и костных). Этот единственный круг кровообращения можно было бы назвать *большим*, так как он проходит через все тело. Но можно называть его и просто единственным.

У позвоночных животных – от земноводных до млекопитающих – кровь образует два круга кровообращения. Большой круг проходит через все тело, кроме легких, а малый круг – через легкие (рис. 54).

**Большой круг кровообращения** начинается в самом крупном и мощном отделе сердца – левом желудочке. Из него выходит самый крупный кровеносный сосуд – *аорта*. Она разветвляется на более мелкие артерии, и артериальная кровь, богатая кислородом, расходится по всему организму.

Заканчивается большой круг кровообращения в правом предсердии. Здесь собирается венозная, богатая углекислым газом кровь от всех органов тела. Так как в организме человека нет крупной вены, такой же как аорта, большой круг кровообращения заканчивается верхней и нижней *полыми венами* (схема 6).

Схема 6

**Большой круг кровообращения:**

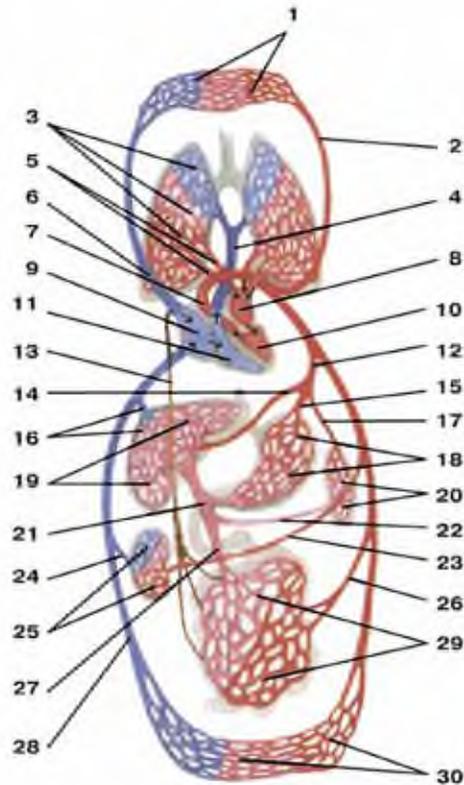
левый желудочек → клетки организма → правое предсердие

В целом мышцы предсердий гораздо тоньше мышц желудочков. Желудочки развиты сильнее. Поэтому они проталкивают кровь по кругам кровообращения. А в предсердиях круги кровообращения заканчиваются. Из них кровь поступает в желудочки.

**Малый круг кровообращения** начинается в правом желудочке. Из него выходит *легочная артерия*, заполненная венозной кровью.

Обратите внимание, что в малом круге кровообращения название сосуда не соответствует типу крови. Ведь к легким венозная кровь идет по артериям. А возвращается из легких насыщенная кислородом артериальная кровь по венам.

Пройдя через легкие, малый круг кровообращения заканчивается в левом предсердии *легочной веной*, несущей артериальную кровь (схема 7).



**Рис. 54. Схема большого и малого кругов кровообращения человека**  
 (Эту схему приводим не для запоминания, а для общего знакомства. Просто проследите движение крови по большому кругу кровообращения)

- |   |   |
|---|---|
| 1 – капилляры головы, верхних отделов туловища и верхних конечностей; | 16 – печеночные вены;                                       |
| 2 – левая общая сонная артерия;                                       | 17 – селезеночная артерия;                                  |
| 3 – капилляры легких;   | 18 – капилляры желудка;                                     |
| 4 – легочный ствол;   | 19 – капилляры печени;                                      |
| 5 – легочные вены;  | 20 – капилляры селезенки;                                   |
| 6 – верхняя полая вена;   | 21 – воротная вена;   |
| 7 – аорта;  | 22 – селезеночная вена;                                     |
| 8 – левое предсердие;   | 23 – почечная артерия;                                      |
| 9 – правое предсердие;  | 24 – почечная вена;   |
| 10 – левый желудочек;   | 25 – капилляры почки;                                       |
| 11 – правый желудочек;  | 26 – брыжеечная артерия;                                    |
| 12 – чревный ствол;   | 27 – брыжеечная вена;                                       |
| 13 – лимфатический грудной проток;                                    | 28 – нижняя полая вена;                                     |
| 14 – общая печеночная артерия;  | 29 – капилляры кишечника;                                   |
| 15 – левая желудочная артерия;  | 30 – капилляры нижних отделов туловища и нижних конечностей |

**Малый круг кровообращения:**

правый желудочек → легкие → левое предсердие

В сердце птиц и млекопитающих венозная и артериальная кровь не смешивается благодаря сплошной продольной перегородке, разделяющей его на левую и правую половины.

**Работа сердца человека.** Отделы сердца человека сокращаются поочередно. Сначала оба предсердия, затем оба желудочка. Сокращение предсердий составляет 0,1 с; сокращение желудочков – 0,3 с. Общее расслабление предсердий и желудочков длится 0,4 с. Время полного сокращения и расслабления сердца составляет 0,8 с. Поэтому в среднем сердце сокращается 60–80 раз в минуту (*пульс*).

Чтобы во время сокращения желудочков кровь не шла обратно, между ними и предсердиями есть *створчатые клапаны*. В левом – *двухстворчатый*, а в правом – *трехстворчатый*. Они обеспечивают ток крови только в одном направлении – из предсердий в желудочки.

Около отверстий легочной артерии (выходит из правого желудочка) и аорты (выходит из левого желудочка) тоже имеются клапаны. Из-за своеобразной формы створок их называют *полулунными*. Во время расслабления желудочки закрываются ими, чтобы кровь не вернулась из аорты и легочной артерии.

Все клапаны открываются только в одном направлении и препятствуют обратному току крови.



*Замкнутая и незамкнутая кровеносные системы, большой и малый круги кровообращения, аорта, полые вены, створчатые клапаны, полулунные клапаны, легочная артерия, легочные вены, пульс.*



**Знание и понимание:**

1. Дайте определения замкнутой и незамкнутой кровеносным системам.
2. Выясните, какие круги кровообращения характерны для человека и какова роль каждого из них.
3. Что такое большой круг кровообращения? Почему его так называют?

**Применение:**

1. Определите связь между створчатыми и полулунными клапанами, их расположением.

2. Назовите причины, по которым кровь не течет в обратном направлении во время расслабления сердца.
3. Объясните значение малого круга кровообращения.

#### **Анализ:**

1. Проанализируйте этапы заполнения отделов сердца кровью и их сокращения.
2. Изобразите в виде схемы движение крови по отделам сердца и крупным сосудам, если начать с вены на руке и закончить ею же.
3. Докажите, что без работы клапанов полноценное кровообращение невозможно.

#### **Синтез:**

1. Порассуждайте, мог ли быть на месте аорты иной кровеносный сосуд? Мог бы большой круг кровообращения заканчиваться не двумя, а одной веной? В каком случае?
2. Перечислите, в чем заключается различие между створчатыми и полулунными клапанами, учитывая их расположение, функции, выдерживаемое давление.
3. Смоделируйте ситуацию: «При максимально быстром беге пульс возрос до 180 ударов в минуту. Как изменится время сокращения и расслабления отделов сердца?»

#### **Оценка:**

Напишите реферат «Летающие динозавры имели четырехкамерное сердце». Ответ аргументируйте.

#### **Дискуссия:**

Сердце человека не может сокращаться более 200 раз в минуту даже при самых крайних физических нагрузках.



**ЛР №7. Исследование влияния физических упражнений на работу сердца.** См. с. 246.

## **§24. Заболевания сердечно-сосудистой системы**

Описывать причины и симптомы заболеваний органов кровеносной системы



Какие органы относятся к сердечно-сосудистой системе? Какие заболевания сердечно-сосудистой системы вам известны?

**Заболеваний органов системы кровообращения** существует множество. По данным ВОЗ, именно болезни органов сердечно-сосудистой си-

стемы остаются лидерами среди причин естественной смерти. Следовательно, одним из путей продления жизни людей является профилактика этих заболеваний. Причин нарушения работы сердца множество.

*Изменение кровяного давления* может происходить как в сторону повышения, так и в сторону понижения. *Гипотония* – это понижение давления крови. Она может быть спровоцирована слабостью сердечной мышцы и сосудов, низким уровнем обмена веществ, малоподвижным образом жизни.

С возрастом стенки артерий теряют эластичность. Они уплотняются, а сами артерии сужаются. Кровяное давление повышается. Это явление называется *гипертонией (гипертензией)*. Как при повышении, так и при понижении кровяного давления возникает головная боль. При гипертонии боль может быть пульсирующей, происходит расширение сосудов, кожа краснеет, возможны кровотечения из носа. Кроме того, наблюдаются тошнота, шум в ушах, сокращения сердца то учащаются, то становятся реже.

При сильном повышении давления сосуды могут лопнуть, а кровь – излиться в органы. Особенно опасно *кровоизлияние в мозг*, т. е. *инсульт*. Оно приводит к повреждению клеток мозга, потере чувствительности мышц, нарушению речи и памяти. Отдельные части тела или весь организм могут стать неподвижными (паралич).

При подозрении на изменение кровяного давления необходимо измерить его с помощью тонометра (рис. 55), чтобы точно установить, какое изменение произошло.

Если у человека кровяное давление повышается или понижается, рекомендуется уменьшить в рационе белковую пищу, спать не меньше 8–9 ч, не волноваться и больше времени проводить на свежем воздухе.

*Инфаркт миокарда* – это очаговое омертвление в сердечной мышце, возникающее вследствие нарушения кровотока (тромб, спазм или разрыв сосуда). Оставшись без кислорода, клетки сердечной мышцы погибают в течение 20–40 мин. Поэтому важно своевременно оказать помощь. Классический симптом инфаркта – сильная боль за грудиной. Она может распространяться на левую руку, плечо, левую половину шеи, на межлопаточное пространство. Часто появляется чувство страха. Приступ может возникнуть в покое, без видимых причин, боль продолжается от 15 мин до нескольких часов.



Рис. 55. Кровяное давление измеряют с помощью тонометра



При инфаркте и ишемии может не быть классических симптомов. Они могут маскироваться под боли в органах пищеварения или дыхания (кашель, боли на вдохе). В редких случаях симптомы могут вообще отсутствовать. Точный диагноз ставят с помощью электрокардиограммы (рис. 56).

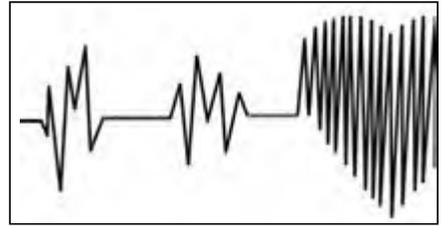


Рис. 56. Электрокардиограмма – это электронная запись работы сердца

Первая помощь – надо срочно вызвать «скорую помощь». До ее приезда принимать таблетки нитроглицерина с 15-минутным интервалом в дозировке 0,5 мг, но не более трех раз. Причем одним из признаков инфаркта является то, что нитроглицерин не снимает боли. **Нужно также разжевать таблетку аспирина.** Инфаркт, как правило, не возникает до 25 лет, чаще всего – после 65 лет.

*Ишемическая болезнь* имеет ту же причину, что и инфаркт, – нарушение кровоснабжения сердца. Но если инфаркт развивается быстро, то ишемия может развиваться медленно. Нередко она возникает из-за отмирания клеток миокарда вследствие недостатка питательных веществ. Симптомы, первая помощь и профилактика ишемии такие же, как при инфаркте.

Причиной инфаркта и ишемии чаще всего становится *атеросклероз*. Эта болезнь возникает из-за нарушений жирового обмена веществ. В крупных сосудах образуются жировые бляшки, которые мешают току крови. Если вместо жировой бляшки в сосудах образуется сгусток крови, такое заболевание называют *тромбозом*. Жировые бляшки или тромбы, попавшие в более мелкие сосуды, вызывают их закупорку. Приток крови к определенной части миокарда прекращается, и развиваются ишемия или инфаркт. Если нарушилось кровоснабжение мозга, разовьется инсульт. Также очень опасны нарушения кровоснабжения почек.

*Тахикардия* – учащение ритма сердцебиения. У здоровых людей она может возникать при физических нагрузках, стрессе и т. д. Симптомы тахикардии могут вовсе отсутствовать или проявляться ощущением сердцебиения, чувством тяжести или боли в области сердца.

Редко возникают чувство нехватки воздуха, одышка, слабость, частые головокружения, быстрая утомляемость, бессонница, ухудшение настроения, снижение аппетита и работоспособности.

Тахикардия может привести к нарушениям давления крови и кровоснабжения как организма в целом, так и самого сердца.

**Причины заболеваний сердечно-сосудистой системы** могут быть обусловлены наследственной предрасположенностью и образом жизни. Все болезни сердечно-сосудистой системы оказываются взаимосвязаны между собой. Развитие одного заболевания приводит к проявлению следующего. Поэтому для предотвращения всех этих болезней необходимо вести здоровый образ жизни. В целях предупреждения заболеваний сердца и сосудов необходимо соблюдать следующие условия:

- вести активный образ жизни;
- заниматься спортом в детстве и юности, в зрелом возрасте, как минимум, – физической культурой;
- сбалансированно питаться; не злоупотреблять жирными и жареными продуктами; потреблять достаточное количество витаминов и растительной пищи – свежих овощей и фруктов;
- избегать воздействия ядов и отравляющих веществ: никотина, алкоголя и др.;
- остерегаться инфекций; своевременно лечить органы выделения, дыхания и т. д., предотвращать малокровие;
- дозировать физические нагрузки.



*Гипотония, гипертония, инсульт, инфаркт миокарда, ишемическая болезнь сердца, атеросклероз, тромбоз, тахикария.*



**Знание и понимание:**

1. Дайте определение понятию *гипертония*.
2. Что такое атеросклероз?
3. Объясните, почему так важно предупреждение сердечно-сосудистых заболеваний.

**Применение:**

1. Сравните инфаркт и ишемическую болезнь сердца.
2. Определите связь между заболеваниями сердца и сосудов.
3. Назовите причины инфарктов и инсультов.

**Анализ:**

1. Проанализируйте симптомы инфаркта. Почему он может маскироваться под другие заболевания?
2. Изобразите в виде схемы этапы первой помощи при подозрении на инфаркт.

3. Выскажите ваше мнение о причинах возникновения сердечно-сосудистых заболеваний.

**Синтез:**

1. Систематизируйте по критериям причины повышения риска сердечно-сосудистых заболеваний.
2. Дайте общее описание гипертонии и гипотонии.
3. Перечислите, чем отличаются тромбоз, атеросклероз и тахикардия. Что у них общего?

**Оценка:**

1. Напишите реферат о мерах профилактики сердечно-сосудистых заболеваний.
2. Выскажите ваше мнение: почему риск инфаркта до 25 лет минимален, затем постепенно возрастает, а после 65 становится максимальным?

**Дискуссия:**

Можно ли избежать заболеваний сердца и сосудов, если вести здоровый образ жизни?

## Раздел 6. ДЫХАНИЕ

### §25. Газообмен

Описывать механизмы газообмена в легких и тканях



Для чего мы дышим? Какие клетки крови и какой белок в них отвечают за транспорт газов по организму? Чем венозная кровь отличается от артериальной? Какая кровь течет по кругам кровообращения и в каком направлении?

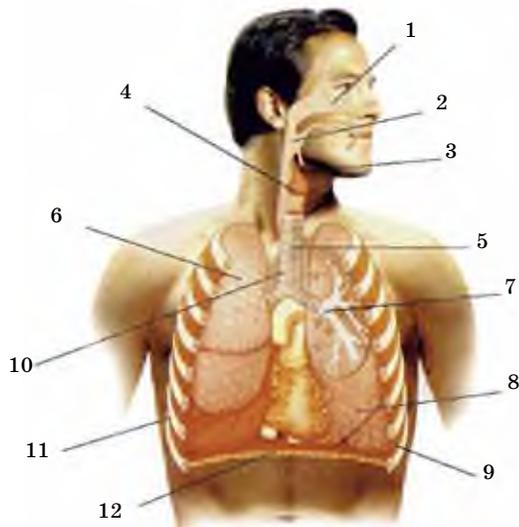
**Роль дыхания в организме.** *Дыханием* называют процесс газообмена между организмом и окружающей средой. Все живое, включая и человека, поглощает кислород и выделяет углекислый газ. Работа каждой клетки организма (сокращение мышц, потоотделение, слюноотделение, проведение возбуждения и т. д.) связана с потреблением кислорода в процессе окисления и расщепления органических веществ, полученных с пищей. При этом выделяется энергия. Без кислорода клетки тела не смогут получать необходимую энергию, которая высвобождается из органических веществ пищи.

Органы дыхания и кровеносная система обеспечивают каждую клетку нашего тела необходимым кислородом и избавляют их от образующегося углекислого газа. Многие ученые даже объединяют кровеносную и дыхательную системы в единую *кардиореспираторную* систему (от греч. *кардио* – сердце и лат. *респирация* – дыхание) организма. Газообмен между организмом, внешней средой и клетками крови осуществляет дыхательная система. А доставку кислорода к клеткам тела обеспечивает кровеносная система.

**Органы дыхания человека.** К органам дыхания относятся носовая полость, глотка, гортань, трахея, бронхи и легкие (рис. 57). Все перечисленные органы, кроме легких, называют *воздухоносными путями*. Они нужны, чтобы доставить воздух в легкие и сделать его максимально безопасным (согреть или охладить, очистить от пыли и микробов). В самих же легких происходит поступление кислорода в кровь и удаление из нее углекислого газа.

**Газообмен в легких.** Воздух в легкие проникает по бронхам. Самые мелкие бронхи заканчиваются легочными пузырьками – *альвеолами* (рис. 58). Каждая альвеола оплетена сетью кровеносных капилляров. В них венозная кровь освобождается от углекислого газа и, насыщаясь кислородом, становится артериальной.

Гемоглобин отдает углекислый газ и присоединяет кислород. Газообмен происходит через стенки альвеол и венозных капилляров. Альвеолы

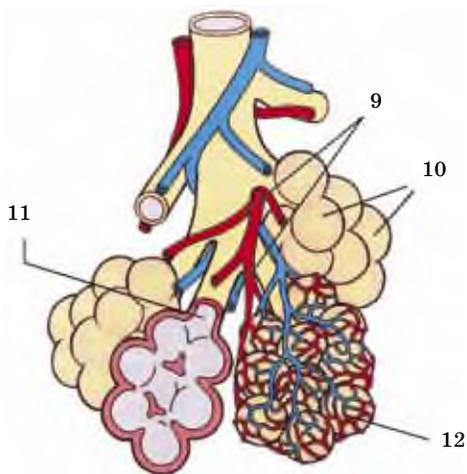
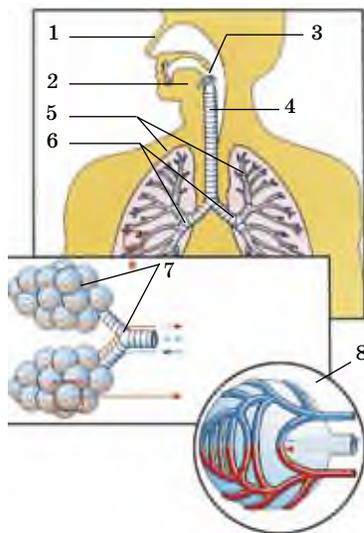


**Рис. 57. Дыхательная система:**

- 1 – носовая полость;
- 2 – глотка;
- 3 – надгортанник;
- 4 – гортань;
- 5 – трахея;
- 6 – правое легкое;
- 7 – бронхи;
- 8 – левое легкое;
- 9 – межреберные мышцы;
- 10 – хрящевые кольца трахеи;
- 11 – ребра;
- 12 – диафрагма

делают легкие ячеистыми, сильно увеличивая площадь их поверхности, через которую осуществляется газообмен.

Из-за насыщения крови кислородом меняется состав воздуха, побывавшего в легких. Атмосферный воздух (на вдохе) содержит 78,09% азота



**Рис. 58. Дыхательные пути. Строение бронхов и легких:** 1 – носовая полость; 2 – гортань; 3 – надгортанник; 4 – трахея; 5 – правое и левое легкое; 6 – бронхи; 7 – бронхи и альвеолы; 8 – строение альвеол; 9 – кровеносные сосуды; 10 – альвеолы; 11 – альвеолы в разрезе; 12 – капилляры альвеол

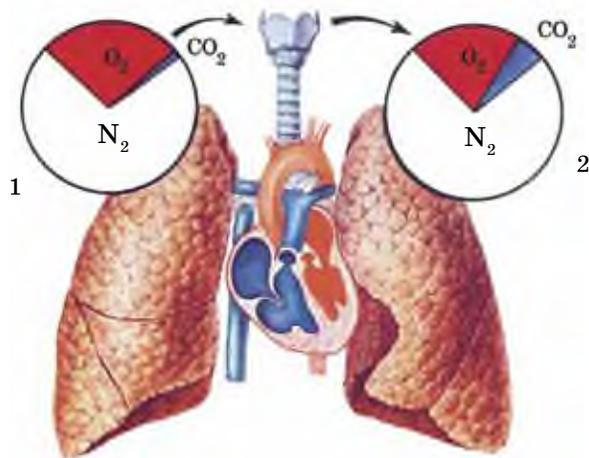


Рис. 59. Газообмен в легких:

- 1 – состав вдыхаемого воздуха;  
2 – состав выдыхаемого воздуха

( $N_2$ ), 20,95% кислорода ( $O_2$ ), 0,03% углекислого газа ( $CO_2$ ) и другие газы. Пройдя через легкие (на выдохе), воздух содержит уже 16% кислорода и 4% углекислого газа. Количество азота в воздухе не изменяется (рис. 59).

Таким образом, в легких кровь выделяет углекислый газ и насыщается кислородом. Богатая кислородом кровь по большому кругу кровообращения разносится по всем тканям.

**Газообмен в тканях.** В артериальной крови кислорода больше, чем в клетках тканей. По законам диффузии молекулы любого вещества стремятся из области большей концентрации в область меньшей, т. е. происходит их равномерное распределение.

Через стенки капилляров кислород переходит в межклеточную, или тканевую, жидкость, а из нее – в клетки тела. В тех органах, где капилляров достаточно много, межклеточная жидкость не является посредником, и кислород непосредственно из капилляров переходит сквозь мембрану клеток тела в их цитоплазму. Там он используется в *митохондриях* для получения энергии.

Углекислый газ, напротив, из клеток переходит в кровь или в межклеточную жидкость, а уже затем – в кровь. Так в нашем теле артериальная кровь превращается в венозную.

Таким образом, в клетках тела кровь отдает кислород и насыщается углекислым газом. Венозная кровь поступает в сердце, затем по легочным артериям – в малый круг кровообращения, где в легких ей предстоит насыщение кислородом, отдав там углекислый газ.



*Дыхание, газообмен, кардиореспираторная система, воздухоносные пути, альвеолы, митохондрии.*



### **Знание и понимание:**

1. Как вы понимаете газообмен в легких и газообмен в тканях?
2. Что такое кардиореспираторная система?
3. Назовите процентное соотношение газов на вдохе и на выдохе.

### **Применение:**

1. Опишите функции органов дыхания.
2. Определите связь между содержанием газов и типом крови.
3. Сравните круги кровообращения.

### **Анализ:**

1. Изобразите в виде схемы процесс поступления и выделения газов организмом.
2. Докажите на примерах, что дыхательная и сердечно-сосудистая системы функционально взаимосвязаны.

### **Синтез:**

1. Порассуждайте: при разложении каких органических веществ образуются только углекислый газ и вода. Через какие системы и органы они будут удаляться?
2. Напишите эссе «Путешествие атома кислорода в организме человека».

### **Оценка:**

1. Оцените роль кислорода в поддержании жизни.
2. В каком органоиде клетки объединяются конечные этапы дыхания и пищеварения? Выскажите свое мнение.

## **§26. Механизм вдоха и выдоха. Строение грудной клетки**

Объяснять механизм вдоха и выдоха



В каком отделе головного мозга находится дыхательный центр? За что он отвечает? Какие еще центры находятся в этом отделе? Как называется мышечная перегородка между грудной и брюшной полостями? У какого класса позвоночных животных она появилась впервые?

**Механизм вдоха и выдоха** регулируется *нейрогуморально*. Сам вдох регулируется центральной нервной системой – *нервная регуляция дыхания*. Ритмичную смену вдохов и выдохов обеспечивает дыхательный центр, расположенный в продолговатом мозге. В аорте и крупных артериях находятся специализированные клетки – *хемотрепторы*, которые возбуждаются при повышении концентрации  $CO_2$  в крови. По чувствительным нервам это возбуждение передается в дыхательный центр. После обработки полученной информации дыхательный центр по двигательным

нейронам дает команду межреберным мышцам и диафрагме. Они сокращаются, и объем грудной клетки увеличивается. Давление в легких падает, и воздух всасывается – происходит вдох.



В тот момент, когда человек не вдыхает и не выдыхает воздух, давление во всех органах дыхания одинаковое. Оно равно атмосферному, поэтому иногда называется нулевым. В момент вдоха давление в грудной полости падает и становится ниже атмосферного. По закону Паскаля происходит вдох. Но давление в плевральной полости – снаружи легких – всегда немного ниже атмосферного. Поэтому легкие остаются в расправленном состоянии и во время покоя. При выдохе давление в легких начинает возрастать, пока воздух их не покинет.

Это похоже на втягивание воздуха шприцем. Если, отодвигая поршень, вы увеличиваете объем внутри шприца, в него закачивается воздух (или жидкость).

При выдохе объем грудной клетки уменьшается. После выдоха в центр поступает сигнал от нервных окончаний, расположенных в альвеолах, межреберных мышцах и диафрагме, о степени их растяжения и сокращения.



Дыхательный центр осуществляет также *защитные рефлексы*, такие как кашель и чихание. Их причиной могут оказаться химические (запахи) или механические (пыль, слизь) раздражители. Возбуждение может возникнуть в рецепторах носовой полости, гортани или бронхов. Происходит резкое сокращение мышц (межреберных и диафрагмы), и в результате – резкий выдох через нос (чихание) или через рот (кашель). Если причина раздражения не удалена, рефлексы могут повторяться. Дыхание учащается при воздействии симпатической нервной системы и тормозится парасимпатической.

*Гуморальная регуляция дыхания.* На работу дыхательного центра влияет также химический состав крови. Повышение концентрации углекислого газа в крови вызывает возбуждение дыхательного центра, и дыхание учащается. Чем выше концентрация углекислого газа, тем чаще дыхание. Кроме того, к учащению дыхания приводит поступление в кровь адреналина (гормон надпочечников) и еще некоторых веществ.

При управлении дыханием нервная и гуморальная (через химические вещества в крови) регуляции тесно взаимосвязаны. Дыхательные движения регулируются нервным центром, а нервный центр, в свою очередь, реагирует на состав крови, т. е. осуществляется *нейрогуморальная регуляция дыхания*.

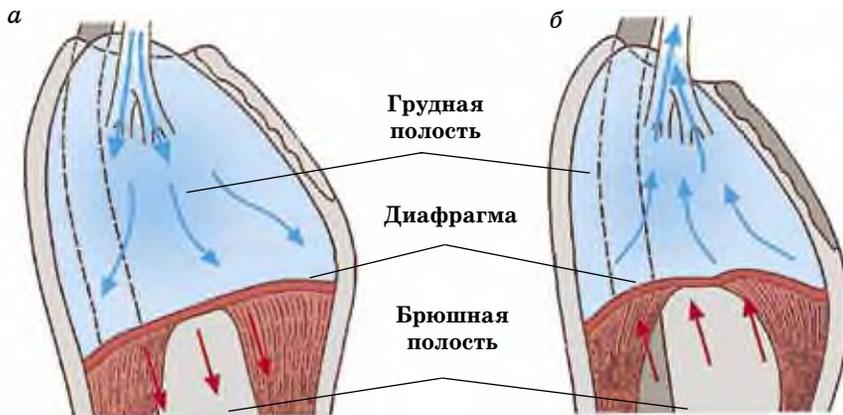


Рис. 60. Изменение объема грудной клетки: а) при вдохе; б) при выдохе

**Строение грудной клетки.** Грудная клетка образована соединением грудных позвонков, грудных ребер и грудины в единую систему (см. рис. 70). Она служит скелетом грудной полости и защищает расположенные в ней внутренние органы: дыхательные пути, легкие, пищевод, сердце, вилочковую железу и др.

Дыхательные движения осуществляют межреберные мышцы и диафрагма. При **вдохе межреберные мышцы** приподнимают ребра. Они тянут легкие вперед и в стороны.

*Диафрагма* – это куполообразная мышца, отделяющая грудную полость от брюшной. Сокращаясь, диафрагма опускается и оттесняет органы брюшной полости вниз. Она тянет вниз и легкие. При этом объем грудной полости увеличивается, и давление в легких падает. Легкие растягиваются и наполняются воздухом (рис. 60).

При **выдохе** объем грудной полости и легких уменьшается. Дыхательные мышцы расслабляются. Диафрагма приподнимается, и воздух через воздухоносные пути выходит наружу. При частом дыхании сокращаются внутренние межреберные мышцы и мышцы брюшной стенки.

Если при дыхании наиболее активны межреберные мышцы, то такой тип дыхания называется *грудным*. Этот тип дыхания чаще встречается у женщин. У мужчин чаще встречается *брюшной тип дыхания*. У них при дыхании более активна диафрагма.



*Нейрогуморальная регуляция дыхания, хеморецепторы, защитные рефлексы, диафрагма, грудной и брюшной типы дыхания.*



### **Знание и понимание:**

1. Перечислите структуры, осуществляющие акт дыхания.
2. Как вы понимаете словосочетания: *грудной* и *брюшной типы дыхания*.

### **Применение:**

1. Опишите функции дыхательного центра.
2. Определите связь между актом вдоха и потребностью организма в кислороде.
3. Сравните грудной и брюшной типы дыхания.

### **Анализ:**

1. Изобразите в виде схемы механизмы вдоха и выдоха.
2. Выскажите ваше мнение о причинах, сходстве и отличиях вдоха, выдоха, кашля и чихания.

### **Синтез:**

1. Порассуждайте: дышал бы человек, которому кислород попадал сразу в кровь, минуя органы дыхания.
2. Определите роль различных структур в осуществлении механизмов дыхания.

### **Оценка:**

1. После наложения кислородной маски во время операции пациент не дышит около 30 с. Молодой ассистирующий хирург собирается начать реанимацию, но опытный врач останавливает его. Спустя еще 30 с пациент начинает дышать самостоятельно. Выскажите свое мнение по поводу этого явления.
2. Оцените описанную ситуацию. Объясните произошедшее с точки зрения механизмов дыхания.
3. Обсудите, можно ли определить пол 3–4-месячного ребенка, укрытого по пояс пеленкой, просто наблюдая за ним?

## **§27. Показатели работы легких. Гигиена дыхания**

Определять жизненную емкость легких и минутный объем дыхания в состоянии покоя и при физической нагрузке



Приходилось ли вам надувать воздушные шарики? Как вы думаете, можно ли измерить, какое количество воздуха входит в легкие? Какая широко распространенная вредная привычка наиболее опасна для легких?

Сколько воздуха вмещается в легкие? Этот вопрос имеет большое значение для представления о физиологическом состоянии организма человека. Есть несколько показателей работы легких, которые поддаются

ся измерению. Важнейшим из них является *жизненная емкость легких* (ЖЕЛ). Это объем воздуха, который может выдохнуть человек после самого глубокого вдоха. В среднем у женщин жизненная емкость составляет 2,7 л, или 2700 см<sup>3</sup>. У мужчин этот показатель выше и составляет в среднем 3,5 л, или 3500 см<sup>3</sup>.

ЖЕЛ – важнейший показатель функционирования легких. Чем выше ЖЕЛ, тем лучше функционируют легкие. Жизненная емкость легких может изменяться. Это зависит от состояния здоровья человека и других факторов. Еще в середине XX в. средний показатель ЖЕЛ у мужчин составлял 5 л. Но малоподвижный образ жизни современного человека приводит к снижению ЖЕЛ. У физически развитых здоровых людей он доходит до 6–7,5 л. Рекордная ЖЕЛ, более 9 л, была зафиксирована у профессионального баскетболиста, рост которого превышал 2 м. Но ЖЕЛ не всегда напрямую зависит от размеров тела. В большей степени она зависит от тренированности организма. Жизненную емкость легких определяют специальным прибором – *спирометром* (рис. 61).



Рис. 61. Определение жизненной емкости легких

*Дыхательный объем* – это количество воздуха, которое вдыхает и выдыхает человек во время спокойного вдоха. Считается, что в среднем дыхательный объем составляет 500 см<sup>3</sup>, или 0,5 л.



Кроме ЖЕЛ и дыхательного объема выделяют еще два показателя. Это резервный и остаточный объемы легких. *Резервный объем* – это количество воздуха, которое человек может выдохнуть после спокойного выдоха. Ведь при спокойном дыхании мы не стремимся изгнать весь имеющийся в легких воздух. Обычно резервный объем составляет 1–1,2 л. *Остаточный объем* – это количество воздуха, которое никогда не покидает легкие, даже после смерти. Он составляет примерно около 1 л.

**Количество дыхательных движений и минутный объем.** Новорожденный делает 60 дыхательных движений за 1 мин, а взрослый человек в спокойном состоянии – 16–18. Учитывая количество дыхательных движений и дыхательный объем, можно вычислить минутный объем дыхания. Так, если человек с дыхательным объемом 400 см<sup>3</sup> сделал 20 дыхательных движений в минуту, то его минутный объем дыхания составит 8000 см<sup>3</sup> (20 × 400 см<sup>3</sup>).

**Органы дыхания и курение.** О вреде курения вы слышите чуть ли не с пеленок. Чем же оно опасно? Закурив, вы крадете у своего организма половину кислорода, который ему предназначен. А если в организм поступает только половина кислорода, клетки начинают голодать. Они уже не могут расти, как обычно. Кроме того, курение приводит к нарушению кровоснабжения органов, ведь никотин способствует сужению кровеносных сосудов.

Наибольший вред никотин оказывает на органы дыхания. Дым табака вызывает воспаление дыхательных путей. Содержащиеся в табачном дыме сажа и деготь закупоривают просветы мелких бронхов и альвеолы легких. Изменяется состав стенок альвеол. Они теряют эластичность и перестают в достаточной мере растягиваться. В результате ЖЕЛ, как и другие показатели работы легких, снижается. Легкие перестают полностью обеспечивать организм кислородом, и нарушается газообмен.

Табачный дым содержит не только ядовитые вещества, проникающие в кровь и отравляющие весь организм (никотин). В нем содержатся радиоактивные элементы и бензопирен, которые вызывают онкологические изменения клеток. При злоупотреблении курением возникают тяжелые заболевания, такие как рак легких.

Растворившийся в крови никотин отравляет весь организм. Вещества, попадающие в кровь из табачного дыма, в частности, разрушают витамин С, который жизненно важен для здоровья и иммунитета.



*Дыхательный объем, спирометр, резервный объем, остаточный объем, минутный объем дыхания.*



**Знание и понимание:**

1. Дайте определение ЖЕЛ и укажите ее среднее значение у женщин и мужчин.
2. Объясните, почему курение вредит здоровью.
3. Дайте определение терминам *дыхательный* и *резервный объемы*.

### **Применение:**

1. Сравните ЖЕЛ, дыхательный, минутный, резервный и остаточный объемы.
2. Назовите причины потери эластичности альвеол и сосудов.
3. Можно ли вычислить минутный объем, если человек сделал 19 дыхательных движений, его ЖЕЛ составляет 3,4 л, дыхательный объем 480 см<sup>3</sup>, резервный 1 л и остаточный 1200 см<sup>3</sup>?

### **Анализ:**

Изобразите в виде схемы различные показатели работы легких. Решите одну из следующих задач:

1. Рассчитайте, сколько воздуха пройдет через легкие подростка за сутки, если его дыхательный объем составляет 450 см<sup>3</sup>, а в среднем он совершает 18 дыхательных движений в минуту?  
Для решения задач вспомните состав вдыхаемого и выдыхаемого воздуха.
2. Сколько кислорода поглотит за один урок класс из 26 учеников, если их средний минутный объем составляет 9000 см<sup>3</sup>, а урок длится 45 мин?
3. Сколько углекислого газа выделит ученик за урок (45 мин), если его дыхательный объем составляет 500 см<sup>3</sup>?

### **Синтез:**

1. Порассуждайте: какие из количественных показателей работы легких зависят от тренированности, а какие будут влиять на состояние организма?
2. Напишите эссе о различных факторах, влияющих на работу легких.
3. Осмыслите для себя роль тренированности и здорового образа жизни в развитии органов дыхания.

### **Оценка:**

1. Выскажите свое мнение: какие меры способствуют увеличению ЖЕЛ?
2. Считаете ли вы, что курение смертельно опасно или оно просто незначительно вредит здоровью? Устройте в классе дебаты по резолюции: «Курение – смертельно опасно».
3. Оцените, снизится ли физиологическая активность легких, если ЖЕЛ понизится?



**ЛР №8.** Исследование жизненного объема легких. См. с. 247.

## Раздел 7. ВЫДЕЛЕНИЕ

### §28. Строение органов мочевыделительной системы

Описывать строение и функции органов мочевыделительной системы человека. Распознавать структурные компоненты почек



Какие вещества и через какие органы выделяются из организмов животных? Откуда они берутся? В результате каких процессов образуются? Какие органы относятся к выделительной системе млекопитающих? Что такое нефрон?

**Роль выделительной системы.** Через органы выделения удаляются избытки воды, солей и вредные вещества, содержащие азот (рис. 62). Азотсодержащие соединения образуются в результате полного разложения белков. К ним относятся мочевины, аммиак, мочевая кислота. Центральным органом выделения – *почки*.

Почки – парный орган бобовидной формы. Они расположены в поясничной области по обе стороны от позвоночника и обращены к нему своей вогнутой частью.

В почках различают 2 слоя:

- 1) наружный темно-красный *корковый* и
- 2) внутренний светло-коричневый *мозговой*.

Другие органы – мочеточники, мочевой пузырь и мочеиспускательный канал – являются полыми внутренними органами. Как и органы

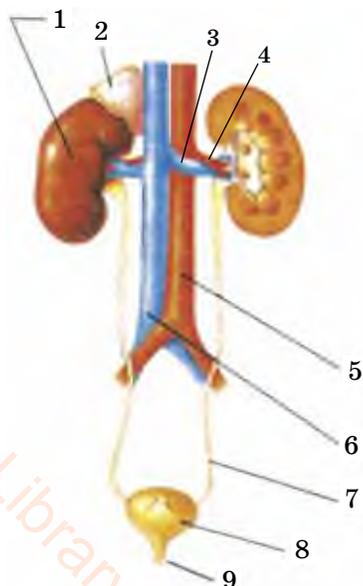
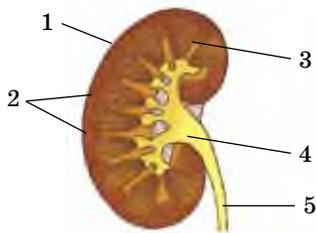


Рис. 62. Мочевыделительная система: 1 – почка; 2 – надпочечник; 3 – почечная вена; 4 – почечная артерия; 5 – брюшная аорта; 6 – нижняя полая вена; 7 – мочеточник; 8 – мочевой пузырь; 9 – мочеиспускательный канал



**Строение почки в разрезе:** 1 – корковое вещество; 2 – мозговое вещество; 3 – пирамидки; 4 – почечная лоханка; 5 – мочеточник

пищеварительного канала, кровеносные сосуды и воздухоносные пути, они состоят из 3 слоев. Снаружи находится плотный *соединительнотканый слой*, средний – *слой гладких мышц* и внутренний – *эпителий*. Задача полых выделительных органов – продвижение мочи, ее накопление, временное хранение и выведение из организма.

**Строение и роль почек.** В почках происходит *фльтрация крови*. Это первый этап образования мочи. То есть почки являются главными биологическими фильтрами нашего организма. Если представить себе, что обе почки перестали работать, то самоотравление организма наступит в течение 30–40 мин. Вот насколько важна роль почек в организме.

Функциональной единицей почек является *нефрон*. Нефроны – микроскопические структуры. В каждой почке их насчитывается более 1 млн. Нефрон образован клетками однослойного эпителия и состоит из двух частей. *Капсула* нефрона обхватывает *клубочек* кровеносных капилляров (рис. 63). Находится она в корковом слое почек. Из-за капиллярного клубочка корковый слой более алый.

Вторая часть нефрона – *извитой каналец*. Именно в него переходит капсула. Каналец пронизывает и мозговой, и корковый слой и оканчивается в почечных пирамидках.

*Почечные пирамидки* – это скопления тончайших, но видимых без микроскопа нитей – *канальцев* – во внутреннем слое почек. Они действи-

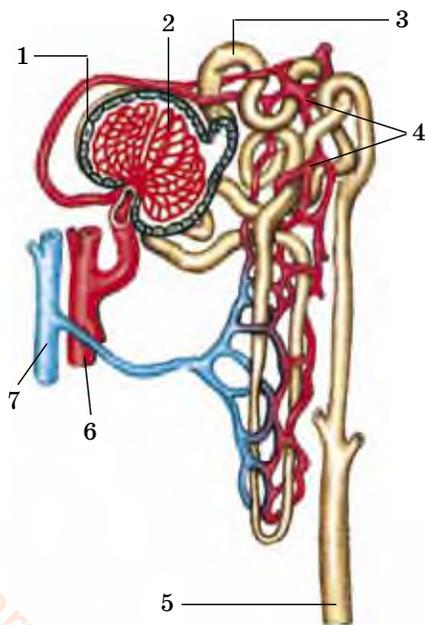


Рис. 63. **Строение нефрона:**

- 1 – почечная капсула;
- 2 – капиллярный клубочек;
- 3 – канальцы нефрона;
- 4 – кровеносные капилляры;
- 5 – собирательная трубка;
- 6 – артерия;
- 7 – вена

тельно имеют вид пирамидок, обращенных своим основанием к наружному – корковому – слою. А своей верхушкой почечные пирамидки переходят в *чашечки почечной лоханки*. Из лоханки выходит *мочеточник*.



Образование мочи в нефроне происходит в 2 этапа: фильтрация и реабсорбция (возвращение, обратное всасывание). Кровь поступает в капиллярный клубочек по широкой артерии, а уходит из него – по узкой. В результате в капиллярах возникает большое давление, и жидкая часть крови – плазма – просачивается (фильтруется) между клетками однослойного эпителия внутрь почечной капсулы. Это *первичная моча*. Ее образуется около 150 л в сутки. По своему составу она похожа на плазму крови. Только в ней нет крупных белковых молекул вроде фибриногена, глобулинов, альбуминов.

Второй этап образования мочи – *реабсорбция*. Вода и полезные вещества (глюкоза, витамины, гормоны), поступившие в капсулу, должны быть возвращены обратно в кровь, иначе организм будет обезвожен. Это происходит в почечных канальцах, которые оплетает густая сеть венозных капилляров. Клетки канальцев, тратя энергию АТФ, проталкивают жидкость сквозь стенки капилляров обратно в кровь. При этом они задерживают в канальцах вредные вещества: мочевину, мочевую кислоту и некоторые соли. Так в канальцах образуется *вторичная*, или *конечная, моча* (1,5 л в сутки). Очищенная жидкость возвращается в кровь, а образовавшаяся моча поступает из канальцев в пирамидки, затем – в лоханку и мочеточник.

**Выведение мочи.** Накопление мочи происходит в *мочевом пузыре*. Он вмещает около 500 мл. Внутри мочевого пузыря слизистый (эпителиальный) слой образует складки. В них находятся рецепторы, способные реагировать на давление (расправление складок). По мере наполнения мочевого пузыря складки расправляются, и сигнал от рецепторов попадает в центр мочеиспускательного рефлекса. Этот центр находится в крестцовом отделе спинного мозга. Примерно с 2-летнего возраста он попадает под контроль коры больших полушарий (КБП). Тогда мочеиспускание начинает осуществляться уже осознанно. При сокращении гладких мышц мочевого пузыря моча поступает в *мочеиспускательный канал*, и происходит ее выведение наружу (в среднем 200–300 мл). Мочеиспускательный канал отличается по строению у мужчин и женщин. У мужчин он является одновременно органом и половой, и выделительной систем и поэтому длиннее. У женщин он короче и относится только к выделительной системе.



*Почки, корковый и мозговой слои, соединительнотканый слой, гладкие мышцы, эпителий, нефрон, капсула, извитой каналец, чашечки, лоханка, пирамидки, реабсорбция, первичная и вторичная моча.*



#### **Знание и понимание:**

1. Дайте определения понятиям *нефрон, первичная и вторичная моча*.
2. Что такое мозговой и корковый слои?

#### **Применение:**

1. Определите связь между частями нефрона (рис. 63) и его функциями.
2. Из чего состоит выделительная система человека?
3. Рассмотрите рис. 62. Определите, какие структуры почки там обозначены и каковы их функции.

#### **Анализ:**

1. Проанализируйте этапы образования мочи.
2. Изобразите в виде схемы процессы, происходящие в капсуле нефрона и в извитом канальце.
3. Заполните таблицу.

Орган	Особенности строения	Функции
Почки		
Мочеточники		
Мочевой пузырь		
Мочеиспускательный канал		

#### **Синтез:**

1. Перечислите, в чем заключается различие между корковым и мозговым слоями почек. Учитывайте как строение, так и процессы, в них происходящие.
2. Проанализируйте строение и роль чашечек, лоханки, мочеточников, мочевого пузыря и мочеиспускательного канала. Можно ли найти в них сходство с воздухоносными путями? Ответ аргументируйте.

#### **Оценка:**

1. Напишите реферат об эволюции выделительной системы животных, начиная от простейших.
2. Выстройте в верной последовательности процессы и структуры, начиная от попадания вредных веществ (мочевины) в кровь почечной артерии.
3. Объясните значение выделения для организма человека.

## §29. Значение кожи, ее строение и функции

Описывать структуру кожи и ее роль в процессе выделения



Чем покрыто тело млекопитающих? Чем этот покров отличается от покровов других классов позвоночных животных?

**Значение кожи.** Кожа – покров позвоночных животных. Она отграничивает тело от внешней среды и у взрослого человека имеет площадь около 1,5–2 м<sup>2</sup>.

**Строение кожи.** Состоит кожа из трех основных слоев: эпидермиса, дермы и подкожно-жировой клетчатки (рис. 64).

Наружный (первый) слой – *эпидермис* – образован многослойным эпителием. Он состоит из двух отличающихся типов клеток. Верхний слой эпидермиса – *роговой*. Его составляют мертвые клетки, которые постоянно отшелушиваются в виде чешуек и обновляются.

Под роговым слоем эпидермиса находятся *живые клетки*. За счет их непрерывного деления происходит как обновление рогового слоя, так и рост волос и ногтей. Волосы и ногти образуются у зародыша из живых клеток эпидермальной ткани.

В глубине эпидермиса специальные клетки содержат пигмент *меланин*. Чем его больше, тем кожа темнее. Меланин защищает кожу от ультрафиолетовых лучей. Так, загорелым людям солнечные ожоги не грозят.

Средний (второй) слой кожи – *дерма*. Это плотная соединительная ткань, она придает коже прочность и эластичность. В дерме есть и не-

Рис. 64. **Строение кожи:**

- I – эпидермис;
- II – дерма;
- III – подкожно-жировая клетчатка
- 1 – волос;
- 2 – роговой слой;
- 3 – базальный слой;
- 4 – поры потовых желез;
- 5 – нервные окончания;
- 6 – потовая железа;
- 7 – выпрямляющая мышца;
- 8 – сальная железа;
- 9 – подкожный жир;
- 10 – кровеносные сосуды

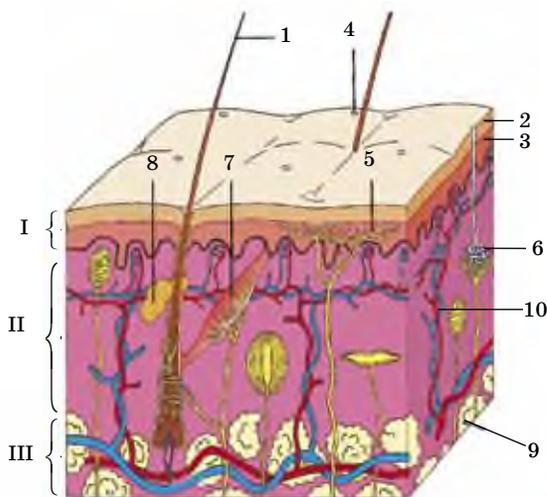




Рис. 65. Отпечатки пальцев

большое количество мышечных волокон. Они поднимают волосы в стрессовой ситуации или, сокращаясь, образуют «гусиную кожу».

В дерме расположены все основные элементы кожи. В ней много кровеносных и лимфатических сосудов. Они обеспечивают эпидермис необходимыми питательными веществами, т. к. в тонком слое эпидермиса капилляров нет. Также капилляры дермы важны для терморегуляции.

Именно клетки верхнего слоя дермы обеспечивают рисунок на поверхности кожи ладоней и пальцев (рис. 65). Это *отпечатки пальцев*, которые никогда не повторяются у разных людей, даже у однояйцевых близнецов.

В дерме располагаются нервные окончания – рецепторы кожи, корни волос, потовые и сальные железы. Кожное сало смазывает верхний слой эпидермиса, облегчает его отшелушивание, делает поверхность кожи более эластичной.

Внутренний (третий) слой кожи – *подкожно-жировая клетчатка* также состоит из соединительной ткани, но не плотноволокнистой, как дерма, а из жировой. Организм использует подкожный жир как амортизатор (при ударах), теплоизолятор и резерв питательных веществ.

Кожа выполняет ряд важнейших функций.

**Защитная функция.** Кожа приспособлена для максимальной защиты организма от внешних воздействий. *Механическую защиту* от ударов обеспечивает третий слой кожи – жировая клетчатка, а защиту от потерь – верхний слой, его мертвые и живые клетки.

*Защиту от проникновения* внешних агентов: болезнетворных микробов, вредных химических веществ, большинства жидкостей, газов, пыли – осуществляет первый, верхний слой кожи – эпидермис.



Не все вещества задерживаются кожей. Есть полезные вещества, используемые, например, в лечебных мазях. Сквозь кожу могут проникать и некоторые вредные вещества, например яды. Именно на основе ядов, которые кожа не может задержать, создается химическое оружие.

*Защита от ультрафиолетовых лучей* осуществляется с помощью меланина, образующегося в живых клетках эпидермиса.

**Терморегулирующая функция** – это защита от перепадов температур (холод, жара).

**Выделительная функция** – выделение воды и различных продуктов обмена (аммиак, мочевины, минеральные соли и другие вещества).

Наряду с органами выделения, кишечником и легкими кожа участвует в процессах удаления вредных веществ. Пот на 98% состоит из воды и на 2% – из других веществ. Количество пота, выделяющегося за сутки, зависит от температуры внешней среды, выполняемой работы, пола и возраста. Если выделение пота по каким-либо причинам прекращается, резко возрастает нагрузка на почки. При повышенном обмене веществ, интенсивной физической работе, в жару без выделительной функции кожи почки могут не справиться с удалением вредных веществ из организма.

**Дыхательная функция** – кожа поглощает кислород и выделяет углекислый газ (кожное дыхание). Но у человека эта функция осуществляет всего 5% дыхания. Организм человека может выживать только на легочном дыхании.

**Чувствительная функция** связана с расположенными в ней чувствительными клетками и нервными окончаниями – *рецепторами*.

**Секреторная функция** осуществляется многочисленными потовыми и сальными железами.

**Регуляторная функция.** Под лучами солнца кожа вырабатывает витамин *D*, который обеспечивает всасывание кальция. За это отвечают живые клетки эпидермиса, содержащие меланин.

**Запасающая функция** – накопление питательных веществ, содержащихся в жировой клетчатке. Здесь у организма хранятся энергетические запасы в виде клеток жировой соединительной ткани.



*Эпидермис, роговой слой, меланин, дерма, отпечатки пальцев, подкожно-жировая клетчатка; функции: защитная, терморегулирующая, выделительная, дыхательная, чувствительная, секреторная, регуляторная, запасающая; рецепторы, витамин D.*



#### **Знание и понимание:**

1. Назовите слой кожи, клетки которого постоянно отшелушиваются и обновляются.
2. Объясните, почему витамин *D* упоминается в теме «Кожа», и назовите вещество, участвующее в его выработке.
2. Объясните, из какого слоя эпидермиса образуются производные структуры кожи. В какой период ее развития?
3. Назовите структуры, которые отвечают за смазывание рогового слоя.

### Применение:

1. Опишите функции потовых желез. Укажите, какие вещества выводятся с потом. Результатом расщепления каких органических веществ они являются?
2. Назовите структуры, из которых состоит дерма.

### Анализ:

1. Почему в дерме в изобилии расположены кровеносные и лимфатические сосуды? Выскажите ваше мнение.
2. Почему при прикосновении к предмету мы можем почувствовать: мягкий он или твердый, теплый или холодный? Проанализируйте процесс. Опишите структуры, которые за это отвечают.

### Синтез:

1. Опишите роль потовых желез.
2. Заполните таблицу, вписав недостающие элементы.

Слой кожи	Элементы	Функции
	Ороговевшие мертвые клетки	
	Живые клетки	
	Меланин	
	Капилляры	
	Плотные волокна	
	Мышечные волокна	
	Рецепторы	
	Сальные железы	
	Потовые железы	
	Жировые клетки	

### Оценка:

1. Оцените, как называются волокна, ставшие причиной образных выражений: «Волосы встали дыбом» и «Мурашки по коже». В каком слое кожи они расположены?
2. Оцените на примерах: без каких функций кожи человек не может выжить, а без какой способен обойтись?

## §30. Заболевания кожи и ее гигиена

Объяснять меры профилактики кожных заболеваний



Какие функции кожи помогают организмам сохранять здоровье? Какой врач лечит кожные заболевания? Какие мероприятия объединяет гигиена кожи?

**Кожные заболевания.** Кожа постоянно подвергается атакам болезнетворных микроорганизмов и другим внешним воздействиям. Источником кожных инфекций могут быть *бактерии, патогенные грибы и паразитические животные*. Кожные инфекции опасны тем, что, проникнув через кожу, возбудители могут попасть в кровеносные и лимфатические сосуды. Тогда инфекция будет распространяться и поражать более глубоко лежащие ткани и органы, такие как кости и мышцы. Поэтому при подозрении на кожную инфекцию нужно немедленно обращаться к *врачу-дерматологу*.

Одна из распространенных инфекций кожи, вызванная патогенными грибами, – *стригущий лишай*. Он поражает кожу, волосы и ногти. На месте появления лишая выпадают волосы. Кожа оголяется полностью. Источником заражения могут быть растения, животные, больные люди и инфицированные ими бытовые предметы. Поэтому необходимо не использовать чужие расчески и другие предметы личной гигиены, не носить чужую одежду и обувь. Также нужно соблюдать правила гигиены при уходе за сельскохозяйственными и домашними животными.

Еще одно кожное заболевание – *чесотка*. Она вызывается очень мелким (не видимым без увеличительных приборов) чесоточным клещом. Клещ может находиться под кожей между пальцами, в подколенной ямке. Симптомы заболевания – непрекращающийся зуд в перечисленных областях. Чесотка также является заразным заболеванием, передающимся от больного через бытовые предметы, дверные ручки, поручни, рукопожатия и т. д. Главная профилактика чесотки – соблюдение гигиены и немедленное обращение к врачу при первых признаках заболевания.

В связи с тем, что споры возбудителей могут находиться в воздухе и на поверхностях довольно долго, одной из мер профилактики служит регулярная влажная уборка помещений с применением дезинфицирующих средств, например хлорамина.

Нужно быть особенно внимательным при кожных повреждениях, своевременно обрабатывать трещины, порезы и другие раны.

Некоторые возбудители инфекций могут длительно существовать у нас на коже (слизистых оболочках, зубном налете), не вызывая разви-

тия заболевания. Если организм ослабевает и его защитные силы снижаются, то эти возбудители могут перейти в агрессивную стадию, и тогда развивается болезнь. То есть кроме правил личной гигиены необходимо поддерживать общее здоровье организма. К ослаблению иммунитета приводят авитаминозы, бесконтрольное применение антибиотиков, общее истощение.

Таким образом, мощной профилактикой кожных инфекций является общее укрепление иммунитета, правильное сбалансированное питание и соблюдение правил личной гигиены. Человек с детства должен приобретать навыки соблюдения чистоты тела и закаливания организма.

*Угревая сыпь* – поражение кожи, которое может иметь как внешние, так и внутренние причины. Немедицинским методом борьбы с угревой сыпью является содержание кожи в чистоте. Когда кожные поры не забиты пылевыми частицами, а секрет сальных желез удаляется 2–3 раза в день, вероятность развития угревой сыпи значительно снижается.

**Гигиена кожи.** Кожу и кожные образования (волосы, волоски, ногти) нужно содержать в чистоте. Необходимо каждый день принимать душ и регулярно мыть открытые участки тела: руки, ноги, шею и т. д. Не следует прикасаться к коже лица невымытыми руками. Несоблюдение личной гигиены – причина большинства кожных инфекций. Следует также помнить, что при недостатке витамина А кожа иссушается, на ней появляются трещины.

Уход за волосами определяется их типом. При повышенной жирности волос голову моют чаще.

Не забывайте вовремя стричь ногти на руках и ногах, ведь именно под ногтями скапливается значительная часть микроорганизмов. Загрязнения под ногтями удобнее всего удалять щеткой для рук. Любые ранки и повреждения в области ногтя нужно немедленно дезинфицировать перекисью водорода, йодом, зеленкой и т. д.

На чистоту и здоровье кожи оказывают влияние одежда и обувь. Если они изготовлены из искусственных или воздухо непроницаемых материалов, то очень вредны для кожи. Поэтому главное требование к одежде и обуви – их способность пропускать воздух и впитывать влагу.



**Дерматолог; кожные заболевания: стригущий лишай, чесотка, угревая сыпь; витамин А.**



**Знание и понимание:**

1. Раскройте понятие *гигиена кожи*.

2. Какие заболевания вызывают патогенные грибы?
3. Объясните, почему опасны кожные заболевания.

#### **Применение:**

1. Докажите на примерах, чем опасны неостриженные ногти.
2. Какие меры помогают избежать угревой сыпи?
3. Разработайте памятку «Как избежать кожных болезней».

#### **Анализ:**

1. Проанализируйте симптомы кожных заболеваний и определите связь между ними и их возбудителями:
  - 1) На коже человека появились проплешины с характерным окрасом. О наличии какого паразитического организма это свидетельствует?
  - 2) Человек испытывает непрекращающийся зуд между пальцами. Какой паразит вызвал это заболевание?
2. Изобразите в виде схемы причины возникновения и пути заражения кожными заболеваниями, а также «барьеры» – меры профилактики.

#### **Синтез:**

1. Порассуждайте: если человек ухаживает за домашним животным, у которого на шерсти видны многочисленные проплешины, чем он рискует заразиться?
2. Систематизируйте по критериям положение возбудителя: какие разные болезни кожи он вызывает, и какие меры борьбы с ними вы знаете?

#### **Оценка:**

1. Свидетельством недостатка чего в организме человека может быть иссушенная и потрескавшаяся кожа.
2. Обсудите в классе, какая одежда нужна, чтобы кожа человека меньше подвергалась опасностям.
3. Выскажите свое мнение. Какой человек больше защищен: тот, который часто моется, чистит зубы и следит за своей гигиеной; или тот, который занимается спортом, правильно питается и пьет витамины?

#### **Дискуссия:**

Оцените вероятность возникновения проблем с кожей, если соблюдаются все правила личной гигиены.

## Раздел 8. ДВИЖЕНИЕ. БИОФИЗИКА

### §31. Строение скелета человека. Роль и функции опорно-двигательной системы

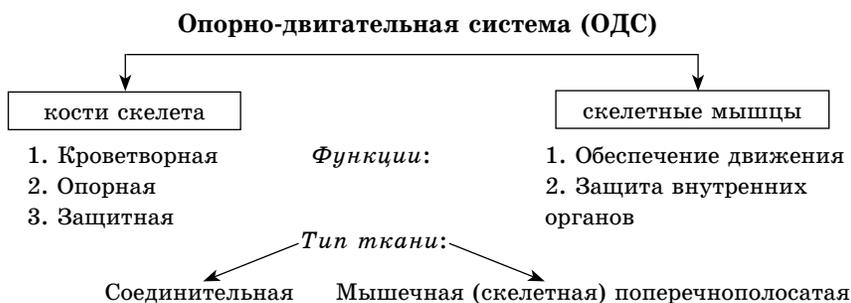
Описывать функции опорно-двигательной системы



Из какого типа ткани состоят кости, связки, хрящи, сухожилия? В каком органе образуются клетки крови?

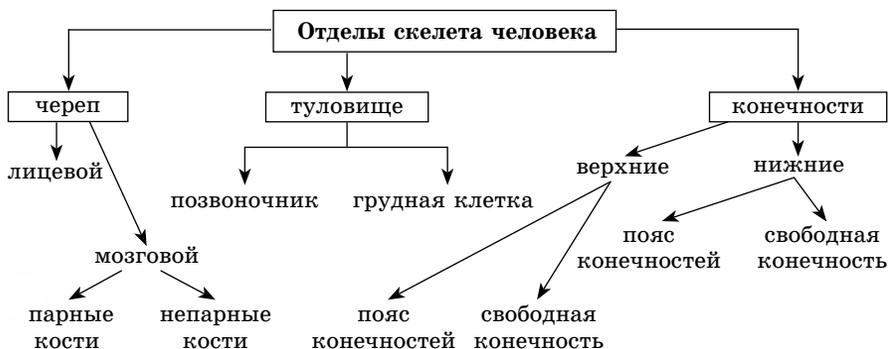
**Значение опорно-двигательной системы.** К опорно-двигательной системе относятся кости и мышцы (схема 8).

Схема 8



Кости, соединяясь друг с другом при помощи суставов и хрящей, образуют *скелет* человека (схема 9). Он служит опорой тела. К костям скелета прикрепляются *мышцы*. Это активная часть опорно-двигательной системы. Движения тела осуществляются за счет сокращения скелетных мышц, в результате чего двигаются как отдельные кости, так и все тело.

Схема 9



Кроме выполнения опорной функции, кости скелета защищают внутренние органы от механических повреждений. Например, мозг защищен костями черепа. Кости грудной клетки защищают сердце, легкие, пищевод, а также печень, желудок и крупные сосуды.

В красном костном мозге, заполняющем губчатое вещество костей, образуются клетки крови. Кости участвуют в обмене веществ, прежде всего минеральных (фосфор, кальций).

**Скелет человека.** В составе скелета взрослого человека более 200 костей. Они отличаются друг от друга по форме и строению (схема 10). По форме они бывают длинными и короткими, по строению – трубчатыми и плоскими. Среди *трубчатых костей* различают длинные (плечевая, бедренная, кости предплечья, голени) и короткие (фаланги пальцев). Полость трубчатых костей у детей заполнена красным костным мозгом, который в течение жизни заменяется желтым (жировой тканью).

С х е м а 10

**Типы костей**



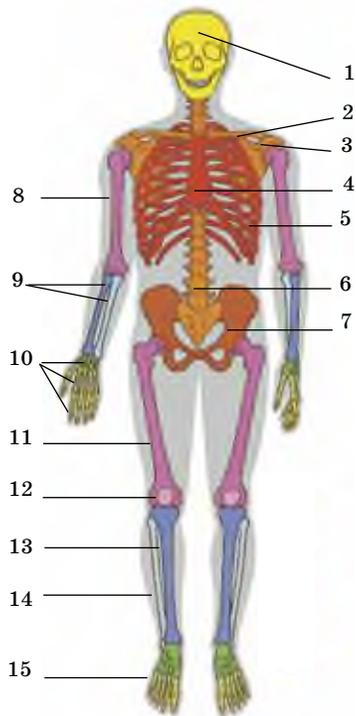
**Признаки:**

губчатое вещество	преобладающий тип костной ткани	плотная компактная
красный	преобладающий тип костного мозга	желтый
за счет надкостницы	рост в длину	за счет хрящевой ткани
надкостница	рост в ширину	надкостница

У *плоских костей* длина и ширина бывают различными. К ним относятся лопатки, кости черепа, грудина, тазовые кости. Плоские кости участвуют в образовании поясов конечностей и выполняют функцию защиты (кости черепа, грудина, ребра).

Позвонки относятся к *смешанным костям*. Соединены они полуподвижно.

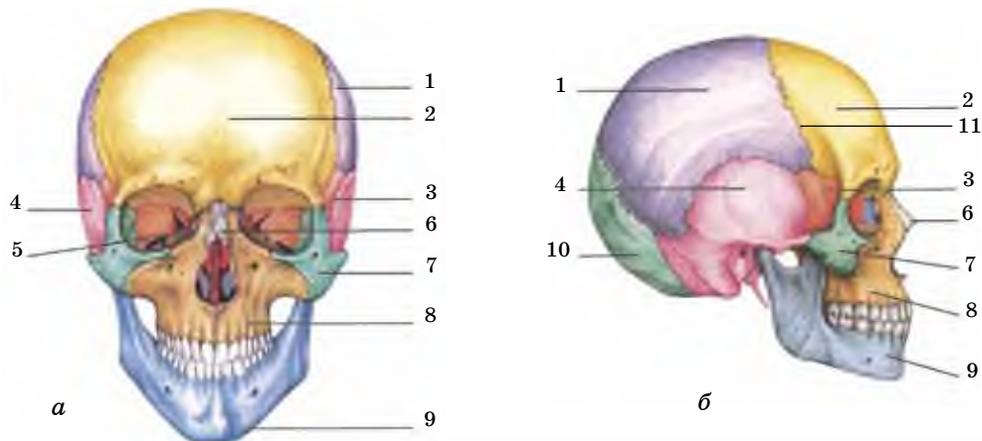
**Отделы скелета (рис. 66):** череп, туловище и конечности. (Входящие в их состав крупные кости нужно знать наизусть и уметь показывать на рисунках.)



**Рис. 66. Скелет человека:**

- 1 – кости черепа;
- 2 – ключица;
- 3 – лопатка;
- 4 – грудина;
- 5 – ребра;
- 6 – позвоночник;
- 7 – тазовая кость;
- 8 – плечевая кость;
- 9 – локтевая и лучевая кости;
- 10 – кости запястья и кисти;
- 11 – бедренная кость;
- 12 – надколенник (коленная чашечка);
- 13 – большая берцовая;
- 14 – малая берцовая;
- 15 – кости стопы

В *черепе* (рис. 67) выделяют два отдела: мозговой и лицевой. Кости черепа бывают парными и непарными. *Мозговой отдел*: непарные за-



**Рис. 67. Череп:** а – вид спереди; б – вид сбоку: 1 – теменная кость; 2 – лобная кость; 3 – клиновидная кость; 4 – височная кость; 5 – слезная кость; 6 – носовая кость; 7 – скуловая кость; 8 – верхняя челюсть; 9 – нижняя челюсть; 10 – затылочная кость; 11 – костный шов

тылочная и лобная кости, парные теменные и височные. *Лицевой отдел*: парные скуловые и верхнечелюстные кости; непарная нижняя челюсть.

**Скелет туловища** образован грудной клеткой и позвоночником.

*Грудная клетка* состоит из кости грудины, 12 пар ребер и 12 грудных позвонков (см. рис. 70). Ребра представляют собой плоские, изогнутые дугой кости. Их задние концы полуподвижно соединены с грудными позвонками. Передние концы 7 верхних пар ребер соединены с грудиной. Следующие 3 пары ребер прикрепляются к хрящу вышерасположенного ребра. У 11 и 12 пар ребер хрящей не бывает. Они короче остальных ребер, оканчиваются свободно.

*Позвоночник* состоит из 33–34 позвонков, разделенных на 5 отделов: 7 шейных; 12 грудных; 5 поясничных; 5 крестцовых; 4–5 копчиковых.

Скелеты конечностей человека делятся на верхние и нижние.

**Скелет верхних конечностей** состоит из плечевого пояса и свободных верхних конечностей. *Плечевой пояс* образован парой лопаток и парой ключиц.

*Свободная верхняя конечность*: плечевая кость, предплечье (состоит из двух костей: лучевой и локтевой) и кости кисти: запястье, пясть и фаланги пальцев (по три кости во всех пальцах, кроме большого).

**Скелет нижних конечностей** состоит из тазового пояса и свободных нижних конечностей.

*Тазовый пояс*: две тазовые кости, каждая из которых состоит из трех сросшихся костей (подвздошная, седалищная, лобковая). *Свободная нижняя конечность* включает: бедренную кость, 2 кости голени (большая и малая берцовые) и кости стопы (предплюсна, плюсна, фаланги пальцев).



*Скелет, мышцы, трубчатые кости, плоские кости, череп, мозговой отдел, лицевой отдел, грудная клетка, позвоночник, скелет верхних конечностей, плечевой пояс, свободная верхняя конечность, скелет нижних конечностей, тазовый пояс, свободная нижняя конечность.*



#### **Знание и понимание:**

1. Объясните, для чего нужен красный костный мозг. Где он расположен?
2. Чем отличаются кости детей и взрослых людей?
3. Сколько костей в теле человека?

#### **Применение:**

1. Определите связь между отделами ОДС и их функциями.

2. Сравните бедренную кость и фаланги пальцев. В чем их сходство и отличия?
3. Какие парные плоские кости состоят из трех сросшихся костей?

**Анализ:**

1. Изобразите в виде схемы типы костей по отделам скелета.
2. Рассмотрите рис. 66 и 70 и объясните, каким образом происходит прикрепление ребер к позвоночнику и грудине.
3. Проанализируйте функции скелета. В чем главная функция плоских костей?

**Синтез:**

1. Укажите, в каком отделе скелета расположено 12 пар плоских костей. Какие еще кости этого отдела вы знаете?
2. Приведите примеры, в каких костях содержится запас питательных веществ и в каком возрасте.

**Оценка:**

Выскажите свое мнение, для чего в организме нужны кальций и фосфор. Расскажите, что вы о них знаете. Где они содержатся?

**Дискуссия:**

Возможно ли в отделах скелета человека наличие иных костей?

## §32. Макро- и микроскопическое строение костей. Химический состав костей

Изучать химический состав, макро- и микроскопическое строение костей



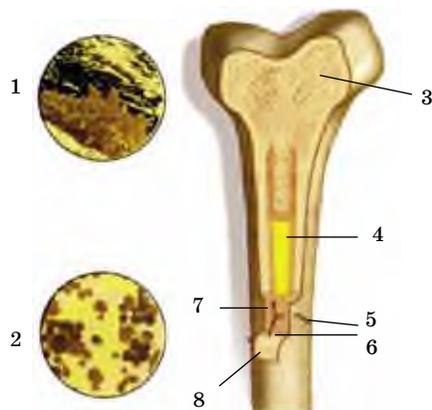
Какие соединения и для чего входят в состав костной ткани? Что такое оссеин?

**Макроскопическое строение костей.** Кости образованы *костной тканью*, которая является разновидностью соединительной ткани. Большинство костей имеют наружное *компактное* (плотное) и внутреннее *губчатое вещество* (см. схему 10). Губчатое вещество находится в телах плоских и в головках трубчатых костей (рис. 68). Оно состоит как бы из перекладин, расположенных дугообразно, соответственно направлениям, по которым кость испытывает механические нагрузки.

Снаружи кость покрыта *надкостницей* (исключая суставные поверхности). Надкостница пронизана нервами и кровеносными сосудами. Они необходимы, чтобы питать живые клетки кости, доставлять им кислород и забирать вредные вещества. За счет деления внутреннего слоя клеток

Рис. 68. Строение кости:

- 1 – клетки костной ткани (увелич.);
- 2 – костный мозг (увелич.);
- 3 – губчатое вещество;
- 4 – желтый костный мозг;
- 5–6 – кровеносные сосуды;
- 7 – плотное вещество;
- 8 – надкостница



надкостницы кость растет. У трубчатых костей это обеспечивает рост в толщину, а у плоских – во всех направлениях. Также клетки надкостницы важны для восстановления при повреждениях (трещины, переломы).

Росту костей в длину способствуют *хрящевые ткани*, находящиеся на поверхности головок трубчатых костей.

**Микроскопическое строение костей.** Кости состоят из нескольких типов клеток. Основные из них – *остеоциты*. Это округлые или овальные клетки, имеющие отростки. Также в костной ткани встречаются молодые, несформированные клетки – *остеобласты*. Они особенно важны при росте костей и их восстановлении после повреждений. Третий тип клеток – *остеокласты*. Они «убирают» хрящевую ткань перед тем, как на этом месте образуется кость. Вы уже знаете, что у зародышей позвоночных вначале формируется хрящевой скелет. У зародышей человека настоящий костный скелет тоже начинает формироваться во второй половине беременности. Полное окостенение происходит в 20–25 лет, когда прекращается рост тела. Позже лишь медленно обновляется костное вещество.

Межклеточное вещество костной ткани плотное и твердое. В связи с этим осложнено снабжение клеток кости питательными веществами и кислородом, ведь межклеточной жидкости там нет. Для этого формируется специальная система – *остеон* (рис. 69). Он как бы собран из пластин с отверстиями, вставленных друг в друга и образующих цилиндры. Это может походить на матрешку, если в каждой фигурке будет еще множество дырочек. В центре цилиндра находится канал, содержащий капилляры и нервы. Живые клетки кости (остеоциты и остеобласты) расположены между пластинками цилиндров (как бы между матрешками). Их отростки проникают в отверстия стенок цилиндра и переплетаются с отростками соседних клеток, находящихся в другом остеоне. Целые соседние остеоны



Рис. 69. Клеточное строение кости

(цилиндры) расположены друг к другу под углом, а между ними находится *коллаген* – вещество хряща. Такое соединение позволяет остеонам не только скрепляться между собой, но и объединяться кровеносным сосудам, образующим в кости разветвленную сеть. Эта система, сохраняя прочность костной ткани, обеспечивает ее клетки всем необходимым для жизни.

**Химический состав костей.** Кости состоят из органических и неорганических веществ. Неорганические вещества (соли кальция) придают им прочность и твердость. Органическое вещество (белок *оссеин*) – упругость, эластичность и гибкость. В организме детей органических веществ бывает больше, поэтому кости у них эластичные и упругие. В балетные и цирковые школы детей принимают в основном до 4–7 лет, а во многие спортивные секции – детей постарше. С возрастом в составе костей уменьшается количество органических веществ, и кости теряют пластичность.



*Костная ткань, компактное вещество, губчатое вещество, надкостница, хрящевая ткань, остеониты, остеобласты, остеокласты, остеон, оссеин, коллаген.*



### **Знание и понимание:**

1. Объясните, для чего в организме человека нужен белок оссеин. Как изменяется его количество с возрастом?
2. Опишите, какие клетки костей «убирают» хрящевую ткань. Зачем это нужно?
3. Объясните, в каком возрасте происходит полное окостенение скелета. Почему?

### **Применение:**

1. Опишите функции кровеносных сосудов и нервов костей. Где они расположены и для чего нужны?
2. По какому принципу строятся перекладины? Где они расположены? Назовите причины.
3. Из чего состоит вещество, находящееся между цилиндрами остеона. Какую функцию оно выполняет?

### **Анализ:**

1. Докажите, что клетки костей дышат. Какие структуры позволяют это осуществлять?
2. Нарисуйте схему «Системы остеона». Напишите, из чего он состоит. Укажите функции каждого составляющего элемента.
3. Проанализируйте, как трубчатые и плоские кости растут в длину и ширину.

### **Синтез:**

1. Дайте общее описание: как называется вещество, участвующее в восстановлении костей и их росте?
2. Определите, о чем идет речь: «Как называются клетки, которые располагаются между «матрешками» и проникают в них?»
3. Перечислите, чем отличаются плоские и трубчатые кости.

### **Оценка:**

1. Выскажите свое мнение: почему детей старше семи лет обычно не берут в балетные школы, а детей младше 13–14 лет – в секции тяжелой атлетики? Как это может быть связано со строением и составом костей?
2. Напишите реферат на тему «Эволюция скелета человека в филогенезе и онтогенезе».



**ЛР №9. Макро- и микроскопическое строение костей. Демонстрация химического состава костей. См. с. 247.**

### §33. Типы соединения костей

Сравнивать типы соединения костей



Какие существуют типы соединения костей позвоночных животных?

**Типы соединения костей.** Кости скелета соединяются между собой различными способами. По выполняемым функциям выделяют три типа соединений костей: неподвижное, полуподвижное и подвижное.

*Неподвижное соединение* образуется путем срастания костей. То есть край одной кости врастает в другую кость. Получается *костный шов*. При этом выступы одной кости врастают в углубления другой так плотно, что при сильном ударе скорее поломаются кости, чем разрушится костный шов. Так соединены кости черепа (см. рис. 67) и таза (см. с. 127). Но если на черепе еще можно разглядеть швы, то на тазовых костях взрослого человека швы уже не различить невооруженным глазом. Это потому, что тазовые кости выдерживают постоянную нагрузку – массу тела человека и грузы, которые он переносит в руках, рюкзаке и т. д.

*Полуподвижное* (малоподвижное) *соединение* – это соединение костей с помощью хрящей. Так соединяются кости тех отделов скелета, где важно обеспечить и подвижность, и защиту внутренних органов. Два ярких примера полуподвижного соединения – это позвоночник и грудная клетка. Позвонки соединяются между собой с помощью хрящевых прокладок

из волокнистой хрящевой ткани. Это одновременно обеспечивает гибкость позвоночника и защиту спинного мозга. Также с помощью хрящей соединяются верхние 10 пар ребер с грудной (рис. 70).

**Переход полуподвижного соединения в неподвижное** обязательно происходит у человека в мозговом отделе черепа. У взрослого человека кости черепа соединяются швами. У новорожденных детей между костями черепа имеются неокостеневшие хрящевые участки, так называемые *роднички* (рис. 71). Это не что иное, как полуподвижное или малоподвижное соединение с помощью хряща. Между лобной и теменными костями располагается *большой родничок*. Под действием дыхательных движений он пульсирует. Эти движения можно прощупать, если

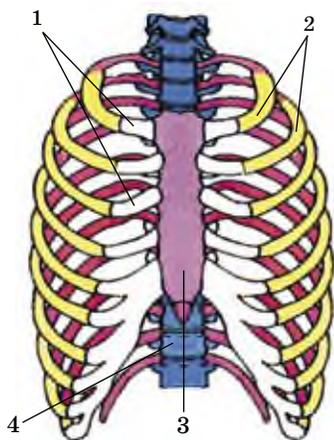


Рис. 70. **Строение грудной клетки:** 1 – реберные хрящи; 2 – ребра; 3 – грудина; 4 – позвоночник

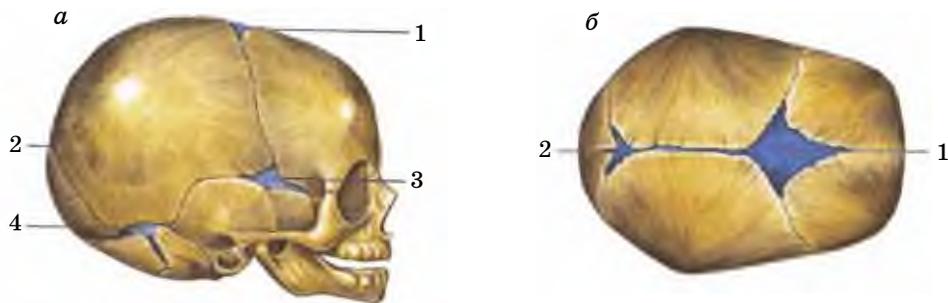


Рис. 71. Череп новорожденного: а – вид сбоку; б – вид сверху: 1 – большой родничок; 2 – малый родничок; 3 – клиновидный родничок; 4 – сосцевидный родничок

аккуратно положить руку на темя младенца. По достижении ребенком возраста двух лет его череп окостеневает.

*Подвижное соединение* – это соединение костей с помощью *суставов*. Суставом соединяются кости тех отделов скелета, где требуется повышенная подвижность. Это кости конечностей, соединения черепа и позвоночника, соединение нижней челюсти с другими костями черепа.



*Неподвижное, полуподвижное, подвижное соединения; костный шов, родничок, сустав.*



**Знание и понимание:**

1. Как называется срастание костей, когда края одной кости врастают в углубления другой?
2. Перечислите типы соединения костей.

**Применение:**

1. Опишите функции полуподвижного соединения костей. Из чего оно состоит?
2. Определите связь между типом соединения костей и возложенными на него функциями.

**Анализ:**

1. Покажите на примерах, как присоединяются ребра к груди.
2. Нарисуйте схему «Строение грудной клетки».

**Синтез:**

1. Напишите эссе «Разные типы соединения костей в теле человека находятся именно там, где они должны быть».
2. Какие изменения произошли бы, если бы несколько типов соединения костей в скелете изменились? Смоделируйте ситуацию.

### Оценка:

Выскажите свое мнение: могут ли все кости в одном организме соединяться только неподвижно или только подвижно? На каких функциях это отразится прежде всего?

## §34. Строение и функции суставов

Устанавливать связь строения различных типов суставов с их функциями



Какие структурные элементы входят в состав суставов? Какова роль каждого из них?

Суставы включают следующие обязательные элементы (рис. 72): суставные поверхности (впадина одной кости и головка другой кости); суставную сумку; суставные связки; суставную жидкость.

Роль каждого из обязательных компонентов сустава незаменима.

*Суставные поверхности* покрыты слоем зеркально гладкого гиалинового хряща. Это уменьшает трение и толчки при движении. Кроме того, клетки ткани *суставной впадины* и *головки костей* играют роль в росте клеток костей в длину в период взросления организма.

*Суставная сумка (капсула)* состоит из соединительной ткани. Она прирастает своими краями к поверхности костей, образующих сустав. Благодаря суставной сумке образуется герметически закрытое пространство сустава – *суставная щель*. Это полость, заполненная суставной жидкостью.

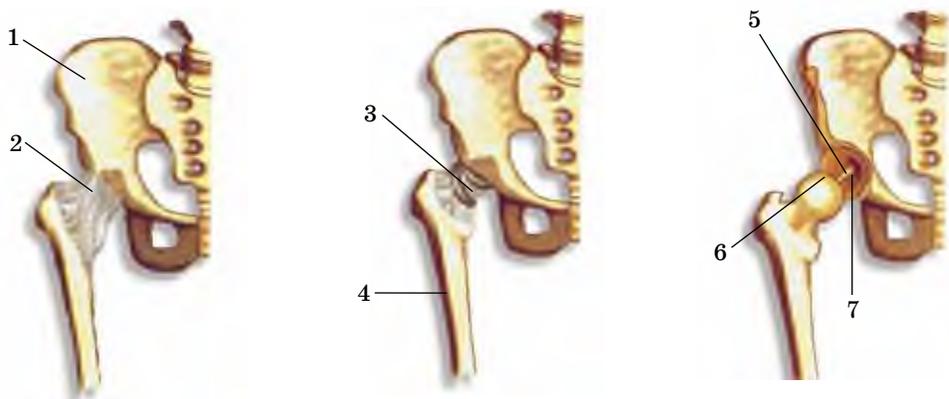


Рис. 72. **Подвижное соединение костей в тазобедренном суставе:** 1 – тазовая кость; 2 – тазобедренное соединение; 3 – подвижное (кольцевое) соединение; 4 – бедренная кость; 5 – внутренняя связка; 6 – головка бедренной кости; 7 – суставная сумка

*Суставная (синовиальная) жидкость* выполняет роль смазки. Она, так же как и гладкие хрящи, уменьшает трение и обеспечивает скольжение суставных поверхностей костей при движении. Количество суставной жидкости, заполняющей узкую щель между суставными поверхностями, очень невелико. У тренированных спортсменов ее побольше. Если вы видели 5-миллилитровый шприц, то можете себе представить этот объем.

*Суставные связки* – пучки плотной волокнистой ткани, прикрепляющиеся к костям. Они могут быть внутренними и наружными. Внутренние связки представляют собой выросты суставных хрящей на поверхностях головок и впадин суставных костей. А наружные связки – выросты суставной сумки. Они перекинута через сустав и соединяют образующие его кости, как бы перепелёнывая их. Суставные связки не только повышают прочность скрепления костей, но еще и ограничивают амплитуду движений. Так, они препятствуют *вывиху* – выходу суставных головок из суставных впадин.

Движение в суставах осуществляется мышцами, которые прикрепляются к разным костям, образующим сустав.

**Дополнительные элементы суставов.** Кроме обязательных компонентов, входящих в состав любого сустава (впадина одной кости и головка другой, суставная сумка, суставные связки, суставная жидкость), существуют и дополнительные, которые есть не во всех суставах, а только в строго определенных. Их можно поделить на два типа.

1. *Хрящевые диски и хрящевые прокладки (мениски)* располагаются между суставными поверхностями костей. С их помощью увеличивается разнообразие функций движения. Примеры – коленный и нижнечелюстной суставы.

2. *Мелкие суставные кости*, расположенные вблизи суставов, иногда находятся под суставной сумкой, иногда – вне ее, располагаясь под связками мышц. Например, коленная чашечка находится над суставом и прижата к нему только сухожилиями. А подобная кость большого пальца ноги находится внутри суставной сумки. Такие кости увеличивают поверхность сустава, делают его более устойчивым.

**Классификация суставов и их приспособленность к выполняемым функциям.** Суставы различают по ряду признаков.

*По числу костей* суставы бывают простыми и сложными. *Простые* образованы всего двумя костями, например плечевой сустав. *Сложные* состоят из трех и более костей, например челюстной сустав.

*По форме суставных поверхностей* суставы делятся на эллипсоидные, плоские, седловидные, шаровидные и др. Но эти две классификации имеют отношение к строению суставов, а не к их функциям.

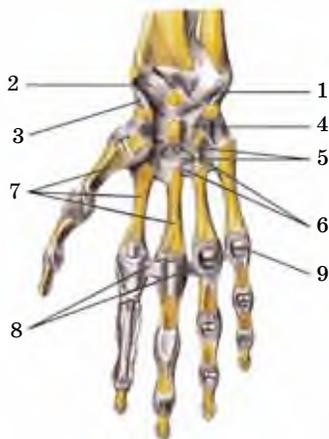


Рис. 73. **Связки и суставы кисти** (ладонная поверхность): 1–4 – связки запястья; 5–6 – ладонные связки; 7 – пястные кости; 8 – пястные связки; 9 – пястно-фаланговый сустав V пальца

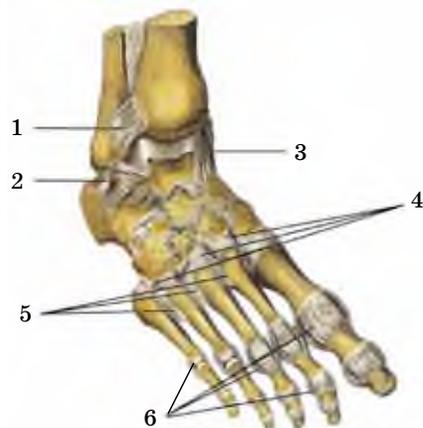


Рис. 74. **Связки и суставы стопы**: 1 – передняя межберцовая связка; 2 – пяточно-малоберцовая связка; 3 – дельтовидная связка; 4 – предплюсневые связки; 5 – плюсневые связки; 6 – межфаланговые суставы и связки

По количеству осей, в которых можно совершать определенные движения, самые простые суставы – *одноосные*. С их помощью человек осуществляет **функции движения** только в одной плоскости. Как правило, по форме эти суставы цилиндрические. Например, суставы, соединяющие между собой фаланги пальцев (рис. 73, 74) или лучевую и локтевую кости.

*Двухосные* суставы обеспечивают движение в двух противоположных направлениях, но в одной плоскости. По форме поверхностей образующих их костей такие суставы чаще всего бывают эллипсоидными или седловидными. Пример – лучезапястный, нижнечелюстной, коленный суставы (рис. 75).

*Трехосные* суставы самые подвижные. Они могут осуществлять функции движения в трех направлениях: сгибание-разгибание, вращение внутрь и наружу и приведение-отведение (к туловищу и от него). Самыми подвижными являются шаровидные (ореховидные) суставы, например тазобедренный, плечевой, локтевой (рис. 76). Также трехосным может быть плоский сустав, если головка кости по форме похожа на шар со срезанной верхушкой (суставы между отростками грудных позвонков).

В двухосных и трехосных суставах могут совершаться круговые движения. В этом случае вращающиеся кости, закрепленные в суставе, как бы описывают конус.

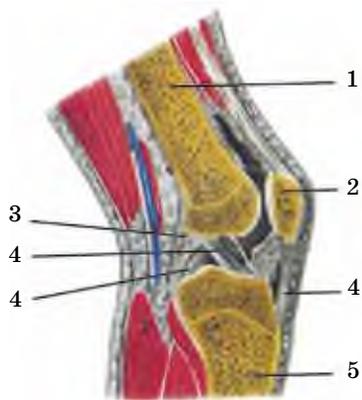


Рис. 75. **Коленный сустав** (вертикальный разрез): 1 – бедренная кость; 2 – надколенник; 3 – медиальный мениск; 4 – связки; 5 – большеберцовая кость

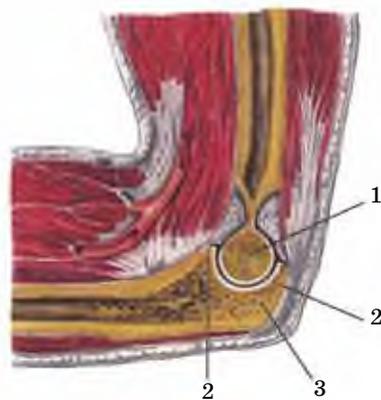


Рис. 76. **Локтевой сустав** (вертикальный разрез): 1 – блок плечевой кости; 2 – отростки локтевой кости; 3 – блоковидная вырезка локтевой кости

*Полусустав* – особый тип соединения костей, когда между костями образуется широкая хрящевая прокладка, внутри которой есть отверстие – щелевидная полость. Но суставная сумка при этом не образуется. Полусустав является как бы переходной формой между подвижным и полуподвижным соединениями. У человека так соединяется часть тазовых костей. Такой тип соединения особенно важен во время родов. В ходе беременности в организме женщины происходят биохимические изменения, которые делают это соединение более растяжимым.



*Суставная поверхность, гиалиновый хрящ, суставная сумка, суставная щель, суставная жидкость, суставные связки, вывих, хрящевые диски, мениски; суставы: простые, сложные, одноосные, двухосные, трехосные; полусустав.*



#### **Знание и понимание:**

1. Перечислите структуры в суставе. Укажите роль каждой из них.
2. Дайте определение понятию *полусустав*.
3. В чем заключается различие между простыми, сложными, одноосными, двухосными и трехосными суставами?

#### **Применение:**

1. Опишите функции коленной чашечки. Где она расположена и как крепится к окружающим структурам?
2. Из чего состоит простой сустав?

3. Опишите, каким образом происходит соединение костей без суставной сумки.

**Анализ:**

1. Проанализируйте процесс, в результате которого происходит растяжение полусустава.
2. Начертите схему «Строение суставов».

**Синтез:**

1. Дайте общее описание, какой сустав самый подвижный, а какой – наименее подвижен. Назовите их, поясните на примерах.
2. Приведите примеры, к каким костям крепятся полусуставы.

**Оценка:**

1. Напишите реферат «Функционирование, расположение и строение различных типов суставов».
2. Расскажите, при каком типе суставов можно осуществлять движения в трех направлениях. Перечислите их.
3. Выскажите свое мнение: где расположены и как называются связки, контролирующие амплитуду движений? Мог бы организм обойтись без них?

**Дискуссия:**

Обсудите, возможно ли иное строение сустава. Нужны ли изменения строения суставов человека, обеспечивающие бóльшую подвижность?

## §35. Строение и функции мышечной ткани.

### Классификация мышц тела человека

Описывать виды мышечной ткани и их функции. Изучать группы мышц человека и строение мышечного волокна



Что вы помните о мышечной ткани человека? Чем образован второй слой всех полых внутренних органов? Каковы его функции? Что такое миокард?

**Значение мышц.** *Мышцы*, или *мускулы*, – отдел опорно-двигательной системы, отвечающий за различные движения. В организме человека насчитывают более 600 мышц. Именно участие мышц обеспечивает его равновесие. *Диафрагма* (мышечная перегородка, отделяющая грудную полость от брюшной) и *межреберные мышцы* участвуют в процессе дыхания. Глотание, образование звуков, движение глаз, все типы двигательной активности осуществляются при помощи мышц. Вместе со скелетом они придают организму форму, обеспечивают вертикальное положение тела в пространстве.

**Характеристика мышечной ткани.** Мышцы образованы мышечными клетками – *миоцитами*. По строению они делятся на гладкие и поперечнополосатые (скелетные и сердечные) (см. рис. 8).

*Гладкие мышцы* (средняя оболочка) выстилают стенки полых внутренних органов и сосудов.

*Поперечнополосатые скелетные мышцы* состоят из клеток, имеющих поперечную исчерченность.

*Поперечнополосатая сердечная мышечная ткань* составляет основную массу сердца. А точнее, его второй слой – миокард. Так же, как и гладкие мышцы полых внутренних органов, сердечная мышца не относится к опорно-двигательной системе.

**Строение скелетных мышц.** Мышцы опорно-двигательной системы приводят в движение скелет. Они регулируются сознанием. Чаще всего оба конца скелетной мышцы прикрепляются к соседним костям, соединенным суставам. При сокращении мышца укорачивается и тянет на себя кости, к которым она прикреплена. Так скелетные мышцы производят движение.

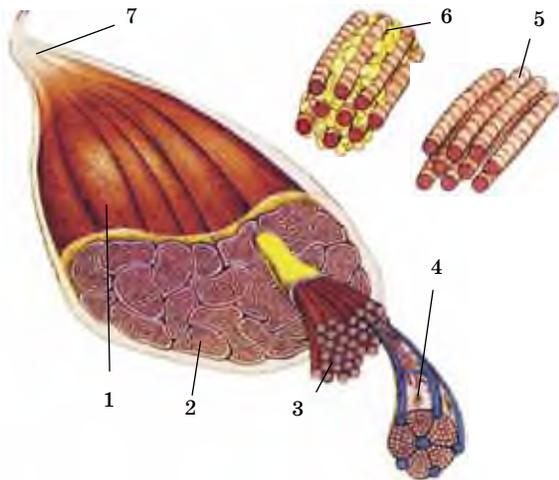
Исключение составляют несколько мышц. Это *круговые мышцы* рта и глаз, *мышца языка* и *мимические мышцы*. Последние одним концом прикрепляются к костям черепа, а другим – к коже и выражают эмоции (мимику).

Миоциты настоящих скелетных мышц такие крупные, что за это их называют *мышечными волокнами*. Эти клетки можно увидеть без микроскопа. Рассматривая вареное мясо, например говядину, можно выделить тончайшие нити, из которых оно состоит. Это и есть мышечные волокна. Конечно, у человека они меньше. Но их длина тоже может быть более 10 см. Для одной клетки это чрезвычайно много.

Снаружи мышцы покрыты *фасцией* (соединительнотканной оболочкой) (рис. 77). Между мышечными клетками – волокнами – находятся кровеносные сосуды и нервные волокна. По кровеносным сосудам транспортируется кровь, а нервные волокна регулируют сокращение мышц.

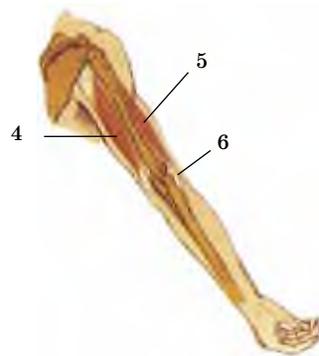
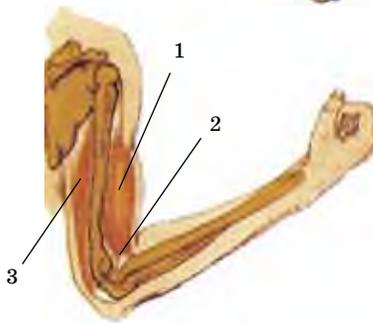
На концах скелетных мышц расположены *сухожилия*, образованные прочной соединительной тканью. С помощью сухожилий мышцы прикрепляются к костям. Сами сухожилия пассивны и в сокращении не участвуют. Сокращаясь, мышцы тянут кости на себя, но, расслабляясь, они не могут их отталкивать. В связи с этим к каждой кости крепятся 2 *мышцы-антагонисты* (противоположные). Они делятся на *сгибатели* и *разгибатели*. Например, при сокращении бицепса рука сгибается в локте, а при сокращении трицепса – разгибается (рис. 78).

**Сократимость** – основное свойство мышц. На каждое раздражение мышцы отвечают сокращением и расслаблением. Раздражение мышц в



**Рис. 77. Строение скелетной мышцы:**

- 1 – оболочка мышечных волокон (фасция);
- 2 – пучок мышечных волокон;
- 3 – мышечное волокно;
- 4 – мышечное волокно;
- 5 – развитые мышцы хорошо снабжаются кислородом;
- 6 – слабые мышцы «заплывают» жиром;
- 7 – сухожилие



**Рис. 78. Работа мышц:** 1 – двуглавая мышца плеча (бицепс), сокращаясь, укорачивается; 2 – рука в локте сгибается; 3 – трехглавая мышца (трицепс) расслабляется; 4 – трицепс, сокращаясь, укорачивается; 5 – бицепс расслабляется и удлиняется; 6 – рука выпрямляется

организме происходит с участием центральной нервной системы, от нее по нервам проводятся импульсы к мышцам. Сокращение мышц сопровождается использованием большого количества энергии.

#### **Классификация мышц:**

*по расположению* относительно отделов тела мышцы делятся на мышцы головы (рис. 79), шеи (рис. 80), спины, живота, груди, верхних и нижних конечностей и их поясов (рис. 81);

*по форме* различают длинные, короткие, широкие и круглые мышцы;

*по положению* – поверхностные и глубокие, наружные и внутренние, боковые и срединные (рис. 80);

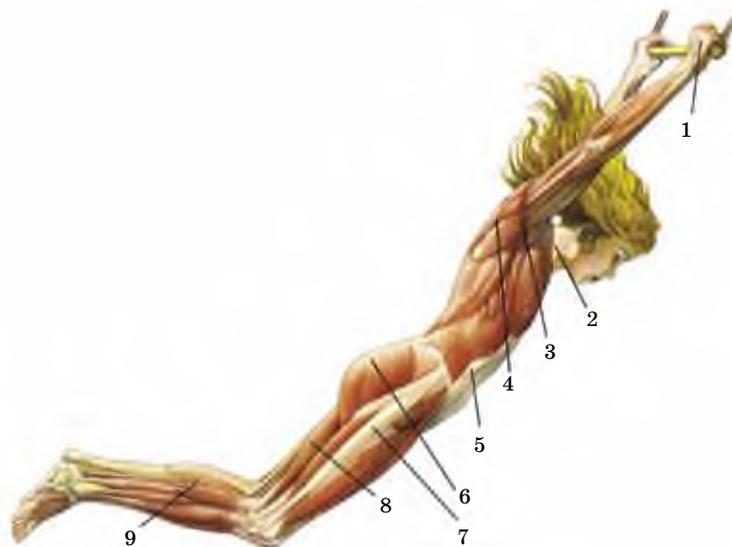
*по характеру* выполняемых движений и действию на сустав – сгибатели и разгибатели, приводящие и отводящие, вращающие и поднимающие, опускающие, сжимающие, расширяющие и др.



*Рис. 79. Мышцы головы в соответствии с функциональной нагрузкой подразделяются на мимические, жевательные и др.*



*Рис. 80. Мышцы шеи по своему расположению подразделяются на поверхностные, срединные и глубокие*



*Рис. 81. Мышцы, обеспечивающие движение тела: 1 – мышцы-сгибатели пальцев; 2 – мышцы, приводящие в движение шею и грудную клетку; 3 – дельтовидная мышца, приподнимающая верхнюю конечность; 4 – трапециевидная мышца, двигающая плечо; 5 – брюшные мышцы; 6 – большая ягодичная мышца, способствующая сохранению вертикального положения тела, помогающая ходить и подниматься; 7 – портняжная мышца, приводящая в движение переднюю сторону бедра; 8 – двуглавая мышца бедра, приводящая в движение бедро и голень; 9 – икроножная мышца, приводящая в движение голень и стопу*



**Утомление мышц.** Длительная работа приводит к утомлению мышц, снижению их работоспособности. Уменьшаются точность и сила движений.

После непродолжительного отдыха мышцы восстанавливают свою способность. Причиной их утомления зачастую бывает не усталость самих мышц, а утомление нервной системы (нервных центров) и действие вредных веществ (шлаков). Для предупреждения утомления во время работы рекомендуется делать перерывы. В минуты отдыха кровь обеспечивает мышцы кислородом и питательными веществами и способствует выделению из клеток организма вредных веществ.

Большое влияние на работоспособность человека оказывает его настроение. Когда работа делается с любовью и энтузиазмом, она выполняется легче, и утомление нарастает медленнее.



*Мышцы, мускулы, диафрагма, миоциты, гладкие и поперечно-полосатые мышцы, сердечная мышца, скелетные мышцы, круговые мышцы, мышца языка, мимические мышцы, мышечные волокна, фасция, сухожилия, мышцы-антагонисты, сгибатели, разгибатели, сократимость.*



#### **Знание и понимание:**

1. Клетки каких мышц настолько большие, что их видно без микроскопа?
2. Назовите количество мышц в организме человека.
3. Как соотносятся понятия: *миоцит, мышечное волокно, гладкая мышца, поперечнополосатая мышечная ткань*?

#### **Применение:**

1. Определите связь между фасцией и сухожилием. Опишите их функции.
2. Сравните гладкие и поперечнополосатые мышцы.

#### **Анализ:**

1. Выскажите ваше мнение: почему ребенок, умеющий копать картошку, выкопал яму диаметром 50 см за 30 мин, а ребенок, любящий играть в компьютерные игры, сделал ту же работу за час?
2. Докажите на примерах, как взаимосвязаны части, входящие в состав скелетной мышцы, и их функции. При помощи чего мышцы крепятся к костям?

#### **Синтез:**

1. Порассуждайте: могут ли мышцы обеспечивать сгибание и разгибание? Докажите на примерах.
2. Систематизируйте мышцы по следующим критериям: по расположению, строению клеток, характеру движений.

### Оценка:

Оцените роль каждой структуры, входящей в состав скелетной мышцы, и микроскопических структур клетки.

### Дискуссия:

Обсудите, какие факторы способствовали эволюции мышечной системы от кишечнополостных до человека.



**ЛР №10.** Изучение строения мышечных тканей. См. с. 248.

## §36. Гиподинамия, нарушения осанки и развитие плоскостопия. Их профилактика и причины возникновения

Называть последствия гиподинамии. Выявлять причины нарушения осанки и развития плоскостопия



Болезни какой системы органов, по данным ВОЗ, являются лидерами среди причин смертности населения?

**Гиподинамия** (от греч. *гипо* – понижение против нормы и *динамис* – сила) – это пониженная подвижность вследствие уменьшения силы движений. Сейчас, когда большинство видов работ механизировано, человечество столкнулось с *гипокинезией* (от греч. *гипо* и *кинезис* – движение). Это болезненное состояние малоподвижности. В результате снижения мышечной активности сердце, легкие и кровеносные сосуды остаются совершенно нетренированными и беззащитными перед любыми психическими или физическими нагрузками.

По данным ВОЗ (Всемирная организация здравоохранения), главной причиной смертности являются сердечно-сосудистые заболевания (инфаркты и инсульты). У людей, занимавшихся спортом в детстве и юности, риск инфаркта в 14 раз ниже по сравнению с нетренированными.

**Гигиена мышц.** Движение – такая же естественная потребность организма, как дыхание, питание и др. От повседневных физических нагрузок зависят не только сила мышц, но и эластичность связок, прочность костей, активность обмена веществ, состояние сердца, сосудов, легких и т. д. Физические упражнения помогают предупреждать и лечить болезни (лечебная физкультура).



Большое внимание развитию физических качеств уделялось в Древней Греции. Знаменитый врач древности Гиппократ отмечал, что физические упражнения помогают улучшить здоровье и побороть болезни.

Жесткая система физического воспитания существовала в Спарте (VIII–VI вв. до н. э.). Младенцев здесь не пеленали, чтобы свежий воздух и свобода движений укрепляли здоровье. Малышей приучали не бояться темноты, не плакать, не быть привередливыми в пище. До 7 лет дети жили в семье. С 7 до 18 лет юные спартанцы воспитывались в гимназиях, где занимались в основном спортом (бег, прыжки, борьба, кулачный бой, охота, военные игры и пр.) (рис. 82, 83). Они оставались воинами до старости.



Рис. 82. **Состязание в беге.**  
Роспись на древнегреческой керамике



Рис. 83. **Искусство рукопашного боя.**  
Скульптура. Мрамор. IV–I вв. до н. э.

Немного позже (V в. до н. э.) в Афинах юноши стали получать не только военно-физическую подготовку, но и разностороннее образование.

В традициях казахского народа тоже существовал культ физического воспитания и развития. Ездить верхом дети учились сразу же, как только начинали ходить. Подвижные народные игры, борьба и воинские навыки тренировали не только выносливость, мышечную силу, но и ловкость, зоркость, вестибулярный аппарат.

Сегодня можно заниматься различными видами спорта, другими видами физической активности. Необходимо, чтобы эти занятия не прерывались и составляли как минимум 9 ч в неделю.

**Предупреждение нарушения осанки и развития плоскостопия.** В школьном возрасте очень часто нарушается осанка. К искривлению позвоночника – *сколиозу* – могут привести следующие причины (рис. 84):

- 1) длительное согнутое положение спины за письменным столом;
- 2) несоответствие высоты стола и стула;
- 3) неправильная посадка при письме;
- 4) несоответствие роста тела крепости костей (при быстром интенсивном росте);

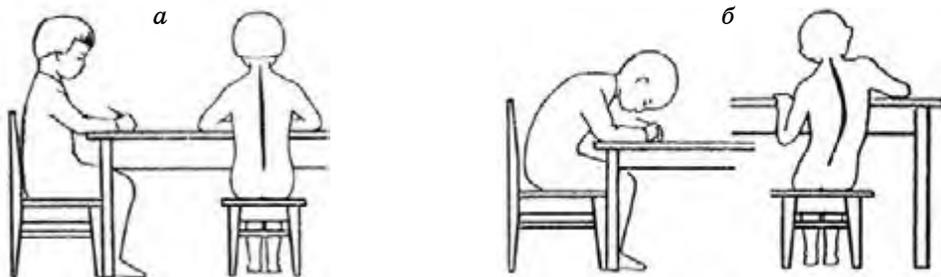


Рис. 84. Примеры правильной (а) и неправильной (б) осанки

5) слабость мышц;

6) неправильное распределение и большая масса переносимых грузов.

Для предотвращения искривлений позвоночника необходимо исключить эти причины. Следите за правильным положением тела при ходьбе и сидении, делайте перерывы в занятиях. Тренируйте и укрепляйте мышцы спины. Если заметили у себя нарушение осанки, обратитесь к врачу, спортивному тренеру или учителю физической культуры. Они помогут подобрать комплекс корректирующих упражнений. Во время занятий спортом старайтесь исключать или максимально ограничивать вертикальную нагрузку, т. к. это может вызвать радикулит, плоскостопие и остановку роста. Не занимайтесь самостоятельно подбором нагрузки. Помните! Искривления позвоночника приводят к нарушению работы спинного мозга и, как следствие, к болезням внутренних органов грудной и брюшной полостей, контролируемых им.

*Плоскостопие* – сглаживание свода стопы (рис. 85). Причины его возникновения:

- 1) слабое развитие мышц ног;
- 2) длительное стояние или сидение;



Рис. 85. Скелет и след здоровой стопы (а) и при плоскостопии (б)

- 3) перенос больших тяжестей;
- 4) ношение узкой, тесной или чрезмерно большой обуви;
- 5) ношение обуви без жесткого задника или на высоком каблуке.

Помните! Свод стопы равномерно распределяет тяжесть тела и защищает мышцы, кровеносные сосуды и нервы подошвы от сдавливания. Он действует как пружина во время ходьбы. При значительном плоскостопии у человека во время ходьбы возникает боль.

На развитие скелета влияет также питание, но решающая роль принадлежит скелетным мышцам. А их формирование во многом зависит от физических нагрузок.



*Гиподинамия, гипокинезия, сколиоз, плоскостопие.*



#### **Знание и понимание:**

1. Объясните, почему могут возникать сдавливания кровеносных сосудов стопы и боли в ступне. Признаком чего являются эти проявления?
2. Для каких органов в первую очередь опасен пассивный образ жизни?

#### **Применение:**

1. Назовите условия поддержания эластичности сухожилий, развития мускулатуры, прочности костей, увеличения ЖЕЛ, улучшения кровообращения.
2. Опишите, каким образом можно сформировать и поддерживать правильную осанку.

#### **Анализ:**

1. Выскажите ваше мнение, почему спартанцы были великими воинами.
2. Докажите на примерах, что важно вести активный образ жизни. Назовите болезни, которые возникают при атрофии и закупорке кровеносных сосудов.

#### **Синтез:**

1. Порассуждайте: какой древнегреческий ученый и почему считал, что физические упражнения помогают укреплять здоровье?
2. Дайте общее описание, к каким болезням может привести искривление позвоночника.

#### **Оценка:**

1. Оцените, насколько снижается риск развития сердечно-сосудистых заболеваний у людей, занимающихся спортом.
2. Подготовьте краткое выступление о пользе физической активности.

#### **Дискуссия:**

Обсудите, почему физкультура важна для каждого человека.

## §37. Биомеханические особенности движения человека, обусловленные прямохождением

Исследовать биомеханические особенности движения человека, обусловленные прямохождением



Видели ли вы, как приматы передвигаются по земле? Какие черты сходства и отличий скелета человека и животных вы можете привести?

**Особенности опорно-двигательной системы человека.** Скелет и мышцы человека и высших человекообразных обезьян (гориллы, шимпанзе, орангутаны) схожи. *Общие черты человека и приматов* следующие:

1. Одинаковые типы костей и типы их соединений.
2. Одинаковые отделы скелета и совпадающие в них кости.
3. Одинаковый химический состав костей.
4. Одинаковое строение клеток мышечной ткани.

*Отличия ОДС человека от приматов:*

1. Позвоночник S-образной формы, т. е. имеет 4 изгиба – 2 вперед и 2 назад. Такая конфигурация позволяет уменьшать вертикальную нагрузку и амортизировать при ходьбе.

2. Ноги длиннее и сильнее рук. Это связано с тем, что ноги должны выдерживать массу тела и переносимых грузов.

3. Затылочное отверстие в черепе смещено назад. То есть череп продолжает линию позвоночника и не выдвигается вперед. Это объясняется как увеличением головного мозга, так и уменьшением челюстей, их массы.

4. Люди – единственные живые существа, у которых мозговой отдел черепа значительно превышает лицевой. В ходе эволюции эти изменения определили два процесса:

1) развитие головного мозга и увеличение его объема (почти в 3 раза);  
2) приготовление пищи на огне – ее обработка и размягчение, вследствие чего отпала необходимость в мощных челюстях.

5. Уменьшились гребни на черепе, служащие для прикрепления жевательных мышц, и сами челюстные кости.

6. Нижняя челюсть имеет подбородочный выступ. Это связано с формированием членораздельной речи. Антропологи полагают, что полноценная речь появилась с того момента, как форма челюсти предков человека стала современной – подковообразной.

7. Грудная клетка стала более плоской, а тазовые кости – более чашеобразными. У обезьян, сильно опирающихся на передние конечности, центр тяжести находится гораздо выше. Поэтому у них выпуклая

грудная клетка и плоский таз. У человека центр тяжести находится в поясничной области.

8. Плечи человека стали более развернутыми. Ширина грудной клетки у людей превосходит длину и значительно – глубину. Это также связано со смещением центра тяжести и использованием рук при работе.

9. Появляется свод стопы. Человек, даже с самым сильным плоскостопием, имеет свод стопы выше, чем у любой обезьяны. Такая конструкция позволяет подолгу ходить, не зажимая кровеносных сосудов.

10. Развита мышца предплечья, обеспечивающая круговые движения опущенной руки. Обезьяны не способны достичь такой амплитуды движений.

11. Большой палец противопоставляется остальным под углом  $90^\circ$ . У приматов передние конечности развиты лучше, чем у кого-либо из животных. Но все-таки достичь подвижности пальцев и руки, свойственной человеку, не удалось даже специально дрессированным обезьянам!

12. Хорошо развиты мимические мышцы и мышца языка. Это связано с развитием второй сигнальной системы, т. е. словесного общения людей, в ходе которого передается куда более разнообразная информация, чем в стаях приматов.

В целом отличия обусловлены трудовой деятельностью и прямохождением.

**Рычаги в теле человека.** Любое тело, которое может вращаться вокруг неподвижной опоры, называется *рычагом*. Кости туловища и конечности являются рычагами, с помощью которых осуществляются движения тела в пространстве.

Работа мышц также осуществляется по принципу рычага. Сокращаясь, они приводят в движение кости, действуя на них как рычаги. Кости начинают двигаться вокруг точки опоры под влиянием приложенной к ним силы.

Таким образом, конечности действуют как сложные системы рычагов. Они удерживают в равновесии тело в вертикальном положении. Благодаря тону мышцы сопротивляются силе тяжести и преодолевают ее, сгибают и разгибают руку или ногу и мн. др. (см. рис. 75, 76, 78).



#### **Знание и понимание:**

1. Объясните, благодаря каким эволюционным изменениям люди научились говорить.
2. Перечислите отличия и сходство ОДС человека и приматов. Объясните, по какой причине люди перешли к прямохождению.

**Применение:**

1. Опишите, к каким изменениям в скелете привела тепловая обработка пищи.
2. Определите связь между прямохождением и теми изменениями ОДС, к которым это привело.

**Анализ:**

1. Выскажите ваше мнение о причинах формирования у людей свода стопы. Для чего он нужен?
2. Докажите на примерах, чем принципиально отличается кисть человека от кисти примата.

**Синтез:**

1. Систематизируйте по критериям изменения ОДС, возникшие у людей относительно приматов.
2. Оцените роль S-образной формы позвоночника.

**Оценка:**

Выскажите свое мнение: по какой причине мимика у людей развита лучше, чем у приматов?

**Дискуссия:**

Обсудите, как может меняться опорно-двигательная система человека в будущем, и какие факторы на это могут повлиять.

## Раздел 9. КООРДИНАЦИЯ И РЕГУЛЯЦИЯ

### §38. Строение и гигиена органов зрения

Исследовать особенности зрительного восприятия  
и описывать правила гигиены зрения



Вспомнив материал учебника 7 класса (§38), ответьте: в каких долях коры больших полушарий головного мозга находятся центры зрения и кожно-мышечной чувствительности?

Человек воспринимает окружающую действительность с помощью *органов чувств*. Их пять: *зрение, слух, обоняние, вкус и осязание*.

Важнейшим органом чувств для человека является зрение. Подавляющее большинство информации об окружающем мире мы получаем через глаза.

**Строение органа зрения.** Светочувствительные клетки глаза – *фоторецепторы* – воспринимают отраженный от предметов свет.

В состав глаза входят непосредственно сам *глаз*, или *глазное яблоко* (рис. 86), и вспомогательные части: веки, брови, ресницы, слезные железы, глазные мышцы. Глазное яблоко состоит из трех оболочек и «оптической системы». Оптикой называются прозрачные структуры, пропускающие свет и фокусирующие его (собирающие отраженные световые лучи).

Наружная оболочка – плотная соединительнотканная *склера* (*белочная оболочка*). Она в свою очередь как бы делится на две оболочки: роговицу и собственно белочную оболочку. Прозрачная *роговица* расположена впереди глаза. Ее можно увидеть, если посмотреть на глаз другого чело-

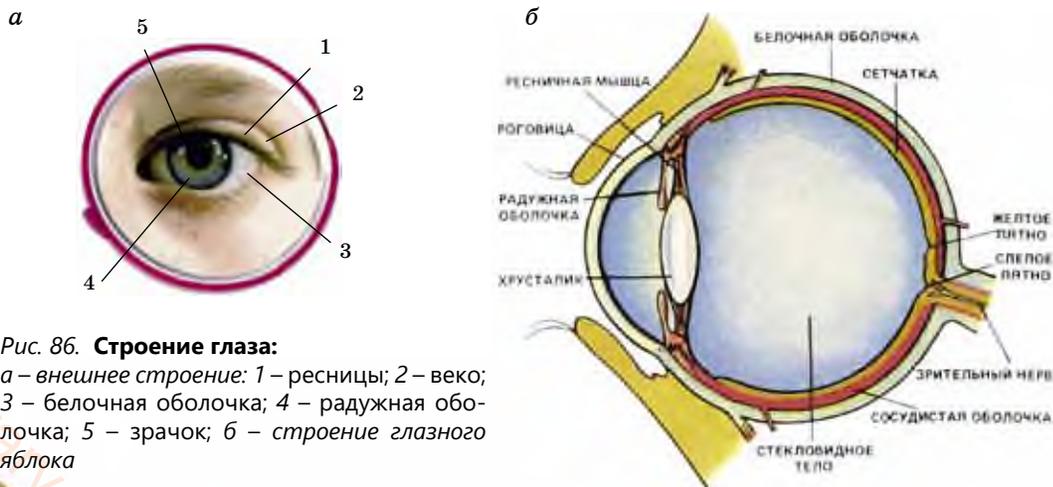


Рис. 86. **Строение глаза:**

*а* – внешнее строение: 1 – ресницы; 2 – веко; 3 – белочная оболочка; 4 – радужная оболочка; 5 – зрачок; *б* – строение глазного яблока

века сбоку. Она похожа на выпуклое прозрачное стекло на циферблате часов. Роговица одновременно пропускает свет и защищает глаз от мелких частиц. В ней много осязательных рецепторов. Они похожи на рецепторы кожи, но невероятно «преувеличивают» воздействующий на них предмет-раздражитель. Поэтому даже мелкая соринка воспринимается в глазу как что-то большое. От прикосновения к рецепторам роговицы срабатывает слезоотделительный рефлекс. Слезная жидкость скользит по роговице, омывает ее и удаляет раздражитель.

Другая часть склеры – это непосредственно *белочная оболочка*, которую мы легко можем увидеть в зеркало. Она плотная, защищает глаз от более крупных соринки, которые могут пройти сквозь роговицу. Так, например, деревянная и металлическая стружка или отлетающая во время обмолота ость злаков часто повреждают роговицу, но задерживаются белочной оболочкой. К белочной оболочке прикрепляются и мышцы, вращающие глазное яблоко.

Средняя оболочка – *сосудистая*. Множество ее мелких кровеносных сосудов обеспечивают глаз питательными веществами и кислородом. Внутренняя часть сосудистой оболочки черная, чтобы излишний свет не повредил фоточувствительные рецепторы.

Спереди сосудистая оболочка образует *радужку* – *радужную оболочку*. Пигмент этой оболочки определяет цвет глаз (черные, карие, голубые, зеленые и др.). В центре радужки находится отверстие – *зрачок*. Радужка регулирует его размер. Если свет тусклый, зрачок расширяется, если яркий – сужается (рис. 87).



Рис. 87. Зрачок в норме и расширенный

Внутренняя оболочка – *сетчатка*. В ней расположены светочувствительные рецепторы. Это нервные клетки, в которых возникает возбуждение вследствие попадания на них световых лучей. Через *зрительный нерв* нервные импульсы проводятся в зрительную зону коры больших полушарий. На сетчатке располагается *желтое пятно* (область наилучшего видения) и *слепое пятно*, на котором нет рецепторов. Отсюда выходит зрительный нерв.

Глаз включает три **оптические системы**: переднюю камеру, хрусталик и стекловидное тело.

Между роговицей и радужкой есть выпуклое пространство – *передняя камера*. Она делает глаз более выпуклым спереди и предохраняет внутренние части при ударах. Это пространство заполнено прозрачной жидкостью (камерной влагой). Передняя камера не преломляет световые лучи. Она не изменяет и не затемняет их. Ее роль – придание формы и защита.

Пройдя сквозь зрачок, свет попадает на *хрусталик*. Это вторая оптическая система. Хрусталик представляет собой двояковыпуклую линзу, образованную нашим организмом. Он не просто пропускает световые лучи через себя, но и собирает (фокусирует) их. Без хрусталика отраженный свет был бы настолько рассеян, что его силы не хватило бы, чтобы вызвать возбуждение рецепторов на сетчатке.

У хрусталика есть еще одна важнейшая задача: он обеспечивает *аккомодацию* глаза. Изменяя свою кривизну, хрусталик позволяет четко видеть предметы, находящиеся от нас на разных расстояниях. Растягивает или уплощает хрусталик специальная *ресничная мышца*, прикрепленная к нему сверху и снизу. С возрастом связки, прикрепляющие ресничную мышцу, могут растягиваться, хрусталик теряет эластичность, и зрение ухудшается.

За хрусталиком расположена третья оптическая система – *стекловидное тело*. Это прозрачная бессосудистая студенистая масса, похожая по структуре на плотное желе – коллоид. Стекловидное тело пропускает солнечные лучи на сетчатку, никак не изменяя их. Его единственная функция – сделать глаз круглым. Кроме того, стекловидное тело является как бы прозрачным каркасом глаза.

**Нарушения зрения.** Одна из главных характеристик зрения – его острота. *Острота зрения* определяет предельную способность глаза различать мелкие предметы. Мы оценим ее в ходе лабораторной работы с помощью буквенных таблиц.

Чаще всего встречаются такие нарушения зрения, как близорукость и дальнозоркость. *Близорукость* возникает, когда лучи света сходятся (фокусируются) до сетчатки (рис. 88, *г*). Она бывает врожденной и приобретенной. Часто она встречается и у школьников. Близорукость появляется при чтении лежа или при плохом освещении, чрезмерном увлечении телевизором и при других нарушениях гигиены зрения. Близорукие люди видят удаленные предметы расплывчатыми.

С возрастом зрение изменяется. После 45–50 лет способность видеть с близкого расстояния ухудшается из-за уменьшения эластично-

сти хрусталика. Развивается так называемая *дальнозоркость* (рис. 88, *е*). При этом лучи сходятся в фокусе за сетчаткой. Дальнозоркие люди близкие предметы видят расплывчатыми.

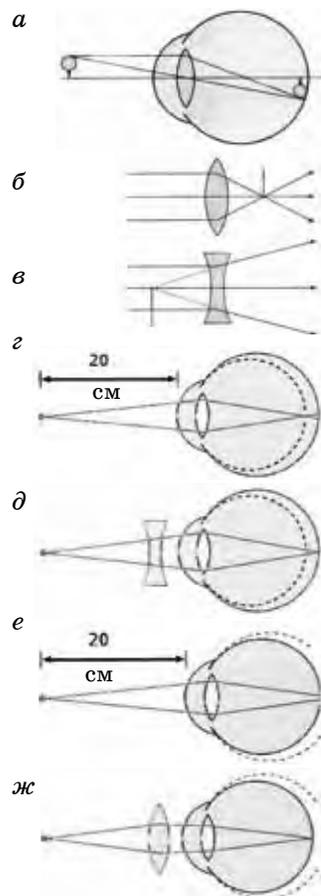
При нарушении аккомодации используют очки с различными линзами. При близорукости изображение формируется перед сетчаткой, поэтому нужны двояковогнутые рассеивающие линзы очков (рис. 88, *д*). При дальнозоркости изображение формируется за сетчаткой, поэтому нужны двояковыпуклые собирающие линзы (рис. 88, *ж*).

*Дальтонизм* представляет собой наследственное заболевание – неразличение цвета. Чаще не различаются красный и зеленый цвета, иногда – только оттенки отдельных цветов.

*Конъюнктивит* – распространенное инфекционное заболевание глаз. Это бактериальное воспаление слизистой оболочки – верхнего слоя роговицы. Кроме инфекции причиной конъюнктивита может стать загрязнение глаза – попадание в него пыли, песка, соринки и т. д.

**Гигиена зрения. Правила сохранения зрения:**

- защищать глаза от попадания инородных тел, от травм;
- регулировать световой режим: освещение не должно быть слишком ярким или слабым;
- при чтении и письме свет должен падать слева;
- расстояние между книгой и глазами должно быть 30–35 см;
- продолжительность просмотра телепрограмм не должна превышать 2,5–3 ч, а расстояние до телевизора должно составлять не менее 3 м;
- пища должна быть богата витамином А;



**Рис. 88. Схема расположения лучей света при дальнозоркости и близорукости:** *а* – перевернутое изображение на сетчатке; *б* – двояковыпуклая линза собирает лучи; *в* – двояковогнутая линза рассеивает лучи; *г* – при близорукости лучи пересекаются до сетчатки; *д* – коррекция близорукости с помощью двояковогнутой линзы; *е* – при дальнозоркости лучи пересекаются за сетчаткой; *ж* – коррекция дальнозоркости с помощью двояковыпуклой линзы

- чередовать умственный и физический труд;
- не курить и не принимать алкоголь;
- не читать лежа или в транспорте.

При попадании в глаз инородного тела промывайте его в направлении от наружного края к внутреннему. При попадании в глаз кислоты, щелочи промывайте глаз проточной водой. Никогда не трите глаза руками, вытирайте чистым, мягким платком.



*Фоторецепторы, глазное яблоко, склера, роговица, белочная, сосудистая и радужная оболочки, зрачок, сетчатка, слепое и желтое пятна, зрительный нерв, передняя камера, хрусталик, accommodation, стекловидное тело, близорукость, дальновзоркость, дальтонизм, конъюнктивит.*



#### **Знание и понимание:**

1. Дайте определение понятию «рецепторы». Сколько их типов расположено в органах чувств?
2. Назовите оболочки глаза и их части.
3. Что вы понимаете под словосочетанием «*вспомогательные части органа зрения*»?

#### **Применение:**

1. Перечислите правила, применение которых позволяет сохранять хорошее зрение.
2. Определите связь между строением и функциями следующих структур:
  - роговица;
  - собственно белочная оболочка;
  - радужка;
  - сосудистая оболочка;
  - сетчатка.

#### **Анализ:**

1. Проанализируйте этапы прохождения луча света через структуры глаза.
2. Изобразите в виде схемы преобразование света в органе зрения и зрительном анализаторе до появления зрительных ощущений.
3. Рассмотрите рис. 86 и объясните расположение структур глазного яблока.

#### **Синтез:**

1. Порассуждайте: почему те организмы, у которых в ходе эволюции хрусталик не сформировался, могут только различать свет и темноту, но не видят предметы?

2. Установите взаимосвязь строения и функций каждой оптической системы глаза. Данные можно оформить в виде таблицы.

**Оценка:**

Выстройте в верной последовательности процессы, происходящие во время зрительного восприятия, начиная от отражения света от предмета и заканчивая осознанием увиденного изображения.

**Дискуссия:**

Устройте в классе дебаты по резолюции «Зрение можно сохранить в течение всей жизни».



**ЛР №11. Исследование зрительного восприятия.** См. с. 249.

### §39. Строение и гигиена органа слуха

Исследовать особенности слухового восприятия и описывать правила гигиены слуха



В каких долях коры больших полушарий головного мозга находится центр слуха? У кого из животных и в связи с чем впервые появилось среднее ухо, а у кого – наружное?

**Строение органа слуха.** Орган слуха – **ухо**. У человека, как и других млекопитающих, оно состоит из трех отделов: наружного, среднего и внутреннего.

**Наружное ухо** впервые в эволюции появляется только у млекопитающих. Оно включает в себя ушную раковину и слуховой проход. *Ушная раковина* улавливает и направляет звук внутрь уха. *Слуховой проход* проводит звук. Кроме этого, в нем находятся железы, которые выделяют ушную серу. Это вещество выполняет защитную роль: задерживает и склеивает частицы пыли и вредных микробов. Заканчивается слуховой проход перегородкой – плотной, туго натянутой *барабанной перепонкой* (рис. 89).

По слуховому проходу звуковые волны достигают барабанной перепонки, ударяются в нее и колеблют, заставляя вибрировать. Частота вибрации барабанной перепонки тем больше, чем выше звук. Чем сильнее звук, тем сильнее колеблется перепонка. Если звук совсем слабый, еле слышимый, то эти колебания очень малы.

**Среднее ухо** лежит за барабанной перепонкой и представляет собой заполненную воздухом полость, которая соединена с носоглоткой *слухо-*

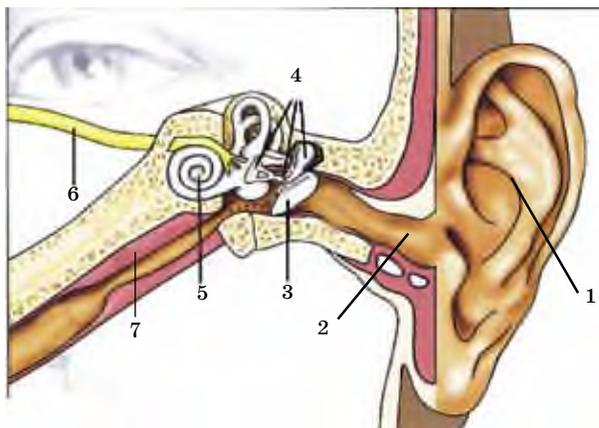


Рис. 89. Строение уха:

- 1 – ушная раковина;
- 2 – слуховой проход;
- 3 – барабанная перепонка;
- 4 – слуховые косточки;
- 5 – улитка;
- 6 – слуховой нерв;
- 7 – слуховая труба

вой, или *евстахиевой, трубой*. При глотании полость открывается, происходит обмен воздухом. В обычное время она закрыта.



Давление в полости среднего уха такое же, как атмосферное. Поэтому при повышении или понижении атмосферного давления уши закладывает (особенно при полете в самолете). В этих случаях рекомендуется держать рот приоткрытым или делать частые глотательные движения, например сосать леденцы. При глотании давление в среднем ухе выравнивается.

В полости среднего уха расположены три маленькие *слуховые косточки*, соединенные между собой: молоточек, наковальня и стремечко (рис. 90). Эти косточки передают колебания барабанной перепонки во внутреннее ухо. Сначала *молоточек*, сочлененный с барабанной перепонкой, передает ее колебания на *наковальню*. А затем усиленные колебания передаются на *стремечко*.

Среднее ухо от внутреннего отделяет пластинка, в которой имеются два окна, затянутых перепонкой (мембраной). В одно из них, *овальное*, и стучится стремечко.

**Внутреннее ухо** расположено в глубине височной кости черепа. Оно представляет собой систему *лабиринта* и извитых каналов, заполненных жидкостью. В лабиринте находятся орган слуха – *улитка* и орган равновесия – *вестибулярный аппарат* (рис. 91). Улитка (спирально закрученный канал) заполнена особой жидкостью. Чтобы жидкость не вытекала, улитка ограничена мембранами *овального* и *круглого* окон. В овальное окно и стучится стремечко. Колебания жидкости, заполняющей улитку, раздражают слуховые рецепторы. В них возникают импульсы, которые по слуховому нерву передаются в головной мозг. Так звуковая волна преобразуется в нервную сигнализацию:

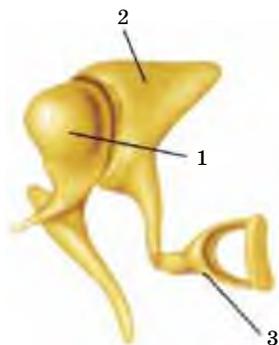


Рис. 90. **Слуховые косточки среднего уха:** 1 – молоточек; 2 – наковальня; 3 – стремечко

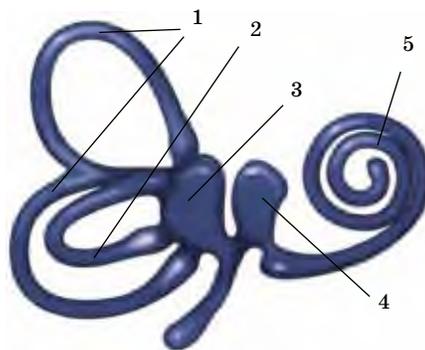


Рис. 91. **Вестибулярный аппарат:** 1–2 – полукружные каналы; 3–4 – мешочки преддверия улитки; 5 – улитка

звуковая волна → слуховой проход → колебания барабанной перепонки → колебания слуховых косточек → колебания перепонки овального окна → колебания жидкости в улитке → раздражение слуховых рецепторов → формирование нервных импульсов

Вестибулярный аппарат состоит из двух маленьких *мешочков* и трех *полукружных каналов*. Они заполнены студенистой жидкостью. Внутри каждого канала есть рецепторы. Они посылают в головной мозг информацию об изменении положения тела. В стенках мешочков тоже есть рецепторы.

**Значение органа слуха** для человека очень велико. Оно особенно возросло после появления речи. Ведь, несмотря на использование письменности, непосредственную живую речь мы можем воспринимать только с помощью органа слуха. Кроме этого, слух приносит разнообразную информацию об окружающем мире звуков.

**Гигиена органа слуха.** Для нормального функционирования органа слуха необходимо соблюдать его гигиену. При скоплении ушной серы в наружном слуховом проходе образуется серная пробка, и человек начинает плохо слышать. Поэтому уши необходимо регулярно очищать. При этом нельзя пользоваться острыми и твердыми предметами, так как можно поранить барабанную перепонку.

На органы слуха воздействует и алкоголь. Пьяный человек слышит звуки, но определить, откуда они исходят, он зачастую не может. Кроме того, он не способен сохранять равновесие, так как нарушаются функции вестибулярного аппарата, который связан с мозжечком и отвечает за положение тела в пространстве.

Отмечено, что слух у 70-летних людей, живущих в горах, соответствует слуху 20-летних людей, живущих в городе. Это происходит потому, что городские жители постоянно испытывают нагрузки на барабанную перепонку от сильных шумов. Если вы хотите надолго сохранить нормальный слух, остерегайтесь громких звуков. Берегите слух.



*Наружное ухо, ушная раковина, слуховой проход, барабанная перепонка, среднее ухо; слуховая, или евстахиева, труба; слуховые косточки: молоточек, наковальня, стремечко; внутреннее ухо, улитка, полукружные каналы, вестибулярный аппарат.*



#### **Знание и понимание:**

1. Что такое слуховые косточки?
2. Объясните, почему выделяют наружное, среднее и внутреннее ухо. Чем они отличаются?
3. Каков порядок прохождения звуковых колебаний по структурам уха?

#### **Применение:**

1. Опишите функции среднего уха.
2. Определите связь между особенностями строения и функциями наружного уха.
3. Сравните строение вестибулярного аппарата и самой улитки. Выявите сходство и отличия.

#### **Анализ:**

1. Выскажите ваше мнение о причинах ухудшения слуха.
2. Заполните таблицу. Проанализируйте взаимосвязь отделов уха.

#### **Строение уха и его функции**

Отдел уха	Особенности строения	Функции
Наружное ухо		
Среднее ухо		
Внутреннее ухо		

#### **Синтез:**

1. Напишите эссе о прохождении звуковых волн через структуры уха.
2. Опишите роль каждого из элементов уха.

#### **Оценка:**

Оцените следующие данные:

- 1) в экспериментах над животными ученые поместили сов и летучих мышей в ангар с разнообразными предметами, лишенный света, и

наблюдали за ними через специальные камеры, работающие в полной темноте. Совы натыкались на предметы, падали и не могли нормально летать. А летучие мыши чувствовали себя прекрасно, летали четко и скоординированно. Попробуйте это объяснить;

- 2) в экспериментах над животными ученые удалили характерные перья на голове ушастого филина. После этого птица стала хуже слышать. Попробуйте это объяснить.

### Дискуссия:

Обсудите результаты описанных экспериментов.



**ЛР №12.** Исследование особенностей слухового восприятия. См. с. 250.

## §40. Механизмы функционирования зрительных и слуховых рецепторов

Соотнести структуру зрительных и слуховых рецепторов с их функциями



В какой части глаза находятся рецепторные клетки? Какой тип раздражителя воспринимают зрительные рецепторы? В какой части уха находятся рецепторные клетки? Какой тип раздражителя воспринимают слуховые рецепторы?

**Зрительные рецепторы** – палочки и колбочки (рис. 92). Они расположены в сетчатке глаза. Как и любые рецепторы, они воспринимают определенный тип раздражителей. В палочках и колбочках возникает нервный импульс, т. е. слабый электрический ток, из-за попадания на них отраженного от предметов света. Тонкие биохимические механизмы возникновения нервного импульса очень сложны. Но в общем это биохимическое изменение определенных веществ в рецепторных клетках. Как в палочках, так и в колбочках содержатся специфические вещества – зрительные пигменты. Мы привыкли, что пигменты – это вещества, придающие чему-либо цвет. Пигменты рецепторов тоже имеют цвет, но их значение для организма иное, чем, например, пигмент радужки, делающий глаза карими, черными или зелеными. Значение рецепторных пигментов в том, что от взаимодействия с кван-

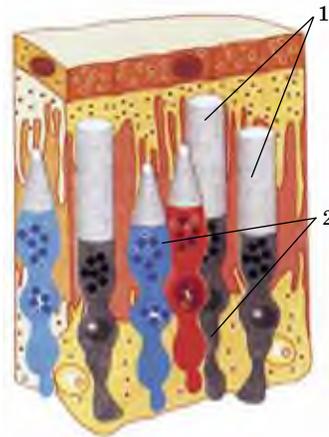


Рис. 92. Строение сетчатой оболочки глаза:  
1 – палочки; 2 – колбочки

тами отраженного света они изменяются биохимически. В результате в клетках запускаются механизмы, приводящие к выработке нервного импульса.

*Палочек* больше, они сосредоточены по краям сетчатки. Их зрительный пигмент – *родопсин*. Он позволяет видеть черно-белое изображение, поэтому может работать даже при плохом освещении, например в сумерках или на рассвете.

*Колбочек* меньше. Они расположены в центре сетчатки, где образуют *желтое пятно*. Это место наилучшего видения. Там вообще нет палочек и содержатся только колбочки. В них есть пигмент *йодопсин*. Он позволяет видеть цветное изображение. Но колбочки способны работать только при ярком освещении.

Следует отметить, что биохимически родопсин близок к витамину А – ретинолу. Поэтому употребление витамина А в больших дозах стимулирует сумеречное зрение.

На сетчатке рядом с желтым пятном находится *слепое пятно*. Это место выхода глазного нерва. В нем вообще нет рецепторов – ни палочек, ни колбочек. Поэтому попавшее сюда изображение не воспринимается рецепторами, т. е. мы его не видим.

Собираясь от всех рецепторов сетчатки, нервные импульсы поступают по зрительному (глазному) нерву в затылочную долю коры больших полушарий. Именно тут они анализируются – расшифровываются. Тогда мы понимаем, какое изображение видит наш глаз.



Расшифровывая изображение, мозг «переворачивает» его. Проходя через хрусталик, изображение «переворачивается» в первый раз – на сетчатке оно возникает перевернутым. С рождения и до формирования чувства равновесия человек видит мир «вверх ногами». Примерно в возрасте 3 месяцев, когда человек учится держать голову, у него формируются понятия «верх» и «низ». Тогда и мозг начинает «переворачивать» изображение, возникающее на сетчатке, и воспринимать мир правильно.

**Слуховые рецепторы** называются *волосковыми клетками* и находятся в улитке. Причем эти клетки формируют не только слуховое восприятие, но и чувство равновесия – вестибулярный аппарат.

Нервные импульсы в слуховых рецепторах возникают вследствие колебания жидкости в улитке. Вспомним, что звук – колебания воздуха – колеблет барабанную перепонку, которая передает их слуховым косточкам, стремечко стучит в мембрану овального окна и колеблет жидкость в улитке. Волосковые клетки – классические механические рецепторы. В них возникает нервный импульс от механического воздействия, в дан-

ном случае не от давления, а от колебаний. Слуховые рецепторы человека очень чувствительны.



Но у собак они в 5 раз чувствительнее. Ученые предполагают, что собаки слышат, как в летние дни перемещаются из-за жары потоки воздуха. Если представить волосковидную клетку человека в виде Эйфелевой башни, то отклонение ее верхушки всего на 12 см уже приводило бы к возникновению нервного импульса.

Возбуждение от рецепторов улитки передается по слуховому нерву в слуховую область – височную долю коры больших полушарий. Слуховая зона КБП отвечает за расшифровку звука, и мы понимаем, что мы слышим.



*Палочки, колбочки, родопсин, йодопсин, желтое и слепое пятно, волосковые клетки.*



#### **Знание и понимание:**

1. Объясните, для чего нужны палочки, а для чего – колбочки.
2. От чего возбуждаются слуховые рецепторы, и где они расположены?

#### **Применение:**

1. Сравните слепое и желтое пятно, найдите сходство и отличия.
2. Опишите связь между слуховыми рецепторами и рецепторами вестибулярного аппарата. Приведите доказательства того, что они являются механорецепторами.

#### **Анализ:**

1. Проанализируйте механизм работы фоторецепторов.
2. Изобразите в виде схемы прохождение звуковой, механической и электрической (нервный импульс) волн через слуховой анализатор.

#### **Синтез:**

1. У кротов, слепышей и землероек очень слабо развито зрение (почти отсутствует). Но и ушные раковины у этих животных тоже плохо развиты, в отличие от их сородичей – ежей. Попытайтесь это объяснить.
2. Систематизируйте по критериям фоторецепторы: тип пигмента, место расположения на сетчатке, условия освещения, количество, качество и особенности цветовосприятия.
3. Сравните их, составьте таблицу.

#### **Оценка:**

1. Выскажите свое мнение о следующем факте. Австралийский исследователь сконструировал очки, точно копирующие действия хрусталика

глаза. Когда он их надел, *мир перевернулся с ног на голову*. Не снимая очков, примерно за месяц он научился ориентироваться в пространстве, самостоятельно есть, ходить и даже ездить на велосипеде. Но когда он снял очки, «мир снова перевернулся». Теперь его адаптация заняла меньше времени – 10 дней. Попробуйте объяснить и оценить логику данного эксперимента.

2. Напишите реферат об эволюции органа слуха у позвоночных животных.



**ЛР №13. Определение слепого пятна. Опыт со смешением цветов, воздушной и костной проводимости.** См. с. 251.

#### §41. Гуморальная регуляция – управление с помощью гормонов

Определять расположение эндокринных, экзокринных и смешанных желез. Объяснять основные функции желез



Какая система органов управляет организм человека? У всех ли животных она сформирована? Как управляются примитивные животные, разнообразные растения, у которых данная система отсутствует?

**Классификация желез по типам секреции.** *Железы* – это органы, состоящие из клеток железистого эпителия. В этих клетках образуются (синтезируются, секретируются) какие-либо вещества. Синтез веществ принято называть *секрецией*, а выделяемые ими вещества – *секретами*.

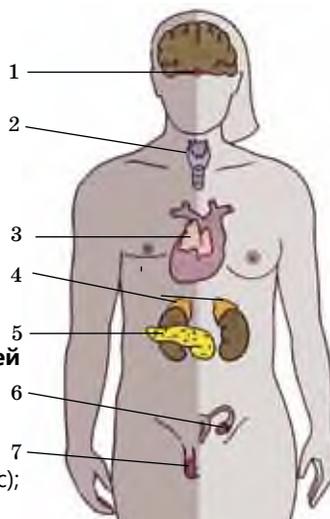
После образования секреты выделяются из клеток железистого эпителия через мембрану. В зависимости от того, куда попадут секреты после выделения из клеток, железы подразделяются на три группы: внешней секреции, внутренней и смешанной.

*Железы внешней секреции* (экзокринные) выделяют секреты в какой-либо проток или на поверхность тела. К ним относятся печень, молочные, слезные, слюнные, потовые, сальные железы, а также железы желудка и кишечника (пищеварительные).

*Признаки экзокринных желез:*

- 1) наличие протоков;
- 2) выделение секретов в орган или на поверхность тела (но не в кровь);
- 3) как правило, образуется и выделяется много секрета (граммы, миллилитры). Секреты не вызывают изменений в работе органов, поэтому их называют *соками*, например пищеварительные соки.

*Железы внутренней секреции* (эндокринные) не имеют протоков и выделяют вещества прямо в омывающую их кровь или лимфу. Это гипо-



**Рис. 93. Железы внутренней и смешанной секреции:**

- 1 – гипофиз;
- 2 – щитовидная железа;
- 3 – вилочковая железа (тимус);
- 4 – надпочечники;
- 5 – поджелудочная железа;
- 6, 7 – половые железы.

физ, щитовидная, паращитовидные, вилочковая железы и надпочечники (рис. 93).

*Признаки эндокринных желез:*

- 1) отсутствие протоков;
- 2) выделение секретов в кровь;
- 3) их секреты называются гормонами. Они вырабатываются в минимальных количествах – микрограммах и приводят к изменениям состояния сразу многих органов и тканей.

Железы *смешанной секреции* одновременно выделяют гормоны в кровь, а соки – в протоки. Желез смешанной секреции в организме всего две. Это поджелудочная железа и половые железы – семенники у мужчин и яичники у женщин. Поджелудочная железа (см. рис. 36, 3, 4) секретирует гормоны инсулин и глюкагон в кровь. Это ее внутрисекреторная функция. А поджелудочный (панкреатический) сок через протоки поступает в кишечник – в 12-перстную кишку. Это внешняя секреция.

Половые железы как внешнесекреторные органы образуют и выделяют половые клетки, т. е. женские яйцеклетки и мужские сперматозоиды, в протоки половых желез. А мужские и женские половые гормоны поступают в кровь. Это уже внутренняя секреция.

**Гормоны и гуморальная регуляция.** *Гормоны* – биологически активные вещества, образующиеся в эндокринных железах и способные вызывать изменения в организме. Управление организмом с помощью гор-

монов и других веществ осуществляется железами внутренней секреции через жидкость – кровь. Такой тип регуляции называется *гуморальной регуляцией*.



В эволюции гуморальный способ управления организмом появился раньше, чем управление с помощью нервной системы. У одноклеточных животных, обитавших в океане, как и у низших растений – водорослей, главным источником поступающих в организм сигналов была окружающая их вода. Видимо, первоначально гуморальная регуляция сводилась к управлению организмом через любые жидкости. Поэтому и возник сам термин *гуморальная* (от лат. *гумор* – жидкость) *регуляция*, осуществляемая с помощью химических веществ через жидкости – жидкие среды организма (кровь, лимфу, межклеточную жидкость).

Гормоны человека, как и других позвоночных, образуются в железах внутренней секреции. Подобные вещества есть и у растений и некоторых беспозвоночных. В растительных организмах образуются фитогормоны. Они стимулируют рост и развитие растений. А гормоны, стимулирующие созревание плодов, образуются в зрелых и переспелых плодах. В жизни членистоногих важны гормоны, вызывающие своевременно линьку и контролирующие рост и взросление организма.

Гормоны – это специфические вещества, которые воздействуют сразу на несколько процессов, изменяя работу группы клеток или органов. Например, гормон стресса *адреналин* действует как симпатический отдел нервной системы: учащает сердцебиение, повышает давление, расширяет бронхиолы и капилляры сердца, сужает капилляры органов пищеварения, кожи, повышает давление, количество глюкозы в крови.

Кроме гуморальной нашему организму свойственна *нервная регуляция* (с помощью головного мозга и других отделов ЦНС). Эндокринная и нервная системы действуют совместно, не противоречат друг другу и обеспечивают согласованную работу всех органов. Следовательно, организм регулируется *нейрогуморально*.



*Секреция; железы внешней секреции (экзокринные), внутренней секреции (эндокринные), смешанной секреции; гормоны, гуморальная регуляция, адреналин, нервная регуляция, нейрогуморальная регуляция.*



#### **Знание и понимание:**

1. Дайте определения понятиям *гормон, железа, секрет*.
2. Как вы понимаете внешнюю, внутреннюю и смешанную секреции?

3. Опишите типы самоуправления организмов, характерные для растений, беспозвоночных и позвоночных животных.

**Применение:**

1. Определите связь между понятиями: *гормон, секрет, проток, внешняя секреция, внутренняя секреция*.
2. Сравните результаты разных типов регуляции. Как называется регуляция, осуществляемая при помощи крови?

**Анализ:**

1. Изобразите в виде схемы работу известных вам желез организма человека. Отрадите цветом тип секреции.
2. Выскажите ваше мнение о причинах выделения секретов в жидкости.
3. Докажите на примерах, почему некоторые железы относятся к смешанной секреции.

**Синтез:**

1. Порассуждайте: из какого типа тканей состоят железы разной секреции. Почему это так? Возможно ли иное?
2. Систематизируйте по критериям типы регуляции. Какая регуляция появилась первой? Почему?

**Оценка:**

1. Объясните значение разных типов регуляции в природе.
2. Оцените значение гормонов в жизни человека.

## §42. Функции эндокринных желез и заболевания, связанные с ними

Объяснять основные функции желез. Описывать заболевания, вызванные нарушением функций поджелудочной или щитовидной железы



На какие группы делятся железы? Что такое гиперфункция и гипофункция чего-либо? Как осуществляется гуморальная регуляция?

**Эндокринные железы**, как и другие органы, могут подвергаться заболеваниям. Изменения в их работе можно поделить на две большие группы. Бывает, что гормонов в организме вырабатывается слишком много. Такое состояние избытка гормонов называется *гиперфункцией*. Если гормона вырабатывается слишком мало, то это *гипофункция*. Зачастую для организма опасен и недостаток гормонов, и их избыток. Гипер- и гипофункция любой из эндокринных желез приводят к тяжелым заболеваниям.

К железам внутренней секреции относятся гипофиз, щитовидная железа, паращитовидные, вилочковая, надпочечники и некоторые другие.

**Гипофиз** – главная железа внутренней секреции (см. рис. 93). Он расположен у основания головного мозга. По форме гипофиз похож на фасоль. Его масса составляет всего 0,5–0,65 г, а вырабатывает он около 25 гормонов. Многие из них до сих пор полностью не исследованы. Его гормоны управляют деятельностью всех эндокринных желез, кроме поджелудочной. Гормон гипофиза *соматотропин* воздействует на ткани и органы. Этот *гормон роста* усиливает рост скелета и мышц и, следовательно, всего организма. Если этого гормона вырабатывается мало (гипофункция), развивается *карликовость* – очень низкий рост. Если его слишком много (гиперфункция), развивается *гигантизм*.

Кости человека способны расти только до 25 лет. *Акромегалия* – болезнь, вызванная избытком гормона роста в зрелом возрасте. В этом случае у человека увеличиваются только кисти рук, ступни и кости лица.

Наиболее тяжелыми и часто встречаемыми заболеваниями являются нарушения работы щитовидной и поджелудочной желез.

**Щитовидная железа** (рис. 94) выделяет гормон *тироксин*. Для того чтобы в организме происходил его биосинтез, необходим йод. Если взрослый человек не получает йода с водой и пищей, развивается заболевание *эндемический зоб* – разрастание щитовидной железы. Если в раннем детстве человек получает недостаточно йода, развивается заболевание *кретинизм*.

Верхние  
паращитовидные  
железы

Щитовидная  
железа

Нижние  
паращитовидные  
железы

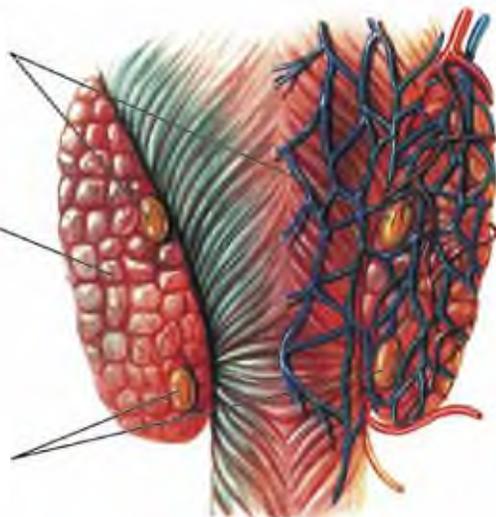


Рис. 94. Щитовидная и паращитовидные железы

Тироксин регулирует в организме основной обмен веществ. Благодаря ему съеденная пища пойдет в запас (превратится в собственные белки и жиры организма) или же расщепится и даст энергию.

Если в организме вырабатывается слишком мало тироксина, почти вся съеденная пища идет в запас. Возникает болезнь *микседема*. Человек полнеет. Ему постоянно холодно, т. к. температура его тела  $35^{\circ}\text{C}$ . Он испытывает сонливость, слабость, недостаток энергии.

Если в организме вырабатывается избыток тироксина, то в энергию переходит слишком много питательных веществ. Возникает *базедова болезнь*. У больных наблюдается повышенная возбудимость нервной системы, учащенное сердцебиение и дыхание, температура тела  $37\text{--}38^{\circ}\text{C}$ , бессонница. Они худеют и постоянно испытывают чувство голода, хотя потребляют нормальное количество пищи. Напряжение мышц глаз приводит к пучеглазию. У таких людей быстрее изнашиваются сердце и другие органы. Чтобы уменьшить число людей с заболеваниями щитовидной железы, в Казахстане принят закон о профилактике йододефицита.

**Паращитовидные железы** в течение многих лет ученые считали частью щитовидной железы (рис. 94). Изучив их строение (1924), они пришли к выводу, что это отдельные железы, которые выделяют *паратгормон*. Расположены они на задней поверхности щитовидной железы. Их четыре: две из них – в верхней части щитовидной железы, две – в нижней части.

**Функция паращитовидных желез:**

регулируют в организме обмен фосфора и кальция, которые накапливаются в костях. Под действием паратгормона они переходят в кровь.

При изменении количества паратгормона нарушается обмен кальция. Если гормона не хватает, уменьшается содержание кальция в крови, потому что он не переходит туда из костей. Кости становятся ломкими и хрупкими. Зубы сильно подвержены разрушению. На них появляются меловидные пятна. Повышается возбудимость нервной системы, появляются судороги.

При избыточном выделении паратгормона снижается содержание кальция в костях. Они становятся гибкими и легко искривляются. Кальций же скапливается в крови, печени, почках, головном мозге.

**Вилочковая железа**, или *тимус*, располагается за грудиной (см. рис. 93, 95). В детском возрасте тимус бывает крупным, после полового созревания он уменьшается. В нем вырабатывается гормон *тимозин*, который осуществляет защитные (иммунные) реакции и участвует в процессах роста. В тимусе созревают лимфоциты (разновидность лейкоцитов) – клетки крови, осуществляющие защиту организма от инфекций.

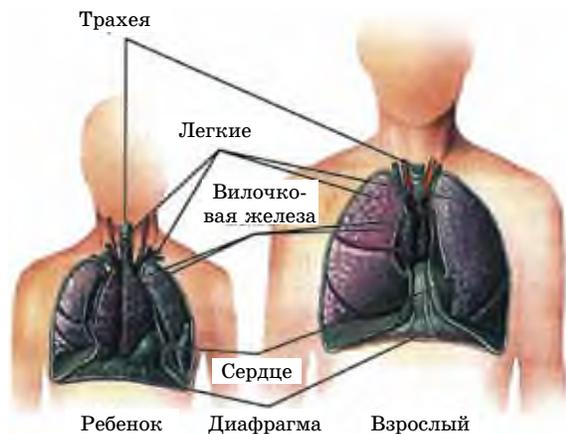


Рис. 95. Вилочковая железа ребенка и взрослого человека

**Надпочечники** – это парный эндокринный орган высших позвоночных (рис. 96). Они имеют два слоя: наружный – корковый и внутренний – мозговой.

Гормоны, выделяемые в корковом слое, называются *кортикоидами*. Это две группы гормонов, разных по действию. *Минералокортикоиды* регулируют обмен натрия, калия, воды и солей. *Глюкокортикоиды* – обмен белков и углеводов. Поэтому, даже если человек ест белковую, небогатую углеводами пищу, количество глюкозы в крови у него не снижается.

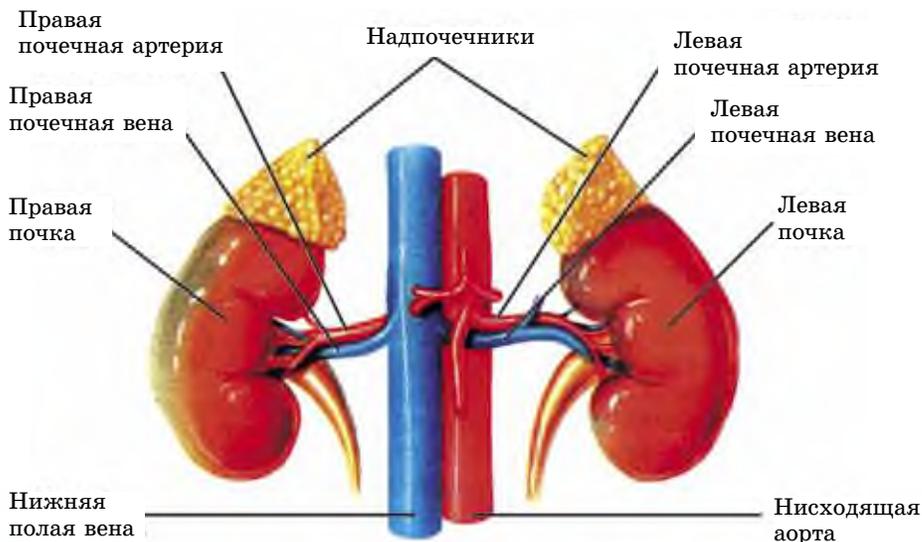


Рис. 96. Почки и надпочечники

В мозговом слое вырабатываются адреналин и норадреналин. Эти гормоны выделяются во время стрессовых ситуаций. Они регулируют обмен углеводов и жиров, активизируют деятельность кровеносной системы, работу скелетной мускулатуры и мускулатуры внутренних органов. Выработка *адреналина* резко усиливается в условиях стресса. Он обеспечивает повышение содержания сахара в крови, усиление сердечной деятельности и работоспособности мышц. Даже в малых дозах адреналин усиливает работу сердца. Чтобы заострить зрение, расширяются зрачки. Чтобы увеличить уровень энергии, печень высвобождает запасенную глюкозу. Чтобы уменьшить кровопотери в случае ранений, сосуды в коже сужаются, увеличивается свертываемость крови. В медицинской практике адреналин иногда вводят прямо в остановившееся сердце, чтобы заставить его вновь сокращаться. В других критических ситуациях надпочечники выделяют *норадреналин*.

Эти гормоны секретируются у всех позвоночных, но особенно – у теплокровных. Таким образом, в эволюции позвоночных (от круглоротых до млекопитающих) прогрессивно увеличивается число нейронов, секретирующих гормоны надпочечников.

**Поджелудочная железа** (смешанная секреция) не управляется гормонами гипофиза. Она *гипофизонезависима*. Ее гормоны выделяются в зависимости от количества сахара (глюкозы) в крови. Если его становится слишком много, происходит самоотравление организма. А если слишком мало, организм испытывает недостаток энергии. Из-за этого нарушается работа органов, в первую очередь мозга.

Мы можем съесть много сладкого или голодать несколько дней, но количество глюкозы в крови будет постоянным – 0,1–0,12%. За это отвечают гормоны поджелудочной железы. Если мы съели пищу (особенно сладкую), выделяется гормон *инсулин*. Он понижает количество глюкозы в крови, превращая ее в нерастворимый запасной сахар – *гликоген*, который накапливается в печени и мышцах.

Организм постоянно расходует глюкозу крови, превращая ее в энергию. Но мы же не едим сахар постоянно. Чтобы количество глюкозы в крови не уменьшалось, вырабатывается гормон *глюкагон*. Он превращает в глюкозу гликоген из печени и мышц. Таким образом, действие инсулина и глюкагона противоположно.

При недостатке инсулина развивается заболевание *сахарный диабет*. В результате избытка глюкозы в крови происходит самоотравление организма. Больным сахарным диабетом вводят инсулин и рекомендуют малоуглеводную пищу.

**Эндокринная функция половых желез** – это секреция *половых гормонов* после наступления полового созревания. Они отвечают за развитие *вторичных половых признаков*. Это те признаки, которые отличают взрослых мужчин и женщин. Мужские половые гормоны (*тестостерон* и др.) стимулируют рост усов и бороды, развитие хрящей, скелета и мышц, формирование мужской фигуры, низкого голоса и т. д. Женские половые гормоны (*эстрадиол, прогестерон* и др.) стимулируют формирование женской фигуры, высокого голоса, развитие молочных желез, накопление подкожных жиров и т. д.



*Гиперфункция, гипофункция, соматотропин, гормон роста, тироксин, паратгормон, тимозин, минералокортикоиды, глюкокортикоиды, адреналин, норадреналин, инсулин, гликоген, глюкагон, сахарный диабет, половые гормоны, вторичные половые признаки.*



#### **Знание и понимание:**

1. Объясните, почему концентрация глюкозы в крови постоянна (укажите ее) и не зависит от питания, типа и качества еды.
2. Опишите, какой гормон отвечает за обмен веществ. В какой железе он образуется?

#### **Применение:**

1. Определите связь между болезнями, избытком и недостатком гормонов. Покажите на конкретных примерах.
2. Назовите причины развития вторичных половых признаков. Назовите гормоны половых желез.

#### **Анализ:**

1. Изобразите в виде схемы взаимопревращения гликогена и глюкозы. В каких органах он откладывается, какие гормоны задействованы?
2. Выскажите ваше мнение о причинах развития эндемического зоба и кретинизма. С какой железой они связаны? При недостатке какого вещества они развиваются и в каком возрасте?
3. Проанализируйте изменения, связанные с выработкой соматотропина, и установите зависимость симптомов заболеваний от количества этого гормона.

#### **Синтез:**

1. Порассуждайте: какая железа в нашем организме является гипофизо-независимой, и почему?
2. Систематизируйте по критериям гормоны надпочечников: 1) в каком слое вырабатываются; 2) скорость действия; 3) обменные или стрессовые; 4) эволюционное значение.

### Оценка:

Оцените значение следующего явления:

- 1) расширенные зрачки, учащенное дыхание, сердцебиение, активное сокращение мышц в течение нескольких минут;
  - 2) те же симптомы на фоне незначительного повышения температуры, недостатка веса, бессонницы на протяжении длительного времени;
  - 3) у человека высокого роста в возрасте 30 лет отмечаются большие кисти рук, ступни и вытянутое лицо;
  - 4) одутловатость, отеки, одышка, избыточный вес, человеку постоянно холодно, он сонлив и пассивен.
- О чем говорят эти симптомы?

### Дискуссия:

Верно ли утверждение, что «гипофиз – главная железа внутренней секреции»?

## §43. Рецепторы тела человека

Исследовать кожную чувствительность



Что такое рецепторы? Какие рецепторы расположены в коже человека?

Кроме рецепторов, расположенных в органах чувств, в теле человека есть и другие, доставляющие в мозг информацию от внутренних органов. Эти рецепторы близки по типу восприятия к кожным.

**Кожные рецепторы.** С помощью разных типов рецепторов рождаются разные ощущения. Что же мы чувствуем кожей? Температурные изменения – тепло и холод – улавливают два разных вида рецепторов. Рецепторы давления обеспечивают восприятие прикосновения – осязание. Отдельно существуют и работают рецепторы, воспринимающие боль. То есть в коже есть различные рецепторы, воспринимающие четыре разных вида раздражителей: прикосновение (давление), боль, холод, тепло.

Строение, физиология и расположение кожных рецепторов разных типов различаются. Так, например, рецепторы, воспринимающие давление, не одинаковы. Одни залегают в более поверхностных слоях и реагируют на легкое прикосновение. А другие залегают глубоко и реагируют на давление большей силы. Третьи вообще реагируют на вибрацию – изменение силы давления.

По типам раздражителей рецепторы часто подразделяют на терморецепторы, механорецепторы, ноцицепторы.

*Терморецепторы* реагируют на изменения температуры окружающей среды. Причем рецепторов, способных реагировать на высокую температуру, в коже гораздо больше, чем рецепторов, воспринимающих холод.

*Механорецепторы* – это большая группа разнообразных рецепторов, реагирующих на любое механическое воздействие. Это может быть изменение давления – растяжение или сжатие и т. д. В целом именно механорецепторы лежат в основе осязания – чувствительности от прикосновения. Их роль сильно возрастает у людей, лишенных зрения, ведь они воспринимают письменную речь с помощью механорецепторов.

*Ноцицепторы*, по мнению некоторых авторов, являются болевыми рецепторами, а по мнению других – механорецепторами.



Единого мнения о процессах восприятия боли среди ученых нет. Теории возникновения болевых ощущений сводятся к двум мнениям: 1) чувство боли возникает в специфических рецепторах, которые воспринимают именно этот раздражитель; 2) чувство боли возникает в любых рецепторах, если воспринимаемый ими раздражитель очень большой силы. Но нужно помнить, что главную роль в формировании болевых ощущений играет головной мозг, и особенно – кора больших полушарий.

**Некожные рецепторы.** Это рецепторы тела, находящиеся в мышцах, сухожилиях, суставах, некоторых слизистых оболочках и других органах. Они также воспринимают действие температурных, болевых раздражителей, прикосновение и давление. Так, благодаря рецепторам в мышцах и сухожилиях даже с закрытыми глазами человек чувствует, согнута у него рука или разогнута, лежит он или сидит и т. д. Также мы отлично чувствуем, холодная или горячая жидкость, проглоченная нами, идет по пищеводу. А если ее температура слишком высока, кроме восприятия температуры мы ощущаем и боль.



*Терморецепторы, механорецепторы, ноцицепторы.*



#### **Знание и понимание:**

1. Дайте определения терминам: *терморецепторы, механорецепторы, ноцицепторы.*
2. Объясните: почему мы ощущаем температуру пищи и внутри пищевода; проснувшись, не открывая глаз можем определить положение своего тела?

#### **Применение:**

Назовите причины, почему одни рецепторы давления расположены поверхностно, а другие – глубоко в коже. Чем они отличаются?

### Анализ:

1. Выскажите ваше мнение, почему механорецепторы так важны для слепых и глухонемых.
2. Докажите на примерах, сколько рецепторов определяют температуру. Назовите их.

### Синтез:

1. Каких терморецепторов в коже больше? Приведите примеры.
2. Перечислите, в чем заключается различие между. Назовите рецепторы, расположенные вне органов чувств.

### Оценка:

Выскажите свое мнение. Как формируются болевые ощущения – на основе воздействия крайней силы или же на основе отдельного типа рецепторов?



**ЛР №14. Исследование кожной чувствительности.** См. с. 252.

## §44. Роль кожи в терморегуляции

Описывать роль кожи в поддержании постоянной температуры теплокровных животных



Какие классы позвоночных стали теплокровными? Как теплокровным животным приходится поддерживать температуру своего тела?

*Терморегуляция* – поддержание постоянной температуры тела. Из организма тепло выделяется в основном через кожу – 80%, а 20% – через легкие и с мочой. Поэтому кожа – один из важнейших органов терморегуляции.

**Терморегуляция кожи** осуществляется с помощью потовых желез, кровеносных сосудов – капилляров и подкожной жировой клетчатки.

При высоких температурах для предотвращения перегрева организм выделяет пот и расширяет капилляры. При физической работе, в жаркую погоду из организма человека может выделиться более 10 л пота. Представьте, сколько тепла, испаряясь, унесет с собой эта жидкость. Тепло в организме распределяется через кровь. Чтобы кровь, проходящая через кожу, успевала остывать, расширяются кожные капилляры (человек краснеет). Одновременно в коже может находиться около 40% всей крови организма. Такая ситуация ярко демонстрируется, если человек парится в бане или совершает интенсивные мышечные движения в жаркую погоду.

При низких температурах для сохранения тепла сосуды в коже сужаются. Это препятствует отдаче тепла. Кожа в этом случае бледнеет. Еще одна кожная реакция на холод – «гусиная кожа». Это явление, когда за счет сокращения мелких мышечных волокон в коже она собирается и образует пупырышки. Так уменьшается площадь свободного соприкосновения кожи с холодным воздухом, и кожа меньше отдает тепло. Также при переохлаждении подается сигнал к скелетным мышцам, и они начинают произвольные сокращения – дрожь. При сокращении мышц выделяется тепло, которое идет на согревание организма.

**Теплопродукция как механизм терморегуляции.** В процессе терморегуляции участвует не только кожа, но и другие органы. Дело в том, что в основе терморегуляции лежат как бы два процесса: 1) физический – *теплоотдача* и 2) химический – *теплопродукция*. Кожа осуществляет именно физический тип поддержания температуры тела. То есть все действия структур, находящихся в коже, направлены на то, чтобы уменьшить отдачу тепла в окружающую среду при холоде. И напротив, максимально увеличить отдачу тепла в жару.

Но само тепло образуется не в коже. Кроме кожи работают и другие органы. Главными органами, отвечающими за выработку тепла, являются мышцы скелета, печень и кишечник. Если вам необходимо согреться, следует подвигаться, т. е. заставить мышцы сокращаться. При этом образуется большое количество энергии в виде АТФ, используемой на сокращение мышц. А как обязательный побочный продукт выделится тепло. Также при понижении температуры окружающей среды увеличивается выделение тепла в клетках печени за счет повышения общего обмена веществ.

**Температурная чувствительность и термоадаптация.** Для всех людей независимо от условий проживания температурой комфорта считается 18–22°C. При этом люди, живущие в более холодном климате, легче переносят низкие температуры. А коренные жители, обитающие в жарком климате, легче переносят жару. Происходит определенная адаптация температурной чувствительности и совершенствуются механизмы терморегуляции. Но это не значит, что значения температуры комфорта могут отличаться в разы. Также важно помнить, что опасные высокие и низкие температуры не вызывают привыкания. Одним из способов повысить термоадаптацию является закаливание.

**Закаливание** – это развитие устойчивости организма к неблагоприятным условиям внешней среды. Наше тело лучше всего справляется с поставленной задачей в ходе многократных упражнений. Поэтому после



**Рис. 97. Прыгун с трамплина.**

Занятия водными видами спорта благоприятно сказываются не только на состоянии кожи, но и в целом на здоровье

часто повторяющихся воздействий холода (рис. 97) организм *адаптируется* (привыкает).

Конечно, приступать к закаливанию следует очень осторожно. Начинать его лучше в теплое время года. Но такое нехитрое мероприятие, как *контрастный душ* или *умывание холодной водой*, можно применять безбоязненно. Дело в том, что при резкой смене воздействия горячих и холодных температур сосуды вынуждены очень быстро сужаться и расширяться. В результате мышцы, находящиеся во втором слое сосудов, становятся более тренированными и эластичными. Организм с тренированными сосудами, в том числе и кожными капиллярами, легче переносит морозы. Но это не единственное преимущество. Тренированные сосуды позволяют дольше не стареть, оставаясь без возрастных морщин. Тренируются не только кожные капилляры, но и другие сосуды организма, что снижает риск инсультов и инфарктов. Верно говорят: «Греться можно двумя способами – и в горячей ванне, и в холодной». Ведь на резкое охлаждение организм реагирует быстрым и кратковременным повышением температуры. Именно этим объясняется способность «моржей» купаться в проруби и не болеть.



*Терморегуляция, теплоотдача, теплопродукция, адаптация, закаливание.*



### **Знание и понимание:**

1. Объясните, результатом чего является неконтролируемое сокращение мышц и закрытие пор.
2. Объясните, почему человек, ежедневно пробегающий хотя бы 700 м, может с большей легкостью и скоростью преодолеть расстояние в 3 км, чем человек, бегающий в лучшем случае за автобусом.

### **Применение:**

1. Сколько процентов тепла уходит через кожу?
2. Опишите, какой тип терморегуляции выполняет кожа.

### **Анализ:**

1. Выскажите ваше мнение о причинах образования тепла в нашем теле. Какие органы в этом участвуют?
2. Докажите на примерах, какой средний показатель температуры является комфортным.
3. Покажите разницу между «проанализируйте» и «установите зависимость».

### **Синтез:**

1. Какую роль выполняет кровь в терморегуляции? Дайте общее описание.
2. Сколько процентов крови может находиться в коже в жаркую погоду?

### **Дискуссия:**

Объясните, почему закаливание организма отодвигает его старение. Почему организмы, выросшие в холодном климате, легче переносят понижение температуры, а организмы, выросшие в жарком климате, легче переносят высокие температуры?

## Раздел 10. РАЗМНОЖЕНИЕ

### §45. Митоз и мейоз, их биологическое значение

Объяснять значение митоза и мейоза в жизнедеятельности живых организмов



Что такое клеточный цикл? Какие наборы хромосом встречаются в живых организмах? Для чего нужны гаплоидный и диплоидный наборы хромосом? В каких клетках они содержатся?

**Митоз и мейоз.** Существуют 2 типа деления клеток: митоз и мейоз. *Митозом* размножаются клетки тел всех эукариот, как одноклеточных, так и многоклеточных. При митозе число хромосом в дочерних клетках не изменяется и остается таким же, как в материнской клетке. Из одной материнской клетки образуются 2 дочерние клетки, в которых содержится такой же набор хромосом, как и в материнской. Причем совершенно не важно, какой набор хромосом содержался в материнской клетке – гаплоидный или диплоидный. Если эта клетка приступила к размножению *митозом*, из нее обязательно образуются две дочерние клетки с таким же количеством хромосом, какое было в материнской клетке.

*Мейоз* – способ размножения, при котором из одной материнской образуются 4 дочерние клетки. Набор хромосом в них уменьшается в 2 раза. Таким способом могут размножаться только диплоидные клетки. При этом из одной материнской диплоидной клетки образуются четыре гаплоидные. Так, если клетка, приступившая к мейозу, содержала 50 хромосом, то из нее образуются четыре дочерние клетки по 25 хромосом в каждой.

**Значение митоза и мейоза** в жизни организмов различно. Митоз – основа бесполого размножения. Этим способом размножаются все одноклеточные эукариоты, клетки всех зародышей, как растений, так и животных. Именно митоз – способ появления новых клеток тела организмов. За счет митоза происходит *рост* – увеличение размеров тела, а также *регенерация* – восстановление старых или поврежденных частей. Так, у человека в клетках кожи, волос и ногтей митоз идет постоянно. В клетках костей этот процесс активно происходит до 25 лет или в случае переломов. А вот в клетках мозга митоз происходит только до рождения, так как нервные клетки после рождения не размножаются, а только растут. Также за счет митоза появляются новые клетки в образовательной ткани растений. Это кончики стебля и корня, внутренняя структура почек, молодые листья, клетки камбия и т. д.

Мейоз – основа полового размножения. У всех многоклеточных животных, большинства одноклеточных и растений гаплоидные половые клетки – *гаметы* образуются мейозом. Например, у человека в клетках тела по 46 хромосом. А в половых клетках их по 23. При мейозе из 1 половой клетки появляются 4 гаплоидные гаметы. Это происходит потому, что половым клеткам предстоит оплодотвориться – сливаться. Объединившись, сперматозоид с яйцеклеткой восстановят нормальный двойной набор хромосом – 46. Благодаря слиянию гаплоидных гамет в *зиготе* человека 46 хромосом. Напомним, что зигота – оплодотворенная яйцеклетка, или первая клетка любого многоклеточного зародыша. Чаще всего половые клетки не способны размножаться (исключение – *партеногенез*). Они либо оплодотворяются, либо погибают.

Но у некоторых растений и большинства грибов мейозом образуются не гаметы, а споры. Это происходит у тех организмов, клетки тел которых содержат одинарный – гаплоидный набор хромосом. Если их клетки уже гаплоидны, они не могут делиться мейозом, так как уменьшать набор хромосом уже некуда (меньше единицы набор хромосом быть не может). Речь об этом явлении пойдет в следующих параграфах. Но у большинства организмов клетки тела содержат двойной – диплоидный – набор хромосом. И у них количество хромосом в половых клетках в 2 раза меньше (23), чем в клетках тела (46).



Кроме митоза и мейоза есть еще один способ деления клеток – *амитоз*. Он похож на митоз, но хромосомы по дочерним клеткам распределяются не поровну. Если представить амитоз в клетках человека, то в одну дочернюю клетку может попасть, например, 48 хромосом, а в другую – 44. Подобные клетки не могут давать нормальное жизнеспособное потомство. Они недолговечны, не дают начала другому организму, тканям или органам. Так образуется эндосперм (запас питательных веществ в семенах растений). Его поедают клетки зародыша. Другой пример – клетки оболочек зародыша млекопитающих – плаценты. При родах эти оболочки отторгаются, т. е. перестают функционировать и выбрасываются из организма.



*Митоз, мейоз, амитоз, гаплоидный и диплоидный наборы хромосом, гамета, зигота, споры, партеногенез.*



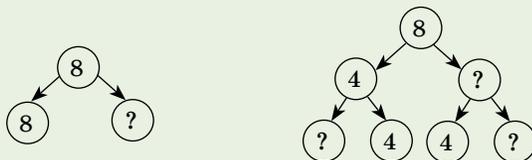
#### **Знание и понимание:**

1. Дайте определение понятию «митоз».
2. Что такое гаметы?
3. Объясните, почему половой процесс нуждается в мейозе.

4. Как вы понимаете диплоидный и гаплоидный наборы хромосом?
5. Объясните, для чего нужен процесс мейоза.
6. Опишите типы размножения клеток.

### Применение:

1. Определите связь между типом размножения организмов и типом деления клеток.
2. Сравните результаты митоза и мейоза.
3. Назовите причины, по которым в клетках формируется определенное количество наборов хромосом: диплоидное или гаплоидное.
4. Рассмотрите рисунок. Определите, на какой схеме изображен митоз, а на какой – мейоз, впишите недостающие цифры.



5. Опишите, каким образом происходит образование хромосомного набора в гаметах и в зиготе.

### Анализ:

1. Изобразите в виде схемы процесс формирования структур, содержащих хромосомные наборы у человека, начиная с появления еще не оплодотворенной яйцеклетки и заканчивая его внуками.
2. Выскажите ваше мнение о причинах формирования в ходе эволюции разных типов размножения клеток и разных хромосомных наборов: диплоидного и гаплоидного.
3. Докажите на примерах, что у любых высших организмов, способных к оплодотворению, обязательно должны сменяться хромосомные наборы и протекать митоз и мейоз.

### Синтез:

1. Систематизируйте по критериям сходство и отличия процессов митоза и мейоза.
2. Напишите эссе о роли мейоза как одного из величайших эволюционных достижений в развитии живой материи.
3. Возможно ли существование организмов, в телах которых только гаплоидный набор хромосом и никогда не происходит мейоз?
4. Опишите роль митоза в обеспечении биологических процессов.

### Оценка:

1. Напишите реферат о трех разных типах размножения клеток: митозе, мейозе и амитозе.

2. Найдите информацию, используя дополнительные источники знаний, и выскажите свое мнение о трех типах редукции: *зиготической, гаметоцитической и споротической*.
3. Оцените значение в природе явлений митоза и мейоза.

### Дискуссия:

Считаете ли вы, что возможна *соматическая редукция*?

## §46. Типы размножения животных

Сравнивать способы размножения животных



Чем отличаются бесполой и половой способы размножения? В чем особенности вегетативного размножения растений? Возможен ли такой процесс у животных? Какой главный орган полового размножения у покрытосеменных растений? Что такое партеногенез? У каких растений он происходит?

**Размножение – общее свойство живых организмов.** Живые существа размножаются разными способами. Их объединяют в две большие группы: половое и бесполое размножение. *Бесполое размножение* – более древний способ. Так размножались самые первые одноклеточные организмы – бактерии (прокариоты). При бесполом размножении не происходит образования половых клеток – гамет.

При *половом размножении* формируются гаплоидные гаметы. Эти половые клетки необходимы для процесса слияния, т. е. оплодотворения. Для этого не всегда нужны два организма. Существуют исключения в виде партеногенеза и самооплодотворения (гермафродитизм).

### **Формы бесполого размножения животных.**

*Митоз*, или *деление*, – основной способ размножения одноклеточных, как животных: амёбы, эвглена зеленая, так и растений: хлорелла, хламидомонада.

*Фрагментация (стробилиция)* – способ размножения, когда тело взрослого организма распадается на отдельные части – фрагменты, которые имеют все необходимые ткани и органы. Это гарантирует восстановление до целого организма. То есть к процессу размножения фрагментацией материнский организм готовится заранее. Так размножается поколение полипов у сцифоидных кишечнополостных, некоторые плоские черви (распадаются на 16 фрагментов), морские звезды (в основном после повреждений) и некоторые кольчатые черви (океанский червь палоло).

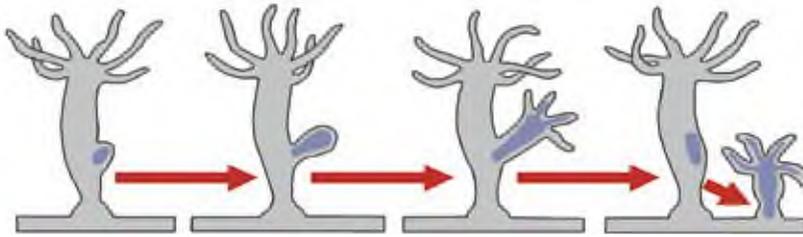


Рис. 98. Почкование гидры

При этом способе размножения потомки полностью копируют материнский организм.

**Почкование.** У кишечнорастных животных в стадии полипа происходит как стробилиция (фрагментация), так и почкование (рис. 98, 99). При почковании на материнском организме образуется вырост – почка. Затем происходит обособление и специализация этого участка тела. В нем закладываются необходимые клетки и органы. Так размножаются губки и кишечнорастные.

**Формы полового размножения и их характеристика.** Половое размножение свойственно всем эукариотам, но преобладает у животных и высших растений. У инфузорий и некоторых бактерий близка к нему *конъюгация*, при которой происходит обмен наследственным материалом.

**Партеногенез** – это процесс развития зародыша из неоплодотворенной яйцеклетки. При этом способе не происходит оплодотворения, т. е. гаметы не сливаются, потому что сперматозоиды вообще в процессе не участвуют. Партеногенез позволяет комбинировать признаки только предков материнского организма. Из животных таким способом появляются, например, личинки многих паразитических червей. Так как самки червей-паразитов находятся внутри организма хозяина, вероятность встретить там самца ничтожно мала. И в организмах самок образуются следующие поколения личинок без процесса оплодотворения.

Из свободно живущих беспозвоночных партеногенезом образуются летние поколения тлей, дафний (мелкие ракообразные) и самцы пчел.

**Оплодотворение** – классический способ полового размножения, связанный со **слиянием гамет: яйцеклетки и сперматозоида**. Оно происходит как у растений, так и у животных. В процессе оплодотворения можно выделить два принципиально различных способа: самооплодотворение и перекрестное оплодотворение. *Самооплодотворение* возможно только у гермафродитных организмов. Оно происходит у многих паразитических животных по той же причине, что и партеногенез (мала вероятность встретить партнера противоположного пола).

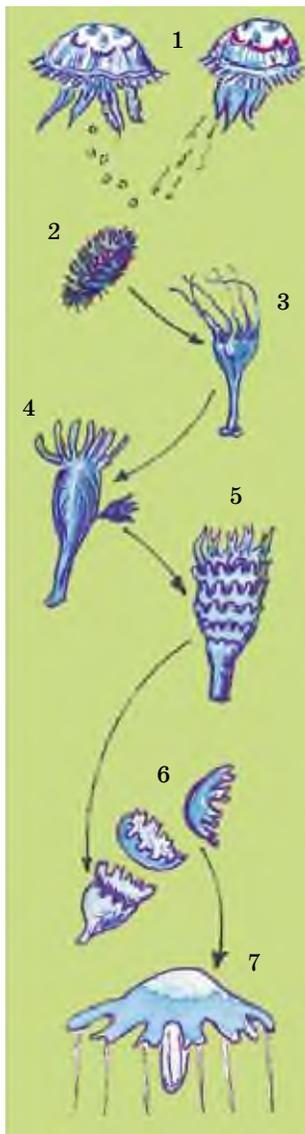


Рис. 99. Развитие ушастой медузы: 1 – самка и самец медузы; 2 – личинка (планула); 3 – сидячий мешковидный организм (полип); 4 – почкование полипа; 5–6 – отпочковывание медуз; 7 – молодая медуза

Но у большинства непаразитических животных-гермафродитов самооплодотворение невозможно. Хотя в одном организме животного образуются и женские яйцеклетки, и мужские сперматозоиды, самооплодотворение никогда не происходит. Например, у дождевых червей. Весной, после зимнего покоя, начинают активно функционировать семенники. Затем черви образуют пары, и происходит обмен семенной жидкостью, содержащей мужские гаметы. То есть каждый дождевой червь получает мужские гаметы другого червя, отдав ему свои. После этого все черви становятся самками (примерно в течение 7–10 дней), у них перестают работать семенники и начинают активно функционировать яичники. Образовавшиеся яйцеклетки оплодотворяются спермой, полученной от другого червя. То есть дождевой червь никак не может осуществить самооплодотворение.

Таким образом появляется наследственно разнородное потомство. И при этом каждый червь производит потомство, т. е. не половина особей – самок, а все особи без исключения. Также *перекрестное оплодотворение* происходит у некоторых кишечнорастных, всех брюхоногих моллюсков и т. д.

Среди позвоночных животных гермафродиты встречаются крайне редко, а самооплодотворение невозможно вообще.

Суть полового процесса – получить у потомков новое сочетание качеств, свойственных двум неодинаковым родительским организмам. По мере совершенствования все живое стремится достичь этой цели.



Размножение половое и бесполое, почкование, фрагментация (стробилиция), гермафродитизм, партеногенез, оплодотворение, самооплодотворение.



### **Знание и понимание:**

1. Дайте определение половому и бесполому размножению.
2. Что такое почкование и фрагментация?
3. Дайте определение терминам *партеногенез*, *самооплодотворение*.
4. Опишите виды размножения организмов.

### **Применение:**

1. Сравните способы размножения с точки зрения изменчивости потомков.
2. Предположите, какой из способов размножения более надежный, а какой – более прогрессивный.
3. Рассмотрите рис. 99. На нем изображен процесс размножения кишечнорастных. Определите, какие типы размножения обозначены цифрами.
4. Назовите, какие животные могут размножаться только половым путем, а какие – только бесполом.
5. Опишите процесс фрагментации.

### **Анализ:**

1. Определите, существует ли связь между типом размножения и ростом численности организмов.
2. Докажите, что половое размножение считается более прогрессивным.
3. Проанализируйте этапы, связанные с половым процессом.
4. Изобразите в виде схемы подтипы полового размножения (оплодотворение перекрестное, самооплодотворение и гермафродитизм, раздельнополость, партеногенез).
5. Выскажите ваше мнение о причинах возникновения полового размножения.

### **Синтез:**

1. Систематизируйте по критериям разные типы размножения:
  - 1) количество родительских особей;
  - 2) степень изменчивости;
  - 3) наличие для размножения клеток, отличающихся по хромосомному набору;
  - 4) митоз или мейоз в основе;
  - 5) многочисленность потомства;
  - 6) эволюционная продвинутость;
  - 7) надежность (независимость от обстоятельств).
2. Как взаимосвязаны способы и типы размножения? Можно ли с точки зрения изменчивости приравнять партеногенез к бесполому размножению? Да или нет? Почему?

3. В чем эволюционный смысл полового размножения? Каковы его преимущества?
4. Смоделируйте ситуацию: если бы половой процесс никогда не возник в эволюции; если бы бесполой процесс никогда не возник в эволюции.

#### Оценка:

1. Оцените, при каких способах полового размножения происходит обмен генетическим материалом между разными особями, а при каких – только формирование гамет.
2. По мнению большинства ученых, партеногенез среди позвоночных – большая редкость (менее 0,1% видов). У млекопитающих он отсутствует полностью. У живущих в Северной Америке скалистых ящериц ученые не обнаружили самцов. Возможно, они действительно размножаются партеногенезом, как и комодские вараны. Обсудите. Предположите, какие исследования нужно провести, чтобы точно это установить. Оцените, какие выводы можно сделать об уровне партеногенеза как эволюционного явления и о продвинутости млекопитающих как класса.



#### Материал для дополнительного чтения

**Споровые растения.** Все наземные растения можно поделить на две большие группы: семенные и споровые. К споровым растениям относятся отделы *мхов, хвощей, плаунов* и *папоротников*. Иногда хвощи, плауны и папоротники объединяют в группу папоротникообразных.

Важнейшим признаком споровых растений является образование *спор*. Это специализированные клетки в толстой двойной оболочке, приспособленные для размножения и переживания неблагоприятных условий. Споры многих растений могут выдерживать длительное высыхание и замораживание. Они не теряют жизнеспособности в течение десятков и даже сотен лет.

Споровые растения являются первыми высшими наземными растениями, чьи тела имеют разные ткани и органы. Они сформировались и приспособились к жизни на суше, являются прямыми потомками многоклеточных зеленых водорослей.

**Гаплоидные и диплоидные клетки растений.** Водоросли – низшие растения. Их тела состоят из одинаковых клеток и не имеют тканей и органов. При этом клетки тел многих зеленых водорослей гаплоидны, т. е. их тела имеют одинарный набор хромосом. Гаметы у таких организмов образуются митозом. После чего гаплоидные гаметы оплодотворяются, т. е. сливаются. Образовавшаяся при этом диплоидная зигота – клетка с двойным набором хромосом – состоит из одинарных наборов спермия и яйцеклетки. После этого сама зигота делится мейозом. Возникают четыре гаплоидные клетки, каждая из которых дает начало новому дочернему организму водоросли.

Предположительно у первых растений, вышедших на сушу, клетки тел имели гаплоидный набор хромосом. Одинарный набор хромосом до сих пор сохраняется у мхов. Все остальные наземные растения состоят из диплоидных клеток. Гаплоидными у них могут быть либо споры, либо гаметы.

## §47. Жизненные циклы споровых растений

Объяснять особенности полового и бесполого поколений на примере мхов и папоротников



Ответьте, что такое гаплоидность и диплоидность, митоз и мейоз, гаметы и зигота. Как взаимосвязаны эти понятия? Вспомнив материал §6, назовите особенности мхов и папоротников.

**Гаметофит и спорофит.** У споровых растений, к которым прежде всего относятся мхи и папоротники, есть две фазы жизненного цикла: спорофит и гаметофит.

*Спорофит* – бесполое поколение в жизненном цикле растений. Это стадия жизни растения, когда образуются споры. **Спорофит всегда диплоидный, а споры всегда гаплоидны.** Поэтому споры образуются мейозом. Сам спорофит образуется из зиготы после слияния мужской и женской гамет (сперматозоида и яйцеклетки). Именно поэтому клетки спорофита содержат двойной набор хромосом.

*Гаметофит* – половое поколение в жизненном цикле растений. Это стадия образования гамет. Так как клетки гаметофита гаплоидны, гаметы из его клеток образуются митозом. Сам гаметофит появляется из гаплоидной споры.

**Жизненный цикл мхов.** Как вы помните, у мхов слабо развиты проводящая и опорная ткани. Поэтому они не бывают высокими. На суше высота мхов – несколько сантиметров. Аквариумные мхи, тела которых поддерживает вода, достигают 70 см. Прогрессивная группа мхов имеет листья и стебли, они называются *листочковыми* (рис. 100, 1, 2). Более примитивные мхи – *печеночники* – состоят из мелкой зеленой пластинки, на которой образуются спорангии (рис. 100, 3–5).

Мхи – единственные из современных высших растений, в жизненном цикле которых преобладает гаметофит. Это означает, что клетки листьев, стеблей и других частей взрослого растения гаплоидны. В специальных органах взрослых растений митозом образуются гаплоидные гаметы. После их оплодотворения образуется зигота. Причем и оплодотворение, и образование зиготы происходят на женском растении или в специальных органах на веточках мхов, в которых развивается яйцеклетка. Из зиготы



Рис. 100. Многообразие мхов: 1 – кукушкин лен; 2 – сфагнум магелланский; 3 – маршанция; 4 – антоцерос; 5 – буксбаумия безлистная

прямо на гаметофите развивается *диплоидный спорофит* – коробочка на ножке. Клетки спорофита, или спорангия, диплоидны. Внутри спорангия происходит мейоз и образуются гаплоидные споры.



Заметьте, что спорофит не зеленого цвета. Сама коробочка светло-коричневая или темно-желтая. То есть ее клетки не содержат хлорофилла и не фотосинтезируют. Спорофит мхов получает питательные вещества из гаметофита, как бы паразитируя на нем. Поэтому ножка, на которой держится коробочка со спорами, оканчивается своеобразной присоской, потребляющей питательные вещества из зеленого фотосинтезирующего гаплоидного гаметофита.

После созревания споры высыпаются из коробочки-спорангия и, попав в благоприятные условия, прорастают. Из споры сформируется гаметофит – зеленое растение мха со стеблями и листьями, клетки которых тоже будут гаплоидны, как и спора, из которой они образуются. Вначале спора прорастает в так называемый *предросток*. Это несколько клеток, похожих на зеленую нитчатую водоросль. Затем по мере увеличения количества клеток образуется тело мха. На теле взрослого мха митозом образуются гаметы – мужские и женские гаплоидные половые клетки (см. рис. 18).

**Жизненный цикл папоротников.** Папоротники – высшие растения с развитыми проводящими тканями. Прогрессивная черта папоротников по сравнению с мхами – преобладание в их жизненном цикле спорофита. То есть взрослое растение папоротника со стеблями и листьями состоит из диплоидных клеток (рис. 101). На нижней стороне листьев взрослого диплоидного растения образуются спорангии, или сорусы (рис. 101, 2). В них в результате мейоза формируются *гаплоидные споры*. После созревания и высыпания из спорангия (3) спора прорастает (4).

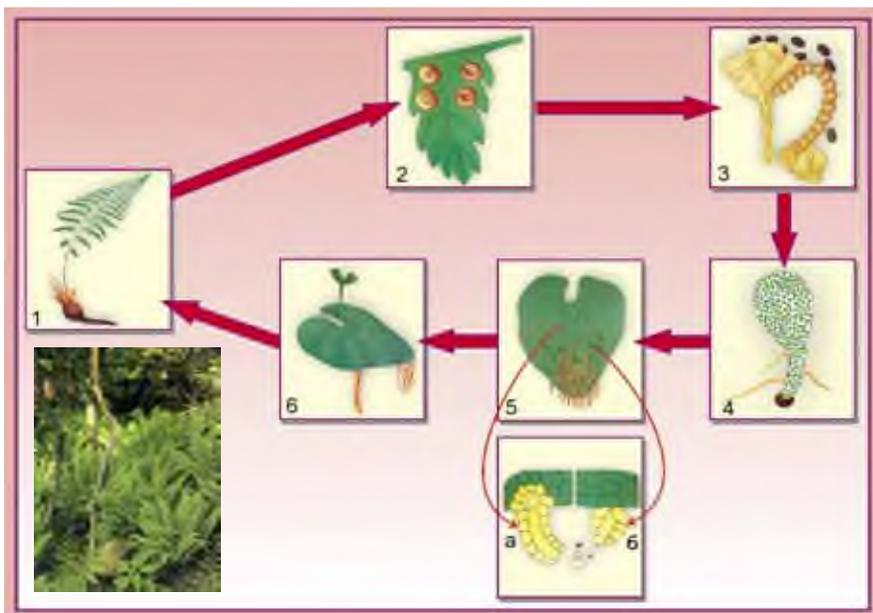


Рис. 101. **Размножение папоротника:** 1 – папоротник; 2 – сорусы на нижней стороне листа папоротника; 3 – высыпание спор из спорангия; 4 – прорастающая спора; 5 – заросток; а – архегоний с яйцеклеткой; б – антеридий и сперматозоиды; б – молодой папоротник на заростке

Из прорастающей споры образуется *гаплоидный гаметофит* (5), который называется заростком. Клетки заростка гаплоидны, так как образовались из гаплоидной споры. Гаметофит-заросток папоротника – это маленькая зеленая пластинка размером 1 мм, по форме похожая на сердечко (5). На гаметофите нет ни листьев, ни стеблей, но с нижней стороны есть ризоиды. Около них образуются половые клетки: мужские сперматозоиды (5б) и женские яйцеклетки (5а). Гаметы гаплоидны и образовались митозом из клеток гаметофита-заростка. После созревания половых клеток происходит их оплодотворение. Для этого спермий должен доплыть до яйцеклетки и слиться с ней. У мхов и папоротников мужские гаметы подвижные, и чтобы спермии могли добраться к яйцеклеткам, нужна вода. Поэтому и мхи, и папоротники растут во влажных местах.

После оплодотворения образуется *диплоидная зигота* – оплодотворенная яйцеклетка с двойным набором хромосом. Ее клетки начинают делиться митозом, и формируется молодое растение папоротника (6).



Спорофит, гаметофит, заросток, проросток, гаплоидность, диплоидность, гамета, зигота.



### **Знание и понимание:**

1. Дайте определения понятиям *спорофит* и *гаметофит*.
2. Как вы понимаете выражение «смена ядерных фаз в жизненном цикле растений»?
3. Объясните, каким способом деления клеток у споровых растений образуются гаметы, а каким – споры.
4. Дайте определение терминам *спора*, *гамета*, *спорофит*, *гаметофит*.
5. Объясните, когда, как и где (в каких структурах) образуются гаметы и споры у мха.
6. Объясните, когда, как и где (в каких структурах) образуются гаметы и споры у папоротника.

### **Применение:**

1. Объясните, почему в жизненном цикле большинства высших растений преобладает диплоидная стадия.
2. Опишите функции заростка папоротников.
3. Определите связь между набором хромосом в клетках и способностью создавать крупные структуры высотой более метра. Докажите на примерах.
4. Сравните, где происходит процесс образования спор у мхов и папоротников.
5. Опишите, каким образом происходит размножение мхов.

### **Анализ:**

1. Начертите схему «Жизненный цикл мхов», указав количество хромосом в клетках, митоз и мейоз, спорангии, споры, гаметы, зиготу, оплодотворение и проросток.
2. Начертите схему «Жизненный цикл папоротников», указав количество хромосом в клетках, митоз и мейоз, спорангии, споры, гаметы, зиготу, оплодотворение и заросток.
3. Покажите разницу между размножением мхов и папоротников.
4. Проанализируйте и установите зависимость между типом жизненного цикла и эволюционной продвинутостью определенной группы растений.

### **Синтез:**

1. Порассуждайте: могли бы возникнуть на Земле гигантские мхи? Какие условия были бы необходимы для этого?
2. Дайте общее описание жизненного цикла споровых растений.
3. Перечислите, в чем заключаются различия между стадиями спорофита и гаметофита.
4. Как взаимосвязаны преобладание в жизненном цикле определенного набора хромосом и развитие данной систематической группы?

5. В чем эволюционный смысл полового и бесполого процессов размножения у споровых растений? Какие преимущества это дает?

**Оценка:**

1. Оцените эволюционное значение формирования жизненных циклов у споровых растений.
2. Напишите реферат на тему «Сходство и отличие жизненных циклов мхов, водорослей и шляпочных грибов».

## §48. Жизненные циклы голосеменных и покрытосеменных растений

Объяснять особенности жизненных циклов голосеменных и покрытосеменных растений



В чем особенности оплодотворения цветковых растений? Вспомните особенности голосеменных и покрытосеменных растений. Формируются ли у них споры? Каков их главный орган размножения?

**Семенные растения.** К семенным растениям относятся два отдела: голосеменные (хвойные) и покрытосеменные, или цветковые. В отличие от споровых растений у семенных не формируются споры, а органом размножения являются семена с многоклеточным зародышем. Также у семенных растений не разделяются стадии спорофита и гаметофита. То есть нет отдельно живущей стадии заростка, как у папоротников, и нет «паразитирующей корбочки», высасывающей питательные вещества из растения зеленого мха.

В жизненном цикле всех семенных растений преобладает спорофит – диплоидная стадия. То есть взрослые растения, как хвойные, так и цветковые, – это спорофиты, клетки которых содержат двойной набор хромосом: отцовский и материнский, образовавшийся после оплодотворения. А гаплоидные стадии, образующиеся мейозом (споры и гаметофиты), уменьшены до нескольких клеток внутри органов размножения (шишки или цветка).

**Жизненный цикл голосеменных растений** рассмотрим на примере сосны (рис. 102). Сосна – однодомное растение, на котором формируются и мужские, и женские половые клетки. Весной на молодых ветках сосны можно наблюдать шишки двух типов: красноватые женские и зеленовато-желтые мужские. Они и расположены по-разному. Женские шишки находятся на кончиках молодых веточек. А мужские шишки расположены ближе к основанию. Со временем на мужских шишках образуется много желтой пыльцы, которая высыпается из зрелых шишек и разно-

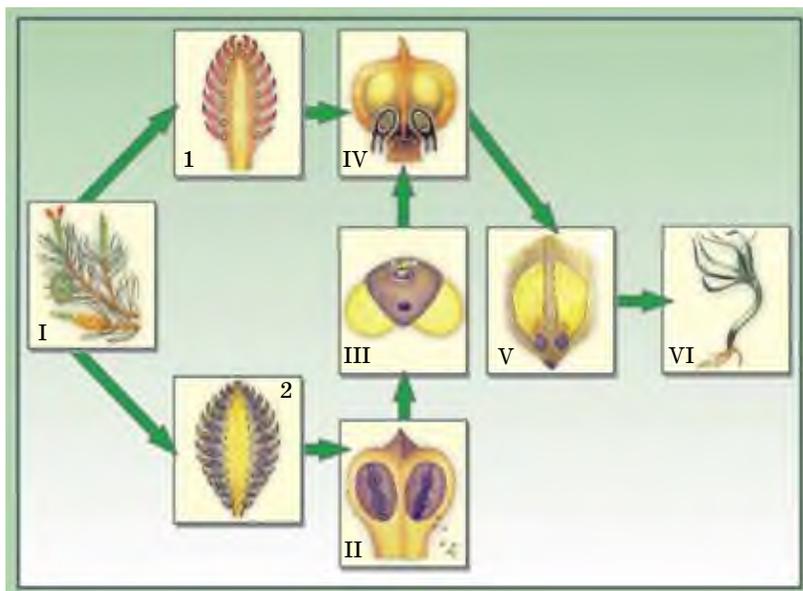


Рис. 102. **Размножение сосны:** I – побег сосны с мужскими и женскими шишками; 1 – разрез женской шишки сосны; 2 – разрез мужской шишки сосны; II – созревание пыльцы в мужских шишках; III – пылинка сосны; IV – семенная чешуя с двумя семязачатками; V – семенная чешуя с двумя семенами; VI – проросток сосны

сится ветром. Как вы помните, в пыльце растений всегда содержатся мужские половые клетки – спермии. А женские гаметы – яйцеклетки – находятся у растений в *семязачатках*.

До формирования готовых половых клеток и в мужских, и в женских шишках происходит процесс *спорогенеза*. То есть вначале в только что возникших шишках происходит мейоз и образуются гаплоидные клетки. В мужских шишках они более мелкие, поэтому называются *микроспорами*. А в женских шишках эти гаплоидные клетки более крупные, поэтому их называют *мегаспорами*. Затем эти гаплоидные клетки дают поколение клеток, которое называется *гаметофитом*. В отличие от споровых растений гаметофит семенных – не самостоятельное растение, способное фотосинтезировать и получать воду и другие вещества из почвы с помощью ризоидов. Это просто несколько гаплоидных клеток, часть из которых погибает. Из выживших клеток гаметофита формируются гаметы.

Мужские гаметы – спермии сосны оказываются в *пыльцевом зерне*, или пылинке, – по два гаплоидных *спермия* в каждой из них. Такая пыльца легко переносится ветром. После опыления спермии доставляют-

ся к яйцеклетке с помощью прорастающей пыльцевой трубки. Один из спермиев и оплодотворит яйцеклетку.

Женские гаметы (яйцеклетки) формируются в женских шишках. Особенность их формирования в том, что образуются одна яйцеклетка и одна гаплоидная клетка, из которой сформируется запас питательных веществ семени – *эндосперм*.

**Жизненный цикл покрытосеменных.** У цветковых растений схожий жизненный цикл. Но только мужским органом являются тычинки, а женским – пестик (см. рис. 27). И пестики, и тычинки находятся не в шишках, а в цветках (однополых или обоеполых).

Внутри пыльника тычинки происходят процессы *гаметогенеза*. После чего внутри одного пыльцевого зерна, или пылинки, формируются две гаплоидные клетки: генеративная и вегетативная. *Генеративная клетка*, поделившись митозом, образует два спермия. А *вегетативная клетка* образует пыльцевую трубку.

В завязи пестика также происходят процессы гаметогенеза. После чего внутри одного семязачатка формируется одна гаплоидная яйцеклетка и одна диплоидная центральная клетка.



*Спорогенез, микроспоры, мегаспоры, гаметофит, гаметогенез, вегетативная и генеративная клетки.*



#### **Знание и понимание:**

1. Дайте определения понятиям: *семязачаток, гаметофит, спорогенез, гаметогенез.*
2. Как вы понимаете выражение «смена ядерных фаз в жизненном цикле семенных растений»?
3. Объясните, каким способом деления клеток у семенных растений образуются гаметы.
4. Объясните, когда, как и где (в каких структурах) образуются мужские и женские гаметы и микро- и мегаспоры у голосеменных растений.
5. Объясните, когда, как и где (в каких структурах) образуются мужские и женские гаметы и микро- и мегаспоры у покрытосеменных растений.

#### **Применение:**

1. Объясните, почему в жизненном цикле семенных растений гаплоидная стадия не видна и не присутствует как самостоятельная структура.
2. Опишите функции шишек у голосеменных.
3. Опишите функции цветков у покрытосеменных.

4. Сравните, где происходит процесс образования гамет, спор и оплодотворения у голосеменных и покрытосеменных.

**Анализ:**

1. Начертите схему «Жизненный цикл цветковых растений», указав количество хромосом в клетках, митоз и мейоз, гаметы, зиготу, оплодотворение, многоклеточный зародыш.
2. Начертите схему «Жизненный цикл голосеменных растений», указав количество хромосом в клетках, митоз и мейоз, микро- и мегаспорангии, гаметы, зиготу, оплодотворение, многоклеточный зародыш.
3. Покажите разницу между размножением голосеменных и покрытосеменных.

**Синтез:**

1. Порассуждайте: могли бы возникнуть на Земле семенные растения, минуя стадию споровых?
2. Дайте общее описание жизненного цикла семенных растений.
3. В чем заключается эволюционный смысл формирования семян? Какие преимущества это дает?

**Оценка:**

1. Оцените эволюционное значение формирования жизненных циклов у споровых растений.
2. Напишите реферат на тему «Сходство и отличия жизненных циклов мхов, водорослей и шляпочных грибов».

**Дискуссия:**

Считаете ли вы, что от водорослей смогли бы сразу возникнуть семенные растения со своими жизненными циклами?

## Раздел 11. РОСТ И РАЗВИТИЕ

### §49. Этапы эмбриогенеза – формирование систем органов

Объяснять этапы эмбрионального развития. Описывать дифференциацию тканей и органов, формирующихся из разных зародышевых листков



Вспомните, что такое бластула, гастрюла, нейрула и органогенез.

**Основные этапы эмбриогенеза.** Как вы помните, индивидуальное развитие организма делится на *эмбриогенез* – жизнь до рождения и *постэмбриогенез* – жизнь после рождения. Основные этапы *эмбриогенеза* можно представить в виде схемы:

Зигота → Дробление → Бластула → Гастрюла →  
Нейрула → Органогенез

Если организм возник в результате полового процесса, то первым этапом его *эмбрионального развития* будет *зигота* – оплодотворенная яйцеклетка. Если же организм возник в ходе партеногенеза, то первым этапом его развития будет первое деление неоплодотворенной яйцеклетки. А если организм появился в ходе бесполого размножения, то для него нет понятия «эмбриогенез», так как он никогда не был эмбрионом.

У большинства видов организмов почти сразу же после оплодотворения зигота начинает быстро делиться митозом. Так формируется многоклеточный зародыш. В самом начале митозы происходят очень быстро, один за другим. Появившиеся в результате такого процесса клетки не успевают расти. Их становится много, но общая масса почти не отличается от массы зиготы. Эта стадия и называется *дроблением*, как если бы вы раздробили кусочек мела. Мелких частей станет много, но их общая масса не станет больше, чем масса исходного крупного куска.

*Бластула* – это многоклеточный зародыш, результат дробления зиготы, все клетки которого одинаковы. Сколько бы клеток ни входило в состав бластулы, она не закончится, пока ее клетки не начнут отличаться друг от друга.

*Гастрюла* – это стадия, когда клетки зародыша образуют разные слои. Расположенные на разных сторонах зародыша клетки начинают так отличаться друг от друга, что формируются два слоя клеток. *Раннюю гастрюлу* называют *двухслойным зародышем*. В ней различимы два слоя клеток, или два *зародышевых листка*. Наружный зародышевый листок называется *эктодермой*, а внутренний – *энтодермой*. Постепенно образу-

ется и третий зародышевый листок – *мезодерма*. *Поздняя гаструла* – это *трехслойный зародыш*.

У зародышей беспозвоночных животных после стадии поздней гаструлы начинается процесс образования органов – *органогенез*. А у зародышей хордовых животных образуется нервная трубка, из которой формируется мозг (спинной и головной). Эта стадия называется *нейрулой*. Органы у зародышей хордовых животных образуются после стадии *нейрулы*.

**Образование органов и тканей.** Каждый вид тканей, органы и системы образуются в строго определенном месте, из строго определенных клеток зародыша. Механизмы, с помощью которых организм контролирует процесс формирования зародыша, до конца не изучены. Но многое ученым уже известно. Вам предстоит узнать, из каких зародышевых листков какие органы образуются.

Итак, зародыш животных состоит из трех слоев клеток, или зародышевых листков: наружный слой клеток – *эктодерма*, средний – *мезодерма* и внутренний – *энтодерма*. В ходе эволюции сначала возникли экто- и энтодерма, а позже – мезодерма. Из каждого слоя (зародышевого листка) образуются определенные группы органов (схема 11).

С х е м а 11



В формировании зародышей и образовании тканей и органов из зародышевых листков есть определенная эволюционная логика. Это потому, что когда живые организмы формируются в ходе эмбрионального развития, они кратко повторяют этапы эволюции своего вида от более примитивных существ.

Эктодерма находится на поверхности, поэтому из нее формируются покровы – кожа и ее производные. Нервные клетки в начале эволюции были чувствительными клетками, воспринимающими изменения окру-

жающей среды. Они еще не образовали целых органов, а были одиночно разбросаны по поверхности тела. Постепенно их количество увеличилось, из них сформировались органы: нервы, нервные узлы, спинной и головной мозг. И организм «спрятал» центральную нервную систему в череп и позвоночник. Ведь при их повреждении особи высокоорганизованных видов не выживают. А на поверхности тела по-прежнему остаются органы чувств: кожа, глаза, уши, язык и т. д.

Из мезодермы формируется мышечная и соединительная ткань. Даже по первой букве «М» легко запомнить, что это *мышцы*. А где мышцы, там и кости, связки, хрящи, сухожилия. Крупная мышца – сердце. А с ним всегда связаны кровь и кровеносные сосуды. Также мощная мускулатура есть у половых органов, а они у многих животных тесно связаны с выделительной системой.

Вспомните кишечнополостных (гидры, медузы, кораллы) – первых многоклеточных животных, у которых появились разные слои клеток. Это двухслойные животные. Их тела состоят из наружного слоя клеток – эктодермы и внутреннего – энтодермы, выстилающего гастральную (кишечную) полость.



*Эмбриогенез, постэмбриогенез, зигота, дробление, бластула, гастрюла, нейрула, органогенез, эктодерма, мезодерма, энтодерма.*



### Знание и понимание:

1. Дайте определения понятиям: *эмбриогенез, зигота, дробление, бластула*.
2. Что такое гастрюла и нейрула?
3. Объясните, почему гастрюла бывает ранней и поздней.
4. Объясните, для чего нужны зародышевые листки.

### Применение:

1. Определите связь между зародышевыми листками и органами, образующимися из них.
2. Из каких клеток состоит бластула, ранняя и поздняя гастрюлы?
3. Рассмотрите рисунок. Определите, какие стадии развития эмбриона на нем изображены.



### Анализ:

1. Проанализируйте этапы развития эмбриона.
2. Выскажите ваше мнение о причинах формирования строго определенных органов из строго определенных зародышевых листков.
3. Заполните таблицу.

№	Орган	Эктодерма	Мезодерма	Энтодерма
1	Головной мозг			
2	Скелетные мышцы			
3	Печень			
4	Эпителий тонкой кишки			
5	Эпителий кожи			
6	Железы внутренней секреции			
7	Сальные и потовые железы			
8	Сердце			
9	Почки			
10	Легкие			
11	Кости			

### Синтез:

1. Порассуждайте: почему у организмов, размножающихся бесполом путем, нельзя выделить стадии эмбриогенеза.
2. Дайте общее описание стадий эмбрионального развития.
3. В чем заключаются эволюционные предпосылки формирования определенных органов из определенных зародышевых листков?
4. Известно, что однояйцевые близнецы рождаются из клеток, разделившихся на стадии ранней бластулы. Из двух клеток могут развиваться *двойняшки*, из трех – *тройняшки* и т. д. Докажите, почему однояйцевые близнецы не могут образоваться из клеток гастрюлы.

### Оценка:

1. Выскажите свое мнение о формулировке одного из ведущих биогенетических законов: «*Онтогенез – есть краткое и неполное повторение филогенеза*».
2. Напишите реферат о биогенетическом законе, его авторах и исследованиях, его подтверждающих.

### Дискуссия:

Считаете ли вы, что биогенетический закон носит всеобщий характер? Будет ли он справедлив для растений? Ответ аргументируйте.

## Раздел 12. НАСЛЕДСТВЕННОСТЬ И ИЗМЕНЧИВОСТЬ

### §50. Наследственность и изменчивость

Аргументировать роль наследственности и изменчивости в эволюции



Вспомните, какой генетический материал и какие структуры клетки отвечают за наследственность. Чем отличаются наследственные и приобретенные признаки, мутации и модификации?

**Наследственность и изменчивость** – общие свойства живого. *Наследственность* – общее свойство живых организмов быть похожими на предков. То есть это не что иное, как способность сохранять признаки, полученные от предков, и передавать их потомкам. Эта особенность живого обеспечивается передачей генетической информации при репликации ДНК, предшествующей размножению.

*Изменчивость* – общее свойство живых организмов отличаться от своих родителей (предков). При половом размножении особи не могут полностью копировать кого-либо из предков, так как они сочетают в себе признаки двух родительских организмов.

В действительности и при бесполом размножении особи тоже не являются точной копией материнских форм. Изменения можно измерять и анализировать. Они возникают из-за разных условий окружающей среды. Даже если несколько растений, размноженных вегетативно, растут на одной грядке, одно из них может оказаться пораженным вирусом, а другое – нет, третьему достанется больше питательных элементов в почве, а четвертое окажется более затененным и т. д.

**Виды изменчивости.** Как вы помните, изменчивость бывает двух типов: наследственная и ненаследственная, или модификационная. При этом наследственная изменчивость подразделяется на мутационную (мутации) и комбинативную.

При *наследственной изменчивости* организм, получивший изменения, не только сам отличается от своих сородичей, но и передает эти изменения потомкам. Наследственная изменчивость всегда связана с изменением наследственных признаков организма.

При *мутациях* в результате случайных процессов изменяется состав молекул ДНК и как результат – какие-то свойства организма. При *комбинативной изменчивости* уже имевшиеся у родителей и их предков гены и признаки по-новому комбинируются (сочетаются) у потомков.

При *модификационной, или ненаследственной, изменчивости* изменения не затрагивают молекулы ДНК – гены и хромосомы. Так, при

недостатке питательных веществ организмы почти никогда не бывают крупными. Но если у их потомков еды будет достаточно, они станут крупнее родителей. Млекопитающие, живущие в холодном климате, будут иметь более густую шерсть, чем их сородичи, проживающие в тепле. Но если таким животным изменить среду обитания – поменять их места, то после линьки их шерсть также изменится. Произойдет приспособление организмов – *адаптация*.

**Роль изменчивости в эволюционном процессе.** *Эволюция* – процесс постепенного совершенствования живых организмов, повышения их приспособленности к условиям окружающей среды. Эволюционная теория Ч. Дарвина называется *теорией естественного отбора*. Отбор сохраняет тех, кто лучше приспособлен. Но если бы все организмы были одинаковы, отбору не из кого было бы выбирать. Благодаря явлению изменчивости организмы и разнообразны, и индивидуальны. Поэтому верно утверждение, что *естественный отбор идет на основе наследственной изменчивости*.

Представим себе, что в результате случайности (мутации) какой-то организм получил новую окраску. Если эта окраска делает его незаметным для врагов, он выживет. Получив преимущество в защите от врагов, выживший организм с новой окраской оставит многочисленное потомство. Его потомки тоже станут более защищенными от хищников и тоже оставят более многочисленное потомство, чем их иначе окрашенные сородичи. Так постепенно, через несколько поколений, вся группа данных организмов или значительная ее часть окажется окрашенной в более выгодный цвет. Адаптация, полученная в ходе наследственной изменчивости (случайной мутации), закрепится в их генофонде.

Если же представить себе, что возникнет окраска, которая делает организм более заметным для врагов, то носитель этой окраски, скорее всего, быстро погибнет.

Изменчивость поставляет материал для отбора. Следовательно, в дикой природе одни неодинаковые особи будут приспособлены лучше, а другие – хуже. Искусственный же отбор позволяет сохранять для размножения организмы с желаемыми наследственными качествами, выбраковывая тех, у кого проявились нежелательные признаки (рис. 103).

Модификационная изменчивость не играет роли в эволюции, так как не передается следующим поколениям. Но адаптации, возникающие при модификациях, очень важны для выживания при резком изменении условий. Невозможно себе представить, чтобы в результате засухи или кислотного дождя, например, растения не сбросили листьев. Если бы этого не произошло, непременно погибли бы сами растения.

Наследственная изменчивость – это одна из важнейших причин эволюции, в процессе которой постоянно накапливаются полезные изменения у многих поколений. Увеличение количества их приспособлений (адаптаций) приводит к усовершенствованию, появлению новых жизненных форм.

Если представить отсутствие изменчивости как таковой, то живые организмы были бы одинаковыми и неизменными. Ничего нового и появиться не могло бы. Наследственная изменчивость поставляет материал для отбора, а естественный отбор «выбирает» из этих изменений наиболее выгодные в данных условиях. Ч. Дарвин называл отбор «главным фактором эволюции». Но сам процесс эволюции без наследственной изменчивости невозможен.



Рис. 103. Все породы голубей имеют одного дикого предка



*Наследственность, изменчивость, эволюция; наследственная изменчивость: мутационная и комбинативная; модификационная (ненаследственная) изменчивость, адаптация.*



#### **Знание и понимание:**

1. Дайте определения понятиям *наследственность* и *изменчивость*.
2. Что такое адаптация?
3. Объясните, в чем разница между наследственной и модификационной изменчивостью.
4. Смогут ли выжить в живой природе неприспособленные организмы?

#### **Применение:**

1. Проиллюстрируйте на любом конкретном примере, что полезные в данных условиях наследственные изменения будут накапливаться.
2. Опишите роль модификационной изменчивости.
3. Определите связь между полезными и вредными изменениями и вероятностью выживания и преумножения особей в природе.
4. Объясните, как взаимосвязаны естественный отбор и наследственная изменчивость.

### Анализ:

1. Проанализируйте и поясните, какая изменчивость будет играть наименьшую роль в эволюции, и почему.
2. Выскажите ваше мнение о причинах формирования адаптаций и самого процесса эволюции.
3. Докажите на примерах, что у полезных наследственных изменений больше шансов сохраниться во времени.

### Синтез:

1. Порассуждайте, почему ученые-экологи часто говорят, что человек ведет противоестественный отбор.
2. Систематизируйте по критериям разные типы адаптаций: пищевые, климатические, оборонительные, поведенческие и т. д.
3. Напишите эссе о роли наследственности и изменчивости в эволюционном процессе.

### Оценка:

Напишите реферат о наследственных и ненаследственных адаптациях, характерных для животных или растений вашей местности.

### Дискуссия:

1. Выскажите мнение, почему хорошо приспособленные к своей среде обитания животные, такие как сайгаки, львы, киты, слоны и другие, находятся на грани вымирания?
2. Обсудите высказывание Ч. Дарвина, который считал естественный отбор главным эволюционным фактором, причиной эволюции. Согласны ли вы с ним? Выдвиньте аргументы «за» и «против».

## §51. Искусственный отбор

Описывать значение искусственного отбора  
для селекции организмов



Что такое эволюция? Что такое естественный отбор? Кто проводит искусственный отбор?

**Селекция, эволюция и отбор.** Как вы помните, главная причина эволюции, по мнению Ч. Дарвина, – естественный отбор. Под *естественным отбором* понимают процесс выживания организмов, лучше приспособленных к существованию в определенных природных условиях. То есть выживают и размножаются особи и виды, имеющие большее количество полезных адаптаций. Хуже приспособленные организмы и виды погибают в ходе естественного отбора.

*Искусственный отбор* – это процесс разведения животных и растений с выгодными для человека качествами и признаками. Его ведут люди, а не природа. В результате этого процесса возникают и совершенствуются новые породы домашних животных и сорта культурных растений.

Процесс выведения человеком новых пород домашних животных и сортов культурных растений – это *селекция*. Ученый-генетик Н. И. Вавилов дал ей такое определение: «*Селекция – эволюция, управляемая человеком*».

**Искусственный отбор как основной метод селекции.** Основным методом селекции был и остается искусственный отбор. Человек всегда предпочитал оставлять для размножения животных и растения, обладавшие лучшими хозяйственными качествами. Долгое время этот процесс велся интуитивно, бессознательно и неметодично.

Первым домашним животным, которое приручили первобытные люди, была собака. По мнению антропологов, древние люди оставляли остатки пищи неподалеку от жилища, чтобы самые непугливые и дружелюбные из волков постоянно находились рядом. Для чего люди это делали? Они стремились к соседству с животными, способными поднять шум и оказать сопротивление любому приближающемуся хищнику, даже более крупному. Но при этом животные должны были быть не агрессивными по отношению к людям. Иначе люди истребили бы их как потенциальную угрозу. Со временем сформировались группы животных, у которых генетически закрепились адаптации, позволяющие жить рядом с людьми, получать от них пищу, уход и заботу. Первым этапом в селекции животных всегда было *одомашнивание*, а в селекции растений – *окультуривание*.

**Виды искусственного отбора.** На ранних этапах развития люди не ставили себе цели вывести породу или сорт с заданными качествами. Такой вид искусственного отбора называется *бессознательным*. Тем не менее селекционеры древности создали прекрасные сорта пшеницы, бахчевых культур, плодовых растений и винограда. В XVIII в. селекционеры уже ставят перед собой конкретные цели – вывести породу или сорт со строго определенными качествами и параметрами. Такой вид искусственного отбора называется *методическим*.

Можно выделить и другие виды искусственного отбора, например массовый и индивидуальный. *Массовый отбор* в селекции растений применялся часто. Семена зерновых, например пшеницы, просеивали через сито с разным диаметром отверстий. Наиболее крупное зерно оставляли для сева на следующий год, а остальное мололи. Но при этом никто не знал, из какого зернышка какой колосок в итоге получится.

Если отслеживать каждого из потомков от каждой родительской пары – это *индивидуальный отбор*. Именно такой вид отбора чаще применяется в селекции плодово-ягодных растений и крупного рогатого скота, лошадей, собак и т. д.

Настоящий большой шаг вперед удалось сделать, когда отбор пополнился *методом подбора производителей*. Анализ производительных качеств родителей по потомству был разработан династией потомственных французских селекционеров Вильморен, которые ввели в культуру свыше 450 сортов культурных растений. При этом особь оценивается не только с позиций обладания полезными качествами, но и как носитель этих качеств, передающий их потомству. Ведь и элитные родители по разным причинам могут дать потомство низкого качества.

Можно выделить и другие виды искусственного отбора. Например, негативный и позитивный отбор. При *негативном отборе* к размножению не допускаются только худшие особи. Средних и лучших животных или растения люди размножают. А при *позитивном отборе* человек допускает к размножению только лучшие организмы. А средние и худшие используются, например, на муку, если это зерно, или на мясо, если это мясные животные.



*Эволюция, селекция, естественный отбор; искусственный отбор: бессознательный и методический, массовый и индивидуальный, позитивный и негативный, подбор производителей по качеству потомства.*



#### **Знание и понимание:**

1. Что такое селекция?
2. Объясните, почему искусственный отбор – основной метод селекции.
3. Опишите виды искусственного отбора.
4. Когда и как зародилась селекция?

#### **Применение:**

1. Определите связь между типами искусственного отбора и периодами развития человечества.
2. Сравните селекцию и эволюцию, искусственный и естественный отборы.
3. Объясните значение искусственного отбора для селекции.

#### **Анализ:**

1. Выскажите ваше мнение о причинах того, что массовый и негативный отборы менее эффективны, чем индивидуальный и позитивный.

2. Докажите на примерах, что в результате искусственного отбора образуются организмы (сорта, породы), которые имеют гораздо меньше природных адаптаций, чем их дикие сородичи.
3. Нарисуйте схемы «Процесс селекции животных» и «Процесс селекции растений».

**Синтез:**

1. Напишите эссе на тему «Если бы я был селекционером».
2. Опишите роль селекции в обеспечении населения планеты продуктами питания.
3. Перечислите, в чем заключаются различия и сходство между процессами естественного и искусственного отборов.
4. Составьте схему «Виды искусственного отбора».

**Оценка:**

1. Обсудите, верно ли утверждение, что «селекция – это эволюция, управляемая человеком».
2. Выскажите свое мнение о том, что группы животных и растений, возникшие в результате искусственного отбора, всегда проиграют диким видам в природной среде в ходе естественного отбора.

## §52. Центры происхождения культурных растений и домашних животных

Изучать центры происхождения культурных растений  
и домашних животных



Каков первый этап в селекции животных и растений? Что вы знаете о Н. И. Вавилове?

Одним из важных разделов селекции было *учение о предковых формах*. Ведущая роль в его разработке принадлежит выдающемуся ученому-генетику **Николаю Ивановичу Вавилову**. Вместе с сотрудниками он осуществил в 20–30-е гг. XX в. более 60 экспедиций в разные уголки мира. Собранный в ходе этих исследований материал представлял собой предков культурных растений со всех континентов, кроме Австралии. Результатом этих многолетних исследований стала коллекция семенного материала всевозможных исходных диких форм. Она сохранилась и сейчас находится в Санкт-Петербурге, в Институте растениеводства. Коллектив института сберег этот бесценный генетический материал во время блокады Ленинграда в 1941–1943 гг., когда люди гибли от голода. Сейчас коллекция насчитывает более 300 тыс. экз.



Рис. 104. Предки современных перцев были кустарниками

Чтобы сохранить жизнеспособность семян, коллекционный материал постоянно пересевается и таким образом самовозобновляется. Уже в 60–70-е гг. XX в. этот материал был использован для создания высокопродуктивных сортов, благодаря которым удалось частично решить продовольственную проблему во многих странах Юго-Восточной Азии, например в Индии. И сегодня многие селекционеры России и мира пользуются этим бесценным генетическим материалом в своих работах.

Другим, не менее важным, результатом этой деятельности Н. И. Вавилова стало *учение о мировых центрах происхождения культурных растений* и их географическом распространении. Н. И. Вавилов руководствовался принципом, согласно которому возникновение того или иного сорта предполагалось там, где было найдено больше всего родственных ему диких видов (рис. 104). Подвергая комплексному анализу весь скопившийся после экспедиций материал, ученый выделил семь древнейших земледельческих мировых центров, в которых и зародились основные виды культурных растений (табл. 6).

Таблица 6. Центры происхождения культурных растений

Название центра	Географическое положение	Виды
1. Тропический (Южноазиатский)	Индия, Индокитай, Южный Китай, Тропическая Азия	Рис, сахарный тростник, множество плодовых и овощных культур
2. Восточноазиатский	Центральный и Восточный Китай, о. Тайвань, Япония, Корея	Соя, просо, плодовые и овощные культуры
3. Юго-Западноазиатский	Малая Азия, Иран, Афганистан, Средняя Азия, Кавказ, Северо-Западная Индия	Пшеница, рожь, многие зерновые, бобовые, виноград, плодовые культуры

4. Средиземноморский	Страны, расположенные по берегам Средиземного моря	Многие кормовые растения (клевер, одноцветковая чечевица), многие овощные культуры, маслины
5. Абиссинский	Небольшой район Африканского материка	Зерновое сорго, 1 вид бананов, масличное растение нут, особые формы пшеницы и ячменя
6. Центральноамериканский	Южная Мексика, Центральная Америка, Вест-Индские острова	Кукуруза, длинноволкнистый хлопчатник, какао, род тыквенных, фасоль
7. Андийский (Южноамериканский)	Часть района Андийского горного хребта вдоль западного побережья Южной Америки	Многие клубненосные растения, такие как картофель, некоторые лекарственные растения (хинное дерево и др.)



Во времена Н. И. Вавилова основными методами исследования диких предков культурных растений были сравнительно-анатомический и морфологический. Те места, в которых находилось наибольшее разнообразие жизненных форм, близких к культурным видам, и выявлялись как центры их происхождения. Еще тогда в одном из своих путешествий Н. И. Вавилов выдвинул предположение, что родина яблонь – ущелья гор близ Алматы. Современные ученые-генетики в ходе последних исследований ДНК установили, что мировым центром происхождения культурных яблонь от диких предков действительно являются горные ущелья Казахстана на границе с Кыргызстаном.

**Центры одомашнивания животных** тоже совпадают с районами древних цивилизаций, как и центры происхождения культурных растений. Выделяют шесть таких центров (табл. 7).

Таблица 7. Центры одомашнивания животных

Название центра	Географическое положение	Домашние животные
Китайско-Малайский	Вьетнам, Лаос, Таиланд, Восточный Китай	Свинья, куры, утка, тутовый шелкопряд
Индостанский	Индия, Северный Пакистан, Бирма, Непал	Буйвол, собака, павлин, куры, сиамская кошка, пчела
Юго-Западноазиатский	Северная и Восточная Турция, Сирия, Иран, Ирак, Кавказ, Афганистан	Крупный рогатый скот, лошадь, овца, коза, одnogорбый верблюд, свинья, голубь

Средиземноморский	Страны Средиземноморья	Крупный рогатый скот, лошадь, овца, свинья, утка, нильский гусь, кролик
Южноамериканский	Южная Америка вдоль западного побережья	Лама, альпака, индейка, морская свинка
Африканский	Страны Северной и Восточной Африки	Страус, цесарки, кошка, собака, осел, свинья



*Центры происхождения культурных растений, центры одомашнивания животных.*



#### **Знание и понимание:**

1. Объясните, для чего нужно изучать места обитания диких предков культурных растений и домашних животных.
2. Опишите виды растений, возникших в разных центрах их происхождения.
3. Объясните, когда и как возникли культурные растения и домашние животные.
4. Кто из ученых разработал учение о центрах происхождения культурных растений?

#### **Применение:**

1. Какие растения окультурены в Южноазиатском центре?
2. Назовите животных, одомашненных в Юго-Западноазиатском центре.
3. Сравните количество видов растений, окультуренных в разных центрах происхождения.

#### **Анализ:**

1. Нарисуйте схему «Центры происхождения культурных растений и одомашнивания животных как центры древних цивилизаций».
2. Проанализируйте процесс одомашнивания, выстроив животных в хронологической последовательности.
3. Покажите разницу между современными сортами растений и их древними предками.
4. Покажите разницу между современными породами животных и их прародителями.

#### **Синтез:**

1. Дайте общее описание растений, выведенных в центрах окультуривания на территории Азии.
2. Дайте общее описание растений, выведенных в центрах окультуривания на территории Европы и Африки.

3. Дайте общее описание растений, выведенных в центрах окультуривания на территории Нового света.
4. Смоделируйте ситуацию: как изменились бы свойства растений и животных в результате окультуривания и одомашнивания сейчас? Какие методы применялись бы при их выведении?
5. Считаете ли вы, что генетические особенности первых окультуренных сортов могут быть использованы современными учеными эффективнее, чем их предшественниками? Ответ аргументируйте.

**Оценка:**

1. Напишите реферат о «зеленой революции». Мог бы этот процесс состояться без разработки учения о центрах происхождения культурных растений и сбора коллекции семян растений, являющихся предковыми формами и первыми культурными растениями?
2. Оцените значение процесса окультуривания растений как для человечества, так и для природы.
3. Оцените значение процесса одомашнивания животных как для человечества, так и для природы.

### §53. Посевные культуры и породы домашних животных Казахстана

Описывать сорта значимых культурных растений и пород домашних животных



Какие сельскохозяйственные культуры возделывают в Казахстане? Какая отрасль животноводства считается главной в нашей стране?

Растениеводство – крупная аграрная отрасль Казахстана. Первое место по посевам среди сельскохозяйственных культур занимают зерновые – 66%, из них пшеницы твердых и сильных сортов – 62% от посевов зерновых. В стране возделываются и другие зерновые культуры: ячмень, овес, просо, рис, кукуруза на зерно, зернобобовые и пр.

На поливных землях в низовьях Сырдарии, Иле и в долине Каратала сложились крупные районы рисосеяния.

На юге и юго-востоке Казахстана возделываются технические и масличные культуры, среди которых наибольшее значение имеют хлопчатник, сахарная свекла, табак, подсолнечник и др. Здесь же издавна полу-чило развитие садоводство и виноградарство.

Три четверти всех сельскохозяйственных земель нашей страны занимают пастбищные угодья. Животноводство – одна из традиционных и ведущих отраслей сельского хозяйства. Важнейшими отраслями живот-

новодства являются овцеводство и скотоводство, развито также птицеводство, коневодство, верблюдоводство и свиноводство.

Главная отрасль животноводства – овцеводство. На его долю вместе с мясным скотоводством приходится около 56% производимого в республике мяса.

**Особенности селекции в Казахстане.** Целью селекции в Казахстане является процесс выведения культурных растений и домашних животных, приспособленных к уникальным природно-климатическим условиям нашей страны. На территории Казахстана были окультурены и выведены в результате народной селекции многие сорта растений и породы домашних животных. Например, древними породами собак считаются *пастушьи казахские овчарки* (тобет) и борзые *тазы*. Из мелкого рогатого скота в результате народной селекции появилась такая порода, как курдючная овца. А из растений – сорта пшеницы, яблонь и т. д.

**Достижения ученых Казахстана в селекции растений и животных.** Большие успехи были достигнуты казахстанскими учеными. Академик НАН РК профессор **А. Н. Илялетдинов** (1929–2010) возглавлял два научных направления: роль микроорганизмов в круговороте веществ в природе и использование микроорганизмов в кормопроизводстве. Профессор **Д. Л. Шамис** (1902–1972) развил в Казахстане ряд направлений, связанных с использованием микроорганизмов и физиологически активных веществ микробного происхождения в медицине, легкой и пищевой промышленности и сельском хозяйстве.

Академик НАН РК профессор **М. Х. Шыгаева** создала в Казахстане научное направление по генетике и селекции микроорганизмов, используемых в фармацевтической, сельскохозяйственной, а также хлебопекарной и молочной промышленности.

В Казахстане было создано одно из крупнейших в мире микробиологических производств – завод «Прогресс» (г. Степногорск Акмолинской области), который выпускает десятки тысяч тонн аминокислот, витаминов, белковых и инсектицидных препаратов для сельского хозяйства.

Неоценимый вклад в развитие селекции пород домашних животных внес академик НАН РК профессор **Ф. М. Мухамедгалиев** (1911–1989). Он изучал вопросы адаптации и микроэволюции, имеющие ключевое значение в создании новых пород животных, приспособленных к экстремальным условиям, а также трансплантации зигот в племенном овцеводстве.

Фундаментальные исследования позволили создать на основе отдаленной межвидовой гибридизации новую породу овец – казахского архаромериноса (рис. 105) и свиней (семиреченская), адаптированных к условиям Казахстана.

Казахский архаромеринос – единственная порода тонкорунных овец, выведенная методом межвидовой гибридизации домашних ярок и дикого барана архара. Животные этой породы крупные, с крепкой конституцией, прочным костяком и гармоничным телосложением. Они хорошо приспособлены к горным условиям, используют высокогорные пастбища, легко передвигаются по пересеченной местности. Масса баранов 90–115 кг, маток 55–65 кг. Настриг шерсти с баранов 7–8 кг, с маток 3,2–3,5 кг. Шерсть длинная, хорошего качества. Плодовитость 110–120 ягнят на 100 маток. Разводят породу в Алматинской, Восточно-Казахстанской и Павлодарской областях.



Рис. 105. Казахский архаромеринос

Существенный вклад в развитие селекции растений был сделан академиком НАН РК профессором **В. П. Кузьминым** (1893–1973), который развил ряд теоретических и методических основ селекции и семеноводства зерновых, масличных и других культур в Северном Казахстане. Профессор **Н. Л. Удольская** (1903–1986) обосновала теоретически новый взгляд на засухоустойчивость растений. Она является автором четырех районированных сортов пшеницы и серии линий по сорту Казахстанская-126.

Казахстанская-126 – сорт твердой яровой пшеницы. С конца XX в. этот сорт является ведущим в зоне его районирования (Уральская, Актюбинская и Восточно-Казахстанская области) и занимает 80% площади посева яровой пшеницы. Сорт сильный, сравнительно устойчивый к полеганию, зерно не осыпается, но легко обмолачивается. Устойчив к заболеваниям.

Большой вклад в развитие селекции зерновых растений был сделан **Р. А. Уразалиевым**. Им выведены десятки высокоурожайных сортов озимой пшеницы.

Сорта озимой пшеницы Алмалы и Стекловидная-24 обладают высокой зимостойкостью и засухоустойчивостью. Не осыпаются и не полегают. Превосходят по весу зерновок такие сорта, как Богарная-56, Безостая-1, Одесская-120.

**Биотехнология – использование биологических процессов и живых организмов в промышленном производстве.** Это относительно молодая отрасль человеческих знаний. Сам термин введен в 70-е гг. XX в., хотя использование дрожжей и бактерий в пивоварении, сыроварении, виноделии и хлебопечении практиковалось с древних времен.

Наряду с отраслями биотехнологии, которые имеют солидную историю, в настоящее время получили сильнейшее развитие такие, как генная, клеточная и ферментная инженерия. *Генная инженерия* была создана лишь в последней четверти XX в., но тем не менее успехи ее очень велики. Методами генной инженерии созданы сорта картофеля, которые не повреждаются колорадским жуком. Имеются успешные опыты по лечению наследственных болезней человека.

Применение биотехнологических методов позволило получить в 2003 г. высокоурожайный сорт картофеля Пахтакор.

В селекции животных новейшие методы в основном сводятся к *криоконсервации* (замораживание при очень низких температурах в жидком азоте) спермы и эмбрионов, полученных от высокопродуктивных, особо ценных производителей. Также применяются клеточные и тканевые культуры, т. е. выращивание определенных типов животных клеток и тканей и их дальнейшее использование.



*Биотехнология, генная инженерия, криоконсервация.*



#### **Знание и понимание:**

1. Как вы понимаете выражение «достижения современной селекции»?
2. Объясните, для чего нужно вести селекцию в каждой стране.
3. Перечислите ученых-селекционеров Казахстана в области селекции растений.
4. Перечислите ученых-селекционеров Казахстана в области селекции животных.
5. Что такое криоконсервация? Кто исследовал направление криоконсервации зигот и эмбрионов в Казахстане?

#### **Применение:**

1. Опишите функции селекции на современном этапе в Казахстане.
2. Определите связь между современными методами исследования и достижениями селекции.
3. Сравните достижения ученых Казахстана в области селекции растений и животных.
4. Назовите организмы, которые могут служить основой селекции в Казахстане.

#### **Анализ:**

1. Проанализируйте этапы становления селекции в нашей стране.
2. Изобразите в виде схемы этапы селекции в Казахстане.

**Синтез:**

1. Систематизируйте по критериям направления современной селекции в Казахстане.
2. Напишите эссе «Если бы я был селекционером».
3. Опишите роль селекции в процветании сельского хозяйства в Казахстане.

**Оценка:**

1. Напишите реферат на любую из трех тем:
  - «Достижения современной селекции растений в Казахстане»;
  - «Достижения современной селекции животных в Казахстане»;
  - «Достижения современной селекции микроорганизмов, биотехнологии и генной инженерии в Казахстане».
2. Можно ли использовать методы криоконсервации для сохранения редких видов растений и животных?

**Дискуссия:**

Обсудите, какие цели вы поставили бы перед биотехнологами, если бы возглавили это направление.

## Раздел 13. БИОСФЕРА, ЭКОСИСТЕМА, ПОПУЛЯЦИЯ

### §54. Компоненты экосистемы. Водные и наземные экосистемы

Составлять схему общей структуры экосистем; сравнивать водные и наземные экосистемы



Что такое вид? Что такое популяция? Какой главный признак объединяет особей в одну популяцию?

**Экосистема.** *Экологическая система* – это динамическое и устойчивое сообщество живых организмов (растений, животных и микроорганизмов), находящееся в постоянной взаимосвязи и непосредственном контакте с компонентами неживой природы (атмосферы, гидросферы и

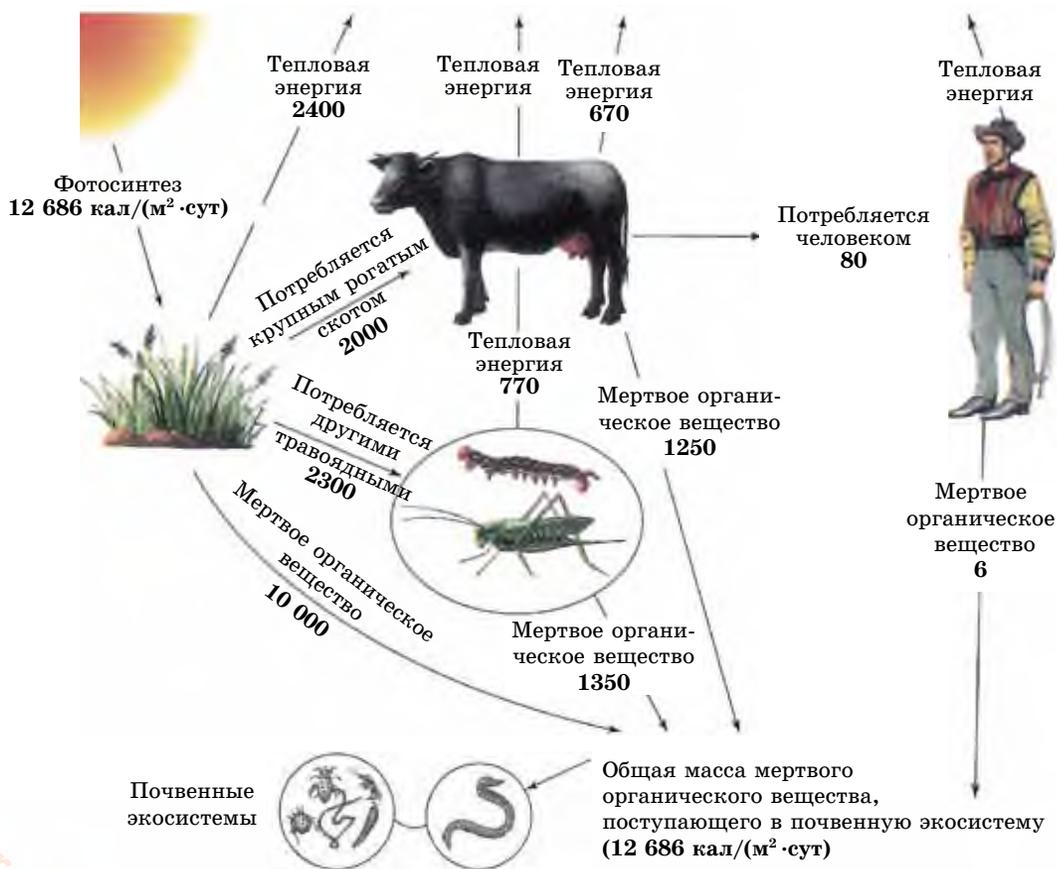


Рис. 106. Потoki вещества и энергии в экосистеме пастбища

литосферы). Экосистема состоит из биотической (живые организмы) и абиотической (неживая природа) частей. Они связаны между собой непрерывным обменом веществ и энергии (рис. 106).

*Сообщества* – это устойчивые объединения живых организмов разных видов, находящихся в данной экосистеме. Прежде всего эти организмы будут связаны через поток энергии – пищевые цепи и сети. Но кроме этого существуют и более сложные взаимоотношения.

В целом структуру экосистемы можно представить в виде схемы:



В подавляющее большинство экосистем (кроме дна океанов и т. д.) поступает энергия Солнца. В таких экосистемах главную роль в переходе энергии от неживого к живому играют фотосинтезирующие организмы – зеленые растения. Так как именно фотосинтетики переводят солнечную энергию в энергию продуктов (белков, жиров и углеводов), в экологии их называют *продуцентами*.

Продуценты находятся на первом трофическом (от греч. *трофе* – питание) уровне в цепи питания.

*Консументы* стоят на следующем трофическом уровне. Они питаются за счет продуцентов. Консументами первого порядка будут травоядные животные, непосредственные потребители продуцентов. Консументами второго порядка могут быть хищники, поедающие травоядных (потребители консументов первого порядка). Консументами третьего порядка могут быть хищники, поедающие хищников, например беркут, если он съел лисицу.

Также к консументам будут относиться и разнообразные паразиты растений и животных. Принципиальная разница между паразитом и хищником заключается только в том, что хищник убивает жертву и сразу поедает ее. А паразит стремится сосуществовать и питаться за счет хозяина как можно дольше.

*Редуценты*, или *деструкторы*, по способу питания являются сапротрофами. В отличие от паразитов они питаются отмершими остатками или выделениями живых существ. Они находятся на самом последнем трофическом уровне, осуществляя минерализацию, т. е. возвращая химические элементы в неживую природу.

**Цепь питания**, или **трофическая цепь**, – это ряд из живых организмов, последовательно извлекающих органические вещества и энергию

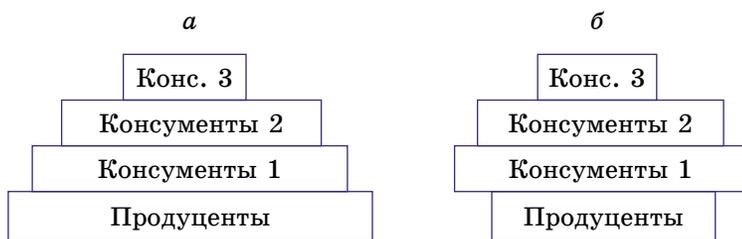
друг из друга. Проще говоря, организмы, находящиеся в пищевой цепи, последовательно поедают один другого.

Важной деталью передачи энергии по пищевой цепи являются ее потери. С одного трофического уровня на другой переходит не более 10% энергии. Остальная расходуется на поддержание жизнедеятельности предыдущего организма, теряется в виде теплоты и т. д. Так, например, если растения получили от солнца 1000 кДж энергии, к травоядным животным перейдет только 100 кДж. Хищник, съевший этого травоядного, получит уже 10 кДж, а хищник хищника – 1 кДж. Поэтому в цепях питания не бывает более 4–5 звеньев (рис. 107).

Количественным отражением потерь энергии в цепи питания служит *правило экологической пирамиды*. Пирамида – это трофические уровни от первого до последнего с указанием реального или смоделированного количества организмов. Оно обозначается чаще всего не в штуках, а в каких-либо иных единицах, например в тоннах. Основание пирамиды (продуценты) должно значительно превосходить ее вершину (консумент 3–4-го порядков). Желательно, чтобы по всей высоте пирамида была правильной, равномерной. Тогда будут обеспечены устойчивость и стабильность данной экосистемы.

**Водные и наземные экосистемы.** Так, как описано выше, устроены экологические пирамиды суши (схема 12, а). Водные, или морские, экосистемы (схема 12, б) являются исключением. Они единственные, где *количество продуцентов не превосходит количество консументов*.

Схема 12



Это главное отличие водных и наземных экосистем. То есть морская *экологическая пирамида* представляет собой скорее усеченный ромб, чем пирамиду. Единственная причина того, что по совокупной массе продуценты не превосходят значительно консументов, заключается в особенностях фотосинтетиков водных экосистем. Они представлены в основном одноклеточными водорослями, цианобактериями и другими планктонными организмами (рис. 108). Напомним, что скорость размножения бак-

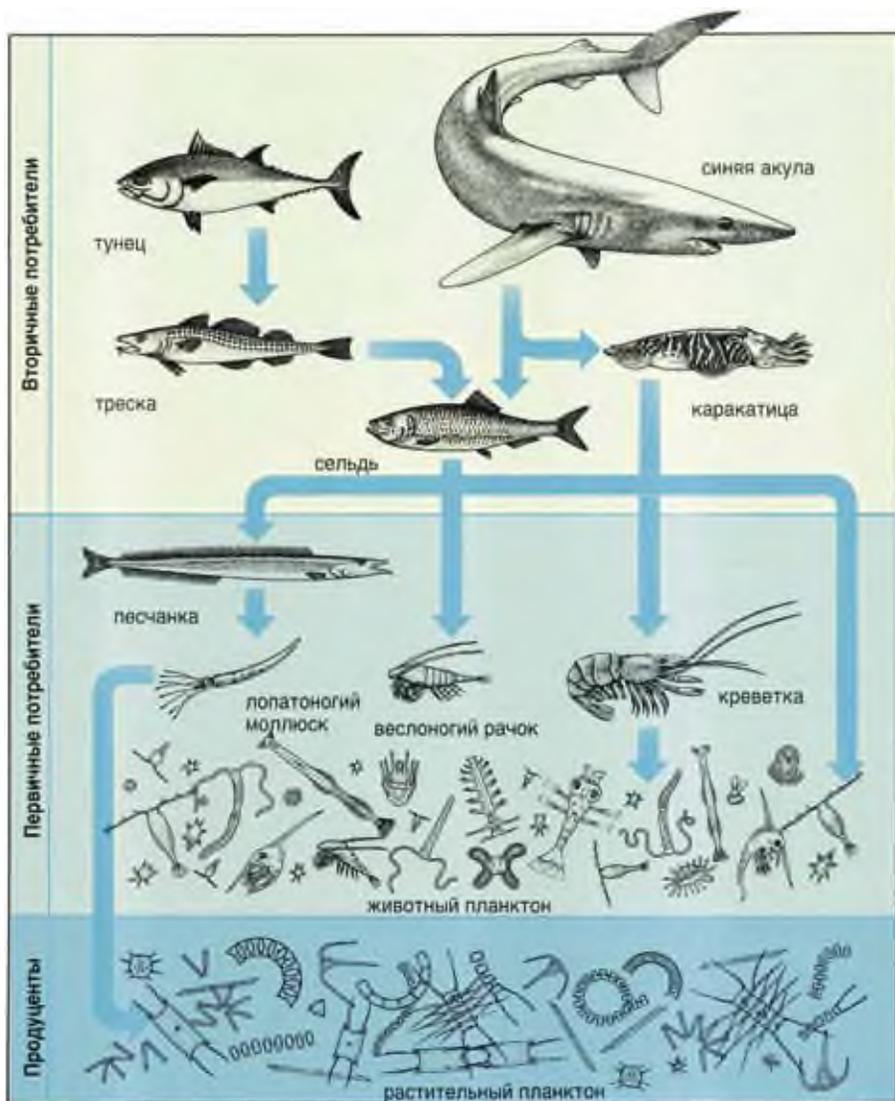


Рис. 107. **Цепь питания.** Тунец и акула на данном рисунке – это уже консументы третьего–четвертого порядков. А домашняя кошка, получившая на обед консервированного тунца, будет консументом четвертого–пятого порядков

териальных клеток в благоприятных условиях составляет 20 мин. Такие одноклеточные водоросли, как хлореллы, обладают почти такой же скоростью размножения. И хотя другие эукариотные одноклеточные водоросли размножаются несколько медленнее, все равно скорость их размножения

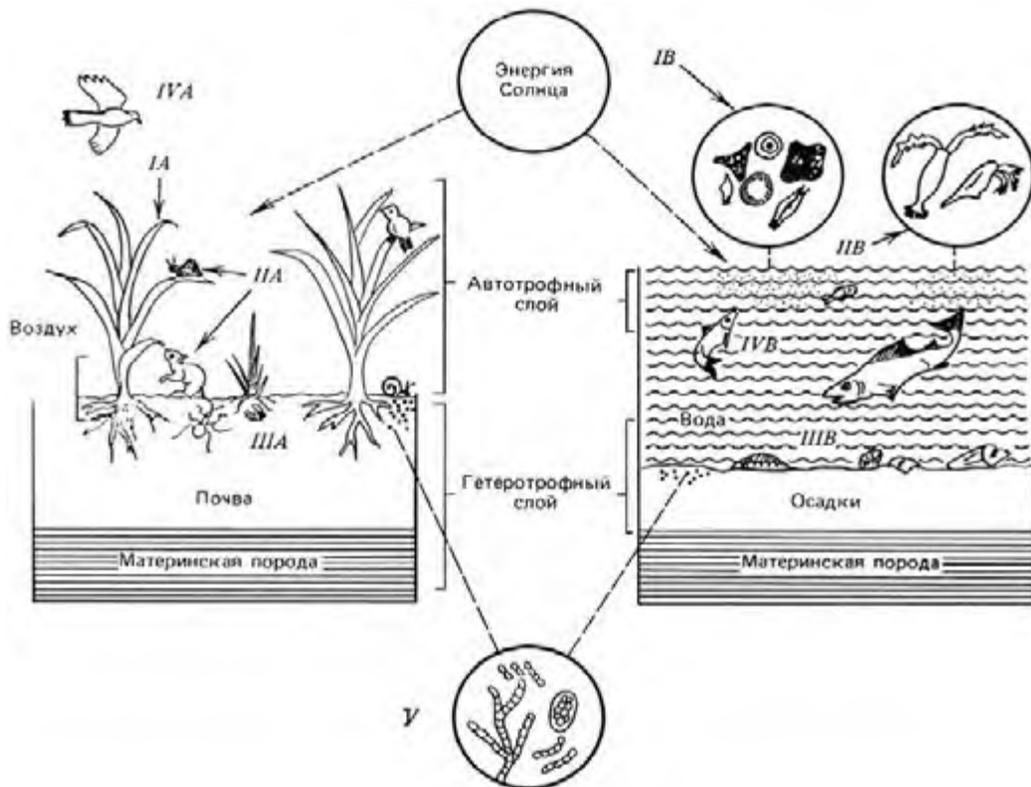


Рис. 108. Функционирование наземных и водных экосистем сходно, но в них входят совершенно разные виды. I – автотрофы: А – травы, В – фитопланктон; II – растительноядные животные: А – насекомые и млекопитающие лугопастбищного сообщества, В – зоопланктон в толще воды; III – детритоядные: А – почвенные беспозвоночные на суше, В – донные беспозвоночные в воде; IV – хищники: А – птицы и другие животные на суше, В – рыбы в воде; V – сапротрофы: разлагающие бактерии и грибы

очень велика. Обладая высокой скоростью размножения и эффективностью фотосинтеза, эти продуценты успевают обеспечивать пищевые запросы консументов первого порядка и сохранять экосистему стабильной. Они возобновляются (размножаются) с не меньшей скоростью, чем та, с которой их успевают поедать.



*Экосистема, сообщество, продуценты, консументы; редуценты, или деструкторы; пищевые (трофические) цепи, правило экологической пирамиды.*



### **Знание и понимание:**

1. Дайте определение экосистеме.
2. Что такое сообщество?
3. Объясните, почему в каждом сообществе обязательно должны быть продуценты.
4. Возможно ли существование экосистемы без солнечного света или другого компонента неживой природы, являющегося источником энергии?

### **Применение:**

1. Опишите функции консументов.
2. Определите связь между компонентами неживой природы, продуцентами и консументами.
3. Сравните водные и наземные экосистемы.
4. Назовите причины, по которым наземные пищевые системы имеют вид пирамиды, а водные – усеченного со стороны основания ромба.

### **Анализ:**

1. Изобразите в виде схемы потоки энергии в экосистемах.
2. Докажите на примерах, что показатели наземных и водных экосистем не одинаковы.
3. Проанализируйте и установите зависимость типа экосистем от биотических и абиотических условий.

### **Синтез:**

1. Рассчитайте, какое количество энергии потребуется получить экосистеме от Солнца или другого внешнего источника, если на 5-м трофическом уровне ее накапливается 287 кДж.
2. Схематично изобразите пищевые пирамиды водных и наземных экосистем.
3. Смоделируйте ситуацию: в экосистеме исчезли консументы 1-го порядка. Ответ аргументируйте.

### **Оценка:**

1. Оцените, могли ли сформироваться в процессе эволюции экосистемы, выживание которых было бы 100%-ным? Какими особенностями они должны были бы обладать?
2. Выстройте в верной последовательности все компоненты экосистем и покажите их взаимозависимость.

### **Дискуссия:**

Какие экосистемы будут самыми стабильными на Земле? Можно ли это точно спрогнозировать?



**Моделирование №2. Сравнение наземных и водных экосистем.**  
См. с. 254.

## §55. Популяция, ее экологические характеристики. Стратегия выживания

Описывать основные характеристики и особенности структуры популяции.  
Исследовать различные стратегии



Что такое популяция? Какой главный признак объединяет особей в одну популяцию?

**Популяция** – наименьшая структурная единица обитания вида. *Эндемичные* виды (*эндемики*) чаще всего проживают только в одной географической точке нашей планеты и состоят из одной популяции. Подавляющее же большинство видов существует в форме множества популяций. При исчезновении одной популяции экологической катастрофы не произойдет, так как эта потеря может быть восполнена особями другой популяции, которые восстановят утраченный компонент экосистемы. Ученые-экологи тщательно изучают процессы, происходящие в популяциях, так как именно они являются показателями экологического равновесия.

Раздел экологии, изучающий популяции, называется *демэкологией*.

**Показатели и характеристики популяции.** Основной показатель популяции – ее *численность*, т. е. количество особей в ней. Она может составлять от нескольких особей (в популяциях крупных хищников) до миллионов (в популяциях бактерий или насекомых, например в стае саранчи). Кроме того, популяцию характеризуют еще несколько показателей.

*Плотность популяции* показывает, какое количество особей размещается на данной территории. В этом показателе отражается соотношение между территорией, занимаемой популяцией, и количеством входящих в ее состав организмов. Измеряется плотность количеством особей на единицу площади или объема (для водных и почвенных экосистем).

*Рождаемость* отражает число родившихся в данной популяции особей за единицу времени, например за год.

*Смертность* отражает число умерших в данной популяции особей за единицу времени, например за год.

*Прирост* – это разница между рождаемостью и смертностью за единицу времени. Если прирост отрицательный, значит, популяция находится в состоянии вымирания и является сокращающейся или исчезающей.

*Темпы прироста* – это прирост за единицу времени.

*Возрастной состав* – соотношение между особями разных возрастов в данной популяции. Это тоже важнейший показатель, который отража-

ет состояние популяции. Если в ней преобладают молодые и зрелые особи, популяция стабильна. Если только стареющие и старые, популяция сокращается.

*Половой состав* – соотношение между половозрелыми самцами и самками в данной популяции. Этот показатель косвенно отражает состояние популяции. В идеале в раздельнополой свободно скрещивающейся популяции количество самок должно незначительно превосходить количество самцов. Но, как вы помните, есть целые поколения партеногенетических самок у тлей, дафний, комодских варанов и т. д.

*Генофонд популяции*, или ее *генетическая структура*, – это совокупность всех генов, которыми обладают особи в данной популяции. Именно генофонд является тем результатом, к которому в ходе эволюции стремится любая группа живых организмов. Ведь чем больше «полезных генов» в данной популяции, тем выше ее шансы на выживание – *эволюционный успех*. Те гены и их формы (*аллели*), которые обеспечивают проявление полезных в данных условиях признаков, делают организмы более приспособленными.

**Стратегии выживания популяций.** Еще Ч. Дарвин заметил, что в разных условиях виды стремятся выживать по-разному. В 40-е гг. XX в. эту теорию развивал академик И. И. Шмальгаузен. Концепция о двух противоположных способах самосохранения видов получила название К- и r-стратегий выживания.

*r-стратегия выживания* проявляется в тех случаях, когда на вид влияет множество негативных факторов, огромное количество хищников, паразитов, высокая конкуренция и неблагоприятные природные условия. При таком жестком давлении естественного отбора шансов на выживание даже у хорошо приспособленных особей немного. И тогда единственным способом избежать вымирания является r-стратегия. Это направленность на высокую плодовитость, раннюю половую зрелость, быструю смену поколений и способность к быстрому расселению. В условиях массовой гибели именно r-стратегия позволяет видам быстро восстанавливать численность.

*К-стратегия выживания* имеет место в тех условиях, где естественный отбор идет не хаотично, а размеренно, и где шансы на выживание высоки у хорошо приспособленных особей. То есть К-стратегия происходит в тех условиях, когда гибель в ходе естественного отбора не случайна, и обеспечивается процесс выживания более приспособленных.

При К-стратегии совершенствуются разные формы заботы о потомстве, снижается плодовитость, но повышается качество потомства, уве-

личивается продолжительность жизни. В этом случае совершенствуются механизмы устойчивого поддержания численности популяции.

Между крайними формами этих стратегий выживания есть промежуточные. И они используются всеми систематическими группами организмов. То есть нельзя сказать, что все насекомые – приверженцы только r-стратегии, а все млекопитающие идут только по пути K-стратегии. Даже у разных популяций одного вида, обитающих в разных условиях, усиливаются те или иные стратегии выживания. Но все-таки в основном можно сказать, что для слонов, человекообразных обезьян, морских млекопитающих, крупных хищников семейства кошачьих и некоторых других более характерна K-стратегия. В то время как для мышевидных грызунов, многих видов насекомых (блохи, саранчовые, таракановые, тли и т. д.) более характерна r-стратегия.



*Демэкология; численность, рождаемость, смертность, прирост, плотность, генофонд, половой и возрастной состав популяции; K-стратегия, r-стратегия, эндемики.*

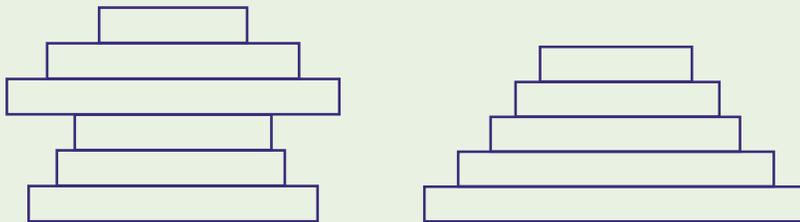


#### **Знание и понимание:**

1. Как вы понимаете такие показатели популяции, как прирост, его темпы, смертность и рождаемость?
2. Возможно ли, чтобы прирост популяции или его темпы были отрицательными?

#### **Применение:**

1. Предположите, какой из показателей состояния популяции будет основным, по которому можно судить о ее состоянии.
2. Рассмотрите рисунок. Что вы можете сказать о структуре данных популяций? О чем она может свидетельствовать?



#### **Анализ:**

1. Изобразите в виде схемы отличия между K- и r-стратегиями выживания.

2. Выскажите ваше мнение: к какой стратегии относятся длительные сроки беременности, долгий период воспитания и выживание хорошо приспособленных видов?

**Синтез:**

1. Порассуждайте, в чем заключаются особенности популяционных характеристик эндемиков.
2. Приведите примеры стабильной популяции. Перечислите, в чем заключается различие между стабильной, сокращающейся, исчезающей и неопределенной популяциями.

**Оценка:**

1. Выскажите свое мнение, почему обезьяны заботятся о своих детенышах дольше, чем все остальные виды животных. Докажите, какой это тип стратегии.
2. Проанализируйте процесс. Кенгуру рожают детенышей примерно через месяц после оплодотворения. Детеныш рождается недоразвитым и заползает в сумку матери, где продолжает свое развитие в течение 9 месяцев. Весь этот период он питается материнским молоком. Сразу же после родов самка вновь беременеет, и у нее образуется новая зигота, но не развивается до тех пор, пока кенгуренок не перестанет сосать молоко и не покинет сумку. Как вы думаете, можно ли отнести этот пример к какой-то из стратегий? Если да, то к какой? Ответ обоснуйте.

## §56. Типы взаимоотношений организмов

Описывать типы взаимоотношений между организмами



Назовите позитивные взаимоотношения организмов. Что такое симбиоз, мутуализм?

Поселяясь на определенной территории, живые организмы приспосабливаются к совместному обитанию. Все взаимоотношения организмов разных систематических групп подразделяются на позитивные, негативные и нейтральные.

**Симбиоз** – сожительство (от греч. *сим* – вместе, *биос* – жизнь), форма взаимоотношений, при которой оба организма или один из них извлекает пользу от другого. Симбиоз подразделяется еще на несколько форм.

**Кооперация** – взаимоотношения, которые взаимовыгодны для обоих организмов. Так, многие птицы кормятся на копытных, выбирая из их шерсти насекомых. При этом птицы в безопасности, потому что на круп-

ное копытное не нападают хищники, способные атаковать птиц. Кроме того, птицы выщипывают зимнюю шерсть у оленей, лосей, коров во время линьки, используя ее при постройке гнезд.

Известно сожительство раков-отшельников с одиночными кораллами – актиниями. Актиния защищает рака своими стрекательными клетками и подбедает мелкие кусочки пищи рака. При кооперации сожительство не обязательно, и организмы не погибают друг без друга.

Пример взаимовыгодных отношений – сожительство клубеньковых азотфиксирующих бактерий и бобовых растений (горох, фасоль, соя, акация). Эти бактерии способны усваивать азот воздуха и образовывать его соединения, которые могут использовать другие организмы. При этом, находясь внутри корней бобовых, азотфиксирующие бактерии чувствуют себя лучше, чем в почве. То есть корни бобовых заменяют им комфортное жилище.

*Мутуализм* (от лат. *мутуус* – взаимный) – форма симбиоза, при которой два организма взаимопользуются и часто один не может обходиться без другого. Самый известный пример мутуализма – лишайники (рис. 109). Это сожительство гриба и водоросли. В лишайнике гифы гриба, оплетая клетки и нити водоросли, образуют специальные всасывающие отростки, проникающие в клетки. Через них гриб получает продукты фотосинтеза, образованные водорослями. Водоросль же получает от гриба воду и минеральные соли.



Рис. 109. Лишайник на камнях – симбиоз гриба и водоросли

Еще одна форма мутуалистического симбиоза – *микориза*. Это симбиоз мицелия гриба и корней высшего растения, от которого выгоду получают и гриб, и растение.

*Комменсализм* (от лат. *ком* – с, вместе, *менса* – стол, трапеза) – со-трапезничество. Одна из широко распространенных форм симбиоза, при которой один вид – комменсал – получает пользу от сожительства, а другому – хозяину – это безразлично. В открытом океане крупных морских животных (акул, дельфинов, черепах) часто сопровождают рыбно-лоцманы. При больших скоростях, развиваемых акулой или дельфином, образуется так называемый слой трения, примыкающий непосредственно к поверхности тела этих животных. Лоцманы, попадая в этот слой, движутся с той же скоростью, не затрачивая больших усилий. Они кормятся остатками пищи животных, которых сопровождают, а взамен поедают их эктопаразитов. Кроме того, близость к крупным хищникам защищает лоцманов от нападения. Сами акулы лоцманов не трогают. Очевидно, что пользу от совместного обитания получают главным образом лоцманы. Такие отношения между видами называются *нахлебничеством*. Оно может принимать разные формы. Например, гиены подбирают остатки не доеденной львами добычи.

*Квартирантство* – форма взаимоотношений, когда один вид использует другой организм или его жилище для проживания. Мальки мелких рыб прячутся под зонтиками крупных медуз, где находятся под защитой щупалец, снабженных стрекательными клетками. Особо интересны анемоновые рыбы (рис. 110). Они живут среди щупалец актиний, или морских анемонов, но чтобы не быть ужаленными, хитрят. Рыбки дают слегка себя ужалить. Затем вырабатывают слизь, как у актиний. И после этого актинии думают, что рыбки «свои» и не стрекают их.



Рис. 110. Анемоновая рыба укрывается от врагов среди смертоносных щупальцев морской анемоны, которая питается остатками ее пищи

В гнездах птиц, норах грызунов обитает огромное количество членистоногих, использующих благоприятный микроклимат и находящихся там пищу в виде разлагающихся остатков.



*Симбиоз, кооперация, мутуализм, комменсализм (сотрапезничество, нахлебничество), квартирантство, микориза.*



**Знание и понимание:**

1. Дайте определения понятию *симбиоз*. Какие виды симбиоза вы можете выделить?
2. Как вы понимаете мутуализм, комменсализм, квартирантство?

**Применение:**

1. Определите связь между организмами в ходе мутуализма. Покажите на конкретных примерах
2. Сравните квартирантство и комменсализм.

**Анализ:**

1. Изобразите в виде схемы позитивные взаимоотношения, указав их виды и отобразив особенности взаимодействия организмов.
2. Выскажите ваше мнение о причинах формирования симбиоза в природе.

**Синтез:**

1. Приведите примеры каждого из видов положительных взаимоотношений.
2. В чем эволюционный смысл взаимовыгодных отношений? Какие преимущества они предоставляют организмам?

**Оценка:**

1. Напишите реферат на тему «Микориза и ее роль в формировании устойчивых лесных сообществ».
2. В пищеварительной системе животных обитает множество одноклеточных симбиотических организмов, как прокариотных, так и эукариотных. У термитов есть инфузории, у копытных – инфузории и бактерии, у хищных – бактерии. Считается, что полноценное пищеварение без симбионтов вообще невозможно. Как в эволюции могли сформироваться такие взаимоотношения? Выскажите свое мнение.

## §57. Негативные взаимоотношения организмов

Устанавливать причины изменений численности популяций на примере взаимоотношений «хищник–жертва»



Какие примеры взаимоотношений организмов вы знаете? Какие из них негативные?

Неблагоприятное воздействие одних видов на другие может проявляться в разных формах. *Хищничество* – это один из самых распространенных способов негативных взаимоотношений между видами. Хищниками называют животных (а также некоторые растения), питающихся другими животными. Примеров хищничества множество: лев и антилопа, волк и заяц, синица и насекомые и т. д. (рис. 111). Хищничество встречается уже у одноклеточных. Частным случаем хищничества служит *канныализм* – поедание особей своего вида. При этом чаще всего взрослые особи поедают молодых (щуки) или самки съедают самцов (некоторые насекомые и паукообразные).



Рис. 111. Хищничество – способ добывания пищи и питания животных

В эволюции связь «хищник–жертва» – одна из древнейших форм борьбы за существование. Так как эти взаимоотношения очень длительны, происходит постоянное совершенствование и хищников, и их жертв. У хищников увеличивается эффективность средств поиска и ловли добычи. Вырабатывается сложное поведение, например согласованные действия стаи волков при охоте на оленей. Жертвы в процессе отбора также совершенствуют средства защиты и избегания хищников. Сюда относятся покровительственная окраска, различные шипы и панцири, приспособительное поведение. Эта «гонка» приводит к общему усововершенствованию нервной системы, органов чувств, окрасок, скорости движения и т. д.

У взаимоотношений «хищник–жертва» есть не только эволюционное, но и большое экологическое значение. В сообществах хищники и жертвы контролируют численность друг друга. Уже были реальные ситуации, когда исключение из экосистемы хищников приводило к вымиранию жертв. Причиной было распространение инфекций больными животными, которых вовремя не поедали хищники, и подрыв кормовой базы (ее вытаптывание) после бесконтрольного размножения.

*Паразитизм* (от греч. *паразитос* – нахлебник) – форма взаимоотношений двух различных организмов, когда один из них (паразит) использует другого (хозяина) в качестве среды обитания и/или источника пищи. Переход к паразитизму часто происходит у бывших хищников. Наружные паразиты – клещи, комары, оводы, блохи – более похожи на хищников, чем внутренние (глисты – обитатели кишечника и др). При тесном контакте паразита с хозяином эволюционное преимущество получают организмы, способные длительное время использовать хозяина, не вызывая его быстрой смерти. Ведь тело хозяина создает для живущих в нем организмов благоприятный и относительно ровный микроклимат.

Как отдельное явление выделяют *гнездовой паразитизм*. В этом случае для питания паразит использует пищу, предназначенную для потомства хозяина. Есть мухи, откладывающие яйца в гнезда одиночных ос, где личинки мух питаются парализованными гусеницами, заготовленными осой для своего потомства. Обыкновенная кукушка откладывает свои яйца в гнезда более 100 видов птиц, преимущественно мелких воробьиных. Кукушата развиваются быстрее, чем птенцы хозяев, и выталкивают яйца или птенцов хозяев из их родного гнезда. Оставшись один, птенец кукушки получает всю пищу, приносимую приемными родителями.

*Конкуренция* – одна из форм отрицательных взаимоотношений между видами. Но самая высокая конкуренция существует между особями одного вида. Она не является примером межвидовых взаимоотношений и называется внутривидовой борьбой за выживание (рис. 112). Она воз-



Рис. 112. Конкуренция – это борьба за существование

никает, если у двух близких видов наблюдаются сходные потребности. Если такие виды обитают на одной территории, то рано или поздно один конкурирующий вид вытеснит другой. Более слабый конкурент погибнет или найдет свободную территорию. Так, зайцы почти повсеместно вытеснили диких кроликов, а серые крысы – черных крыс.

*Нейтрализм* – форма взаимоотношений, при которой совместно обитающие на одной территории организмы не влияют друг на друга. При нейтрализме особи разных видов не связаны друг с другом непосредственно, но, формируя биоценоз, зависят от состояния сообщества в целом. Например, белки и лоси в одном лесу. Они не контактируют друг с другом, однако угнетение леса засухой сказывается на каждом из них, хотя и в разной степени.



*Хищничество, каннибализм, паразитизм, конкуренция, нейтрализм.*



**Знание и понимание:**

1. Что такое негативные взаимоотношения? Приведите примеры.
2. Перечислите формы негативных взаимоотношений.

**Применение:**

1. Определите связь между борьбой за существование, естественным отбором и различными типами негативных взаимоотношений.
2. Сравните хищничество и паразитизм. Найдите сходство и отличия.

**Анализ:**

1. Выскажите ваше мнение о причинах формирования негативных взаимоотношений.
2. Докажите на примерах, что негативные взаимоотношения способствуют эволюции видов.

**Синтез:**

1. Систематизируйте по критериям негативные взаимоотношения.
2. Напишите эссе о роли негативных взаимоотношений в поддержании устойчивости экосистемы.

**Оценка:**

1. Выскажите свое мнение об эволюционных механизмах формирования паразитизма.
2. Почему, по мнению многих исследователей, к паразитизму переходят бывшие хищники или симбионты? Обсудите это явление.

3. Оцените значение негативных взаимоотношений в природе. Возможно ли существование экосистемы, лишенной негативных отношений? Аргументируйте и обсудите с одноклассниками свое предположение.

#### Дискуссия:

Мог бы сформироваться «мир без паразитов»? Устройте в классе дискуссию на эту тему.

### §58. Приспособленность, или адаптация, организмов

Объяснять механизм адаптации живых организмов к изменяющимся условиям окружающей среды



Что такое адаптация? Какие виды адаптаций вы знаете? Какие факторы ограничивают жизнь растений и животных?

*Приспособленность*, т. е. *адаптация*, – это свойство живых организмов приобретать такие особенности в строении, поведении и физиологии, которые повышают их выживаемость в конкретных условиях окружающей среды.

Задача всех живых существ – найти свою *экологическую нишу*, в которой борьба за существование будет менее острой. Таким образом, **один из результатов эволюции – приспособленность живых организмов к условиям окружающей среды.**

Окружающая среда – это весь комплекс живых и неживых объектов, сложно взаимодействующих и оказывающих влияние друг на друга. Заяц, обитающий в лесу, напрямую взаимодействует с растениями и лисицей. Но косвенно (через растения) он взаимодействует с почвой, количеством почвенной влаги и т. д. Любое животное и растение могут служить примером приспособленности. Кто не смог приспособиться, те вымерли. Так, у пустынных растений листья мелкие или же видоизменены в чешуйки или колючки. Это способствует сокращению испарения, сохранению влаги. Окраска многих насекомых зависит от окружающей среды. Сорняки нередко подражают по цвету и форме культурным растениям. Направлений приспособления организмов множество.

Адаптации возникают в ходе длительной эволюции. По типу воздействия на живые организмы все факторы окружающей среды делятся на благоприятные, или полезные, для организма (оптимальные) и неблаго-

приятные, или вредные (пессимальные). Часть адаптаций организмов направлена на преодоление негативного влияния *ограничивающих*, т. е. *лимитирующих*, факторов. Для каждого фактора среды обычно имеются предельные – *минимальные* и *максимальные* – значения, которые способен вынести живой организм. Если же говорить не просто о выживании, а о благополучном существовании и размножении, то допустимый диапазон условий окажется еще уже. Такой диапазон называется *пределом выносливости* этого вида организмов. Наилучшие же условия существования находятся где-то посередине, в так называемой *зоне оптимума*.

Примером адаптации к недостатку солнечного света в океане могут служить красные водоросли, а на суше – теневыносливые растения.

Лимитирующим фактором распространения растений в толще воды служит недостаток солнечного света, необходимого для фотосинтеза. На глубине свыше 100 м его уже недостаточно для жизни зеленых водорослей. С помощью специфических пигментов, способных улавливать рассеянный свет, красные водоросли смогли расширить границы обитания.

В пустыне фактором, ограничивающим жизнь как для растений, так и для животных, является недостаток воды в сочетании с высокими температурами. Адаптации к этим условиям разнообразны. Наиболее показательны приспособления растений к уменьшению испарения путем видоизменения листьев (рис. 113). Другой путь нашли *суккуленты*, накапливающие влагу в мясистых листьях (агавы, алоэ, очитки) или стеблях (кактусы, некоторые молочаи) (рис. 114). Важнейшим приспособлением пустынных животных явля-



Рис. 113. В пустыне борьба идет не за свет, а за влагу, ведь раскаленный воздух активно отбирает ее у растений. Чтобы уменьшить испарение, листья саксаула, например, превратились в мелкие чешуйки или небольшие выросты на однолетних побегах



Рис. 114. Гигантские кактусы хорошо приспособлены к сохранению влаги

ется переход на сумеречно-ночную активность (дневную жару они пережидают в убежищах). А степная черепаха, например, с наступлением жары впадает в летнюю спячку. Некоторые ящерицы питаются сочной мякотью листьев не для того, чтобы восполнить запасы питательных веществ, а для получения воды.

**Температура** играет важную роль в поддержании жизнедеятельности, так как все химические процессы в организме обусловлены интенсивностью этого фактора. Особенно сильно зависят от температуры растения и холоднокровные (пойкилотермные) животные, потому что они не способны поддерживать постоянную температуру своего тела. Теплокровные (гомойотермные) животные (птицы и млекопитающие) меньше зависят от колебаний температуры окружающей среды, так как в их организмах поддерживается необходимая температура тела.

Для каждого вида существует свой оптимум температуры, зависящий от условий обитания, к которым данный вид приспособился в процессе эволюции.

Некоторые виды организмов приспособлены к жизни в холодном климате. К ним относятся холодолюбивые млекопитающие (моржи, белые медведи и др.) и некоторые птицы, например пингвины (рис. 115). Большинство животных и растений имеет оптимум умеренных температур (медведи, зайцы; березы, каштаны и т. д.). Существуют и теплолюбивые организмы (слоны, зебры, жирафы, антилопы; пальмы, какао, ананасы и т. д.) (рис. 116).

**Влажность.** Вода является крайне необходимым компонентом клеток живых организмов. Она выполняет ряд исключительно важных функций. Поэтому недостаток воды в среде обитания служит лимитирующим фактором для растений и животных.

Характер флоры и фауны любой местности зависит от количества доступной воды и осадков. Например, при большом избытке влаги образу-



Рис. 115. Снежная коза, росомаха и пингвины хорошо приспособлены к холодным зимам

**Рис. 116. Там, где  
всегда лето,  
у животных короткий  
шерстный покров**



ется болото и вместе с ним – болотная флора и фауна, а при большом ее недостатке происходит *опустынивание*.

В процессе эволюции у живых организмов выработались различные приспособления для добывания, хранения и экономного расходования влаги. Так, в пустыне некоторые животные способны получать всю необходимую для жизнедеятельности влагу из пищи. Многолетние растения имеют здесь мощные длинные корни, достигающие влажного слоя почвы (верблюжья колючка), или сильно разветвленную корневую систему (саксаул). Они собирают капли влаги с большой площади (попынь). А кактусы, например, запасают влагу. Кроме того, для меньшего испарения влаги листья пустынных растений сильно редуцированы (саксаул).

Существуют организмы, постоянно обитающие в водной среде (киты, дельфины; водоросли, кувшинки, лотосы и др.). Также в природе существуют любящие влагу организмы, например обитатели болот и озер (лягушки, цапли, утки, пеликаны, ондатры, бобры), влаголюбивые растения (камыш, рогоз, рис и др.). Большинство организмов требуют умеренной влажности (волки, лисицы; липа, клен, карагач, пшеница и др.). Другие организмы (скорпионы, змеи, ящерицы, дрофы, верблюды) и засухоустойчивые растения (саксаул, верблюжья колючка, тамарикс, чингиль и др.) приспособились к недостатку влаги.

Кроме абиотических факторов для животных лимитирующим фактором часто служит отсутствие достаточного количества пищи. Причем нередко это является результатом отдаленного воздействия именно абиотических факторов: выгорание растительности во время летнего зноя в пустыне, затопление обширных пространств суши при половодье, занесение снегом поверхности земли и даже кустарников, когда оставшаяся под снегом пища становится недоступной.



*Приспособленность, адаптация, экологическая ниша, суккуленты, опустынивание; теплолюбивые и холодолюбивые, влаголюбивые и засухоустойчивые организмы; факторы окружающей среды: оптимальные, пессимальные, ограничивающие, или лимитирующие (минимальные и максимальные), предел выносливости, зона оптимума.*



#### **Знание и понимание:**

1. Дайте определения ограничивающему, оптимальному и пессимальному факторам.
2. Опишите приспособления пустынных растений к условиям окружающей среды.

#### **Применение:**

1. Назовите причины, по которым красные водоросли смогли опуститься на большую глубину.
2. Назовите, какие организмы могут поддерживать температуру своего тела, а какие – нет.

#### **Анализ:**

1. Выскажите ваше мнение, почему и животные севера (барсуки, медведи), и обитатели жарких мест (степная черепаха) впадают в спячку.
2. Проанализируйте, почему у многих пустынных растений редуцированы листья.

#### **Синтез:**

1. Оцените роль Ж. Б. Ламарка и Ч. Дарвина в изучении адаптаций организмов к условиям окружающей среды.
2. Приведите примеры адаптаций организмов к определенным абиотическим условиям. Какие из них могут стать причиной бескормицы?

#### **Оценка:**

1. Выскажите свое мнение: чем отличаются причины поедания верблюжьей колючки верблюдами и сочных листьев некоторых пустынных растений ящерицами?
2. Обсудите механизмы, которые помогают живым существам выживать в экстремальных температурных границах. Назовите такие виды.

## Раздел 14. ВЛИЯНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

### §59. Роль человека в природе

Обосновывать необходимость сохранения и поддержания биологического разнообразия. Оценивать значение Всемирного банка семян



К чему приводит накопление углекислого газа в атмосфере? Что такое МКС? Где расположен озоновый слой? Какие дожди называются кислотными?

**Влияние человека на природу** постоянно возрастает. Вместе с положительным влиянием деятельность человека оказывает и сильное отрицательное воздействие на биосферу. Быстрыми темпами загрязняется окружающая среда – воздух, вода, земля. В воздух выбрасывается огромное количество углекислого газа, который накапливается в атмосфере, что приводит к возникновению *парникового эффекта*. За последние годы температура Земли повысилась почти на 1°C. Это может спровоцировать ускоренное таяние ледников и вечной мерзлоты, повышение уровня Мирового океана, затопление огромных территорий суши.

Выбросы газов, особенно фреонов, влияют на озоновый слой. Он защищает все живое на Земле от губительного ультрафиолетового излучения. Наблюдения со спутников и МКС показали, что над Арктикой и Антарктикой появились *озоновые дыры*, т. е. области в озоносфере, где содержание озона резко снижено.

Выброс в атмосферу огромного количества различных оксидов, и в первую очередь оксидов серы и азота, привел к появлению так называемых *кислотных дождей*, которые губительно действуют на растительный и животный мир. Они превращают озера, реки и пруды в безжизненные водоемы. Кислотные дожди – одна из главных причин гибели лесов. Они способствуют преждевременному износу и разрушению даже зданий, памятников и других объектов из камня и металла.

**Биологическое разнообразие** – это количество различных видов растений, животных и других организмов, обитающих на определенной территории. Распашка земель, уничтожение лесов, разрастание городов и других искусственных экосистем приводят к сокращению естественных мест обитания многих видов растений и животных. Кроме того, ведется и прямое истребление организмов во время охоты или собирательства. За последние 150 лет человечество уничтожило множество организмов (тарпан, морская корова, странствующий голубь и мн. др.).

По мнению большинства ученых, любой вид организмов может возникнуть в природе лишь однажды. Если все организмы какого-либо вида погибнут, то этот вид уже никогда не возродится. Поэтому перед людьми встает задача сохранения каждого вида растений и животных на нашей планете. Обеспокоенность многих стран мира этой проблемой воплотилась в *Конвенции о биологическом разнообразии* (Рио-де-Жанейро, 1992). В ней выражена решимость общими усилиями сохранять и поддерживать богатство всего живого. Ведь каждый вид является частью экосистемы нашей планеты. Исчезновение одного вида всегда сказывается на устойчивости экосистемы и приводит к сокращению численности других связанных с ним видов.

В 2008 г. на о. Шпицберген (Норвегия) создан **Всемирный банк семян**. Его главная цель – сохранить генетическое разнообразие как диких, так и культурных растений на случай глобальной катастрофы, чтобы оставалась возможность возродить растения.

Строительство этого уникального объекта стало возможным после подписания Международного договора о растительных генетических ресурсах в 2004 г.

Само хранилище представляет собой тоннель в вечной мерзлоте более 120 м длиной. Там поддерживается постоянная температура на уровне  $-18^{\circ}\text{C}$ . Семена хранятся на стеллажах, в специальных мешках, помещенных в герметичные контейнеры. Коллекция семян каждого вида растений составляет 50 шт. Всего сейчас на хранении находится 0,5 млн семян, а хранилище рассчитано на 4,5 млн семян. Официальный срок хранения 10 000 лет. Даже если в силу каких-то обстоятельств оборудование этого объекта перестанет работать, вечная мерзлота не позволит температуре значительно измениться.

Ученые многих стран мира отправляют туда семена самых ценных и уникальных растений.



Самый старый генетический банк семян растений находится в России (г. Санкт-Петербург) в НИИ растениеводства им. Н. И. Вавилова. В коллекции представлено более 324 тыс. образцов. Только сортов пшеницы около 45 тыс., кукурузы 15 тыс. и т. д.

В отличие от норвежского Всемирного банка российская коллекция содержит больше семян культурных растений и меньше диких и активно используется селекционерами всего мира. Чтобы ученые могли использовать семена, их постоянно пересевают на опытных станциях института. В год поступают тысячи запросов, по которым отправляют семена в разные страны мира. Образцы всех имеющихся сортов и видов, собранных

в коллекции, хранятся в холодильниках как неприкосновенные. Но их «потомки» постоянно возделываются и самовозобновляются, чтобы не потерять всхожесть. Во время блокады Ленинграда 28 сотрудников института совершили подвиг – сохранили коллекцию семян весом в несколько тонн совершенно нетронутой, хотя сами умирали от голода.

Еще одно крупное хранилище находится в Великобритании (Западный Суссекс), где условия хранения почти такие же, как во Всемирном банке семян.

**Рациональное использование природных ресурсов** заключается в соблюдении нескольких основных правил и тенденций:

1. Повсеместно переходить на безотходные технологии в производстве.
2. Утилизировать имеющиеся и вновь образующиеся отходы, как бытовые, так и производственные (промышленные и сельскохозяйственные).
3. Изучая имеющийся опыт, стремиться к полному исключению техногенных катастроф и военных конфликтов.
4. За счет интенсивных технологий в сельском хозяйстве уменьшать площади земель, изымаемых из природы. Уменьшать использование диких видов растений и животных, выращивая их в искусственной среде.
5. Изучая механизмы возобновления численности, восстанавливать и сохранять редкие виды растений и животных в природных экосистемах.
6. Искать и внедрять альтернативные пути получения энергии, исключающие вредное воздействие на природу.



*Парниковый эффект, озоновые дыры, кислотные дожди, Конвенция о биологическом разнообразии, Всемирный банк семян, коллекция семян ВИР им. Н. И. Вавилова.*



**Знание и понимание:**

1. Объясните, почему влияние человека на природу постоянно возрастает.
2. Как вы понимаете рациональное использование природных ресурсов?

**Применение:**

1. Опишите функции Всемирного банка семян.
2. Определите связь между выбросами углекислого газа, фреонов, оксида серы и азота с глобальными экологическими проблемами человечества: озоновыми дырами, кислотными дождями и парниковым эффектом.
3. Назовите причины уменьшения биологического разнообразия.

### **Анализ:**

1. Изобразите в виде схемы проблемы, причины и последствия негативного воздействия человека на природу.
2. Выскажите ваше мнение, почему достижения науки и новейшие технологии, которыми владеет человечество, до сих пор не помогли решить экологические проблемы?
3. Докажите на примерах, что каждый человек способен сделать что-то хорошее в деле сохранения природы.

### **Синтез:**

1. Систематизируйте по критериям сходство и отличия в деятельности Всемирного банка семян и старейшей мировой коллекции семян Н. И. Вавилова.
2. Порассуждайте:
  - 1) какой развитой стране наиболее опасен парниковый эффект, и почему?
  - 2) сможет ли человечество сохранить имеющееся биологическое разнообразие?
3. Смоделируйте ситуацию: «Человечество нашло новый, экологически чистый, бесплатный и неиссякаемый источник энергии». Каковы будут последствия этого события для экологии и экономики?

### **Оценка:**

1. Напишите реферат о борьбе за решение экологических проблем, обязательно отразив в нем понятия: *организация Римский клуб, Киотский протокол* (когда он вступил в силу?), *международная организация Greenpeace*.
2. Оцените и обсудите точки зрения, согласно которым:
  - 1) экологические проблемы будут только возрастать, пока не приведут человечество к гибели;
  - 2) экологические проблемы будут только возрастать, пока не приведут к серьезным последствиям для человечества (гибель большей части населения Земли), и только после этого они будут решены;
  - 3) благодаря развитию науки, техники, технологий и доброй воле как правительств стран, так и большинства населения экологические проблемы будут решены до наступления тяжелых последствий.

## §60. Экологические проблемы Казахстана

Объяснять причины возникновения и пути решения экологических проблем на территории Казахстана



Что вы понимаете под термином «экологические проблемы»? Существуют ли такие проблемы в районе вашего проживания? Какие объекты в Казахстане угрожают здоровью населения?

Экологические проблемы Казахстана не менее остры, чем общемировые. Одна из самых печальных страниц в истории нашей страны – создание Семипалатинского испытательного ядерного полигона.

Первый атомный взрыв прозвучал здесь 29 августа 1949 г. в 7 ч утра. В результате проведения более 450 наземных и подземных ядерных испытаний в районе Семипалатинского полигона в атмосферу, гидросферу и литосферу было выброшено гигантское количество радиоактивных веществ.

Радиоактивному загрязнению подверглись районы не только Семипалатинской области, но и огромные территории прилегающих к ядерному полигону областей (Павлодарская, Карагандинская, Восточно-Казахстанская, Жезказганская и Алтайский край Российской Федерации). Пострадали население этого региона и многие живые организмы.

Последствия многочисленных ядерных испытаний в Казахстане изучены еще недостаточно. Полному запрету проведения испытаний на этом полигоне способствовала деятельность *экологического движения* «Невада–Семипалатинск», возглавляемого известным поэтом Олжасом Сулейменовым. В этом движении принимали участие широчайшие массы населения.

Президент страны Н. А. Назарбаев наложил *мораторий* (запрет) на проведение ядерных испытаний в республике (Указ «О закрытии Семипалатинского испытательного ядерного полигона» был подписан 29 августа 1991 г.).

Хотя со времени последнего испытания прошло уже немало лет, зона Семипалатинского ядерного полигона до сих пор остается экологически опасным районом в результате накопления там долгоживущих радиоактивных элементов. До сих пор в зоне полигона загрязнены почва и растительность.

Правительством Казахстана принят ряд неотложных мер по смягчению экологической обстановки в зоне Семипалатинского ядерного полигона и в прилегающих районах. Существенную финансовую помощь

в проведении экологических исследований в этой зоне оказывают правительства зарубежных стран.

Не менее острой экологической проблемой Казахстана, привлекающей внимание всего мира, является обмеление Аральского моря. Главной причиной этой катастрофы является хищническое, неоправданно завышенное, бесконтрольное и бесхозяйственное использование вод рек Сырдарии и Амударии для орошения хлопковых и рисовых посевов. В результате такой деятельности человека в Аральское море постепенно стала доходить лишь малая часть стоков этих рек.

Так как у Арала нет других источников поступления воды, то менее чем за 30 лет он потерял больше половины своей воды и практически разделился на два озера. Обнажились огромные территории бывшего дна моря. Миллионы тонн пыли и соли поднимаются и переносятся ветром на значительные расстояния, приводя к засолению прилегающие территории.

Эта *экологическая катастрофа* затрагивает интересы почти всех государств Центральной Азии. Разработаны действенные меры по спасению Арала. В первую очередь необходимо увеличить сток впадающих в Аральское море рек.

Масштабные лесопосадочные работы на дне бывшего моря закрепят пески. Эксперты, занимающиеся проблемой Арала, надеются, что если даже не удастся восстановить море в его прежних границах, то поднять уровень воды в нем вполне реально.

Отмеченное зоологами возвращение некоторых птиц на гнездовья на севере Приаралья также говорит о возможности восстановления здесь прежней экосистемы.

Еще одна болевая экологическая точка – озеро Балкаш – также привлекла к себе внимание мировой общественности.

Бурное развитие нефтегазовой отрасли Казахстана спровоцировало совершенно новую экологическую проблему – загрязнение огромных территорий Западного Казахстана токсическими веществами. Наибольшая опасность грозит живой природе в результате работ по добыче нефти со дна Каспийского моря. Случайная авария на нефтебуровых установках, расположенных в море, может привести к гибели ценнейших осетровых рыб. На Каспийское море приходится большая часть мировых запасов всех осетровых.

Огромные масштабы нефте- и газодобычи приводят к выбросу миллионов тонн попутных токсических веществ, в первую очередь солевых растворов. Непоправимый вред населению, растительному и животному миру Западного Казахстана наносят и колоссальные выбросы окислов серы, азота и углерода.

Более 60% населения Казахстана проживает в городах, в которых также резко обострились экологические проблемы. Например, в Алматы огромное количество единиц автотранспорта, не считая иногороднего. Ежедневно выхлопные газы отравляют воздух сажей, окислами и другими токсическими соединениями.

Одной из наиболее сложных является проблема снабжения населения качественной питьевой водой. Сегодня в каждой области есть населенные пункты, испытывающие трудности с обеспечением водой.



*Международные стандарты, полигон, экологическое движение, мораторий, экологическая катастрофа.*



#### **Знание и понимание:**

1. Что такое экологические проблемы? Почему их так называют?
2. Что такое Семипалатинский полигон?
3. Перечислите экологические проблемы Казахстана. Каковы последствия каждой из них?

#### **Применение:**

1. Определите связь между причинами и процессом обмеления Аральского моря.
2. Назовите водные бассейны республики, которые также переживают экологическое бедствие.
3. Сколько лет проводились испытания на Семипалатинском полигоне, и сколько – на полигоне Невада в США?

#### **Анализ:**

1. Проанализируйте этапы формирования любой экологической проблемы Казахстана.
2. Выскажите ваше мнение о причинах возникновения экологических проблем в стране.
3. Докажите на примерах, что экологические проблемы поддаются решению.

#### **Синтез:**

1. Напишите эссе «Мой вклад в решение экологических проблем моего села (города), моей области».
2. Оцените роль тех, кто возглавляет движение «Невада–Семипалатинск» и кто наложил мораторий на ядерные испытания.

#### **Оценка:**

1. Напишите реферат «Государственные механизмы решения экологических проблем в Казахстане».
2. Обсудите в классе, что вы (каждый лично и вместе с одноклассниками) можете сделать для решения экологических проблем своего региона.

# ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

## Лабораторная работа №1

### Классификация тканей растений

*Цель работы:* знакомство со строением растительных тканей на готовых микропрепаратах под микроскопом. (Обратить внимание на отличия отдельных тканей.)

*Оборудование и материалы:* микроскоп, готовые микропрепараты клеток и тканей растений.

#### Ход работы

1. Рассмотрите строение тканей растений.
2. Обратите внимание на следующие аспекты строения различных типов тканей:
  - 1) Однородны ли клетки и какова их форма?
  - 2) Плотно или рыхло расположены клетки? Есть ли крупные межклетники или клетки прижаты друг к другу?
  - 3) Каково строение вакуолей? Можно ли их рассмотреть?
  - 4) Видны ли пластиды? Если да, то какого они цвета?
3. Зарисуйте рассмотренные ткани, подпишите их.
4. Заполните таблицу. Дайте характеристику особенностей каждого типа тканей.

Характеристика (признак)	Тип ткани растений					
	покров- ная	образова- тельная	основ- ная	механи- ческая	прово- дящая	выдели- тельная
Подтип ткани						
Форма клеток						
Тип клеток						
Как расположены клетки						
Наличие и тип пластид						
Наличие вакуолей						

**Выводы.** Докажите на примере любого типа тканей растений, что их строение и функции взаимосвязаны.

## Классификация тканей животных

**Цель работы:** знакомство со строением тканей на готовых микропрепаратах под микроскопом.

**Оборудование и материалы:** микроскоп, готовые микропрепараты тканей животных.

### Ход работы

1. Рассмотрите микропрепараты тканей: эпителиальной, соединительной, мышечной, нервной. Сделайте вывод, в чем сходство и различия в их строении.

2. Найдите основные и вспомогательные клетки этих тканей, если таковые имеются.

3. Как клетки эпителиальной и нервной тканей прилегают друг к другу?

4. Сравните микропрепараты с рисунками в учебнике (см. рис. 6–8). Определите местоположение этих тканей в организме.

5. Зарисуйте рассмотренные ткани, подпишите их.

6. Заполните таблицу. Дайте характеристику особенностей каждого типа тканей.

Характеристика (признак)	Тип ткани животных			
	эпители- альная	мышечная	нервная	соедини- тельная
Место расположения				
Подтип ткани				
Форма клеток				
Основные и вспомогательные клетки				
Особенности межклеточного вещества				

**Выводы.** Дайте характеристику особенностей каждого типа тканей. Запишите в тетради определение понятия «ткань».

**Определение отличительных признаков отделов растений: водоросли, моховидные, папоротниковидные, голосеменные и покрытосеменные**

*Цель работы:* выявить особенности строения основных групп растений.

*Оборудование и материалы:* гербарные и иллюстративные материалы водорослей, моховидных, папоротниковидных, голосеменных и покрытосеменных.

**Ход работы**

1. Рассмотрите гербарий (и иллюстрации) каждого из предложенных отделов растений.
2. Выясните наличие органов у разных отделов растений.
3. Обратите внимание на наличие и строение рассматриваемых органов.
4. На основе проведенных наблюдений заполните таблицу.

Признак (орган)	Водоросли	Моховидные	Папоротниковидные	Голосеменные	Покрытосеменные
Корень (наличие), его особенности					
Стебель (наличие), его особенности					
Лист (наличие), его особенности					
Спорангий (наличие)					
Семена (наличие), их особенности					
Плод (наличие), его особенности					
Цветок (наличие), его особенности					

**Выводы:** Докажите процесс усложнения – усовершенствования отделов растений в ходе эволюции.

## Исследование признаков классов однодольных и двудольных растений

*Цель работы:* научиться определять, к какому классу относится конкретное растение.

*Оборудование и материалы:* гербарии и наборы крупных семян однодольных и двудольных растений.

### Ход работы

1. Рассмотрите семена предложенных растений, снимите с них кожуру. Определите, удастся ли их разделить на две равные половины.
2. Рассмотрите гербарий каждого из предложенных растений.
3. Выясните строение таких органов, как лист и корневая система, тип жилкования.
4. Обратите внимание на особенности строения цветка. Сосчитайте части цветка. Есть ли чашелистики?
5. На основе проведенных наблюдений сделайте выводы о принадлежности образцов к определенному классу цветковых растений.
6. Заполните таблицу. Отрадите основные отличия двух классов цветковых растений.

Класс однодольных	Признак	Класс двудольных
	Количество семядолей в семени	
	Тип корневой системы	
	Тип жилкования листьев	
	Тип листьев	
	Наличие чашелистиков	
	Кратность частей цветка	
	Наличие камбия и древесины	
	Жизненные формы	

**Выводы:** Докажите, что вы верно определили класс рассматриваемых вами растений.

## Определение витамина С в продуктах питания

*Цель работы:* овладеть простыми методами определения содержания витамина С в продуктах питания.

*Оборудование и материалы:* сок черной смородины, лимона, яблок, квашеной капусты, апельсина, картофеля; дистиллированная вода, крахмальная суспензия или коллоид<sup>1</sup>, йод аптечный – 5% -ный спиртовой раствор, химическая посуда.

### Ход работы

1. Налейте в каждую пробирку по 20 мл сока.
2. Добавьте к сокам приготовленную крахмальную суспензию примерно по 5 мл и перемешайте содержимое каждой пробирки.
3. Разбавьте раствор йода в 40 раз. Теперь 1 мл такого йода соответствует 0,875 мг витамина С.
4. С помощью специальной химической посуды по каплям (титрование) добавляйте приготовленный раствор йода в пробирки с соками. Количество израсходованного йода строго считайте.
5. Пронаблюдайте, когда раствор с соком начнет голубеть – это показатель того, что йод окислил витамин С и начал взаимодействовать с крахмалом. Запишите, сколько миллилитров йода израсходовано для каждой пробирки.
6. По степени изменения окраски йодной пробы и по количеству израсходованного йода сделайте вывод о содержании витамина С в соках различных растений.
7. Заполните таблицу, выстроив соки в порядке возрастания количества витамина С. Его примерное содержание можно высчитать и указать.

---

<sup>1</sup> Крахмальную суспензию учитель готовит заранее, т. к. она может храниться в течение недели.

## Исследование форменных элементов крови различных организмов

**Цель работы:** исследовать особенности строения форменных элементов крови различных организмов по готовым микропрепаратам.

**Оборудование и материалы:** микроскоп, готовые микропрепараты крови человека, лягушки, птиц, ламы или верблюда, лошади; если готовых микропрепаратов нет, то их изображение на любых носителях.

### Ход работы

1. Если есть, рассмотрите готовые микропрепараты с помощью микроскопа. Все ли клетки крови видны на микропрепаратах?

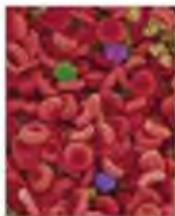
2. Если готовых микропрепаратов нет, то рассмотрите клетки крови различных организмов на рисунках. Письменно ответьте на следующие вопросы-задания:

– Рассмотрите клетки крови, определите их форму и цвет. Каких клеток визуально больше всего?

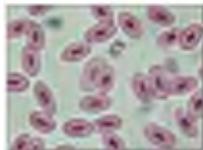
– Каковы размеры клеток относительно друг друга? Сравните с описанием в учебнике.

– Рассмотрите эритроциты. У каких организмов они имеют ядра?

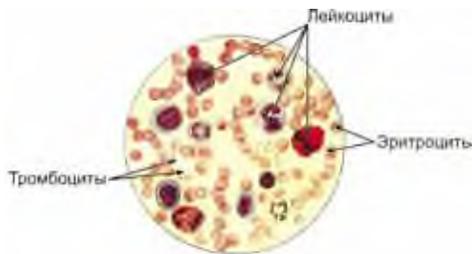
– Рассмотрите лейкоциты разных организмов. Видите ли вы отличия?



Кровь  
человека



Кровь  
лягушки



Кровь лошади

– Удалось ли вам отличить разные типы лейкоцитов у человека?

В качестве **в ы в о д о в** сравните клетки крови по:

- 1) форме;
- 2) размеру;
- 3) количеству клеток;
- 4) наличию ядра.

## Исследование влияния физических упражнений на работу сердца

*Цель работы:* установить взаимообусловленность между изменением частоты сердечных сокращений и физической нагрузкой.

*Оборудование и материалы:* учебник, секундомер или часы с секундной стрелкой.

### Ход работы

1. Ознакомьтесь с теоретическим обоснованием и методикой измерения пульса.

*Пульс* (от лат. *пульсус* – удар, толчок) – ритмические колебания стенок артерий, связанные с сокращениями левого желудочка сердца. При его сокращении кровь под большим давлением с силой изгоняется в аорту, которая расширяется. Стенки аорты начинают колебаться. Далее колебания быстро распространяются по стенкам артерий. Эти колебания и называются пульсом. Надавливая пальцами на внутренней поверхности запястий, на шее с двух сторон, на висках, можно прощупать пульс. По нему можно определить количество сокращений сердца в 1 мин.

2. Сидя, найдите у себя пульс и подсчитайте количество сокращений сердца в 1 мин.

3. Встаньте и через 1–2 мин посчитайте пульс в положении стоя.

4. Сделайте 20 приседаний и сразу после этого посчитайте пульс.

Все полученные данные отразите в таблице.



**Пульс обычно измеряют на запястье руки**

Число пульсовых ударов в минуту		
В состоянии покоя		После 20 приседаний
сидя	стоя	

Сделайте **выводы**, дав развернутое объяснение, почему изменилось число сердечных сокращений.

## Лабораторная работа №8

### Исследование жизненного объема легких

*Цель работы:* установить ЖЕЛ.

*Оборудование:* жидкостный, воздушный или электронный спирометр.

#### Ход работы

1. Ознакомьтесь с работой спирометра.
  2. Сидя, сделайте максимально глубокий вдох, затем не очень быстро сделайте максимально глубокий выдох в спирометр. Выдохните весь воздух.
  3. Запишите свои показатели ЖЕЛ в тетрадь.
- Сделайте **вывод** об уровне функционального развития ваших легких, сравнив свой показатель ЖЕЛ с установленными нормами.

## Лабораторная работа №9

### Макро- и микроскопическое строение костей. Демонстрация химического состава костей

*Цель работы:* на основании изучения макро- и микроскопического строения и свойств натуральной и преобразованной костей выявить роль различных компонентов структуры и химического состава костей.

*Оборудование и материалы:* микропрепараты костной ткани, натуральные распиленные плоская и трубчатая кости млекопитающего животного, прокаленная и декальцинированная кости животного, например курицы; препаративная ванночка или поднос.

#### Ход работы

1. Рассмотрите макроскопическое строение распиленной кости. Выявите следующие элементы:
  - плотное компактное костное вещество;
  - губчатое вещество (обратите внимание, в каком направлении идут его пластины);
  - найдите надкостницу. Удастся ли отделить ее от плотного вещества?
  - найдите гиалиновый (гладкий) хрящ на головках кости;
  - найдите полость – местонахождение желтого костного мозга;
  - определите типы исследуемых костей.

2. Рассмотрите микроскопическое строение кости. Выявите следующие элементы:

- пластины костных цилиндров;
- остециты и их отростки;
- центральные полости остеонов.

3. Демонстрационно исследуйте свойства трех костей: прокаленной, декальцинированной и неизменной (натуральной):

– попытайтесь растянуть все три кости. Какими свойствами обладает декальцинированная кость?

– попробуйте согнуть все три кости. Что происходит при попытке согнуть прокаленную кость? Каким свойством она обладает?

– полученные в ходе манипуляций данные запишите в таблицу и сделайте **выводы**, почему изменились свойства костей.

Тип кости	Растяжение	Изгиб	Изменение состава	Причины полученных результатов
Нормальная				
Декальцинированная				
Прокаленная				

Сделайте общий **вывод** о взаимосвязи элементов кости и костной ткани, ее химических компонентов и свойств.

## Лабораторная работа №10

### Изучение строения мышечных тканей

*Цель работы:* знакомство со строением клеток подтипов мышечной ткани на готовых микропрепаратах.

*Оборудование и материалы:* микроскоп, готовые микропрепараты клеток разных типов мышечной ткани.

#### Ход работы

1. Рассмотрите строение клеток разных подтипов мышечной ткани (см. рис. 8). Определите их форму.

2. Найдите в них ядра (они окрашены наиболее темно). Как они расположены в цитоплазме относительно мембраны?

3. Чем отличается окрашивание цитоплазмы у гладкого и поперечно-полосатого подтипов мышечной ткани?

4. Найдите основные отличия клеток сердечной и скелетной тканей. Как их клетки прилегают друг к другу?

5. Зарисуйте рассмотренные клетки, подпишите их основные части.

Сделайте **вывод**, в чем сходство и различия в их строении. Заполните таблицу.

Признаки, особенности	Гладкая	Поперечнополосатая	
		скелетная	сердечная
Количество ядер			
Расположение ядер			
Форма клеток			
Окрашивание цитоплазмы			
Соединение клеток между собой			
Месторасположение в организме			
Особенности функционирования			

### Лабораторная работа №11

#### Исследование зрительного восприятия (определение остроты и поля зрения)

*Цель работы:* научиться определять остроту зрения и поле зрения.

*Оборудование и материалы:* таблица для определения остроты зрения, рулетка длиной 5 м, указка (можно использовать лазерную), сантиметровая лента.

#### Ход работы

1. Повесьте таблицу на хорошо освещенной стене. Если освещения недостаточно, дополнительно осветите ее электрической лампой.

2. Усадите испытуемого на стул на расстоянии 5 м от таблицы и предложите ему закрыть один глаз щитком или ладонью.

3. Указкой показывайте испытуемому буквы и попросите называть их. Определение начните с верхней строчки и, опускаясь вниз, найдите самую нижнюю строку, все буквы которой испытуемый отчетливо видит в течение 2–3 с и правильно называет.

4. Если испытуемый правильно называет знаки десятого ряда, значит, острота зрения соответствует норме.

5. Если испытуемый не различает буквы 10-й строки с расстояния в 5 м, ему следует обратиться за консультацией к окулисту.

6. Возьмите в руки картинку для выявления поля зрения.

Сделайте письменные **выводы**: соответствует ли острота вашего зрения нормам?

### Лабораторная работа №12

#### Исследование особенностей слухового восприятия (определение остроты слуха)

*Цель работы:* определить остроту слуха.

*Оборудование:* таблица слов для исследования шепота, рулетка не менее 7 м.

#### Ход работы

Работа проводится в парах: сначала один из участников выступает в роли испытуемого, другой – в роли испытателя; затем они меняются ролями.

1. В полной тишине с расстояния 6,5–7 м испытатель шепотом проговаривает слова из таблицы.

2. Испытуемый закрывает поочередно левое и правое ухо и повторяет слова испытателя. Тот фиксирует, верно или неверно воспроизводятся слова.

3. Если слова воспроизводятся неверно, расстояние постепенно сокращается до 5 м.

#### Примерная таблица слов для исследования шепота

Слова с низкой частотной характеристикой			Слова с высокой частотной характеристикой		
Вова	Рыба	Ворон	Саша	Чижик	Чашка
Дом	Волк	Мыло	Часы	Шашка	Птичка
Окно	Дым	Урок	Шишка	Час	Кисть
Ухо	Город	Гром	Чай	Зайчик	Щи
Море	Ум	Бык	Спичка	Сеть	Чайка

Сделайте **выводы** об остроте вашего слуха и запишите их в тетрадь, учитывая, что нормальный слух (хорошая острота слуха) характеризуется определением шепота на расстоянии более 6 м, снижение слуха – на расстоянии меньше 5 м.

## Определение слепого пятна. Опыт со смешением цветов, воздушной и костной проводимости

**Цель работы:** находить слепое пятно на сетчатке. Выявлять результаты смешения цветов, воздушной и костной проводимости.

**Оборудование и материалы:** рисунки для выявления слепого пятна, краски разных цветов: красная (малиновая или розовая), оранжевая, желтая, зеленая, голубая, синяя, фиолетовая; кисти, пробирки с водой. Два камертона с частотой колебаний 128 Гц ( $C_{128}$ ) и 2048 Гц ( $C_{2048}$ ).

### Ход работы

1. Возьмите в руки картинку для выявления слепого пятна и, закрыв левый глаз ладонью, смотрите правым глазом на черный круг с расстояния вытянутой руки.

2. Медленно приближая рисунок к глазу, отметьте, видите ли вы обе геометрические фигуры одновременно?

3. На каком расстоянии от глаза одно изображение исчезает? Составляет ли это расстояние примерно 15–25 см?

4. Прodelайте то же самое с левым глазом, закрыв правый. Совпадает ли расстояние, на котором вы перестали видеть одну из фигур?

5. Определите: наличие какого специфического образования доказывает исчезновение из поля зрения одной из изображенных на рисунке фигур?

6. Заполните пробирки на  $2/3$  водой. С помощью мокрой кисти поместите в пробирку небольшое количество краски, поочередно ополаскивая в них кисть, стараясь, чтобы количество краски было примерно одинаковым.

7. В чистых пробирках *смешайте растворы красок* следующих цветов: желтый/голубой (синий); желтый/красный; красный/синий; оранжевый/зеленый.

Приливайте их по  $1/3$  так, чтобы  $1/3$  исходного содержимого пробирки оставалась.

8. Сравните с исходным цветом. Результаты опишите.

9. Камертон заставляют вибрировать путем удара браншей по ладони ( $C_{128}$ ) или по колену ( $C_{2048}$ ) всегда с одной и той же силой. Важно помнить, что камертон следует лишь слегка придерживать за ножку пальцами (во избежание торможения его вибраций).

10. Для выявления *воздушной проводимости* камертон подносят к наружному слуховому проходу максимально близко, но так, чтобы он не

касаясь уха. Важно, чтобы обе ветви камертона и отверстие наружного слухового прохода были в одной фронтальной плоскости. Во избежание адаптации и утомления органа слуха через каждые 4–5 с камертон следует отдалять и вновь приближать к уху.

11. Засекают, какое время в секундах испытуемый слышит звук камертона. Данные вносят в таблицу.

12. Для исследования *костной проводимости* ножку камертона прикладывают к сосцевидному отростку (кость черепа под ухом).

13. Засекают, какое время в секундах испытуемый слышит звук камертона. Данные вносят в таблицу.

14. Сделать выводы:

Время в секундах, когда испытуемый слышит звук	
Воздушная проводимость	Костная проводимость

#### Лабораторная работа №14

#### Исследование кожной чувствительности

*Цель работы:* выявить наличие и частоту расположения тактильных и холодовых рецепторов на поверхности кожи.

*Оборудование и материалы:* булавки с закругленной головкой, вода с температурой 60°C, лед, ручки разных цветов.

#### Ход работы

1. На тыльной поверхности кисти и лучезапястного сустава с помощью закругленной булавочной головки или разогнутой металлической скрепки найдите тактильные точки и отметьте их красной ручкой.

2. На этом же участке кожи найдите холодовые точки с помощью охлажденной булавочной головки или разогнутой металлической скрепки и отметьте их синей ручкой.

3. Подсчитайте и сравните частоту расположения тактильных и холодовых точек на 1 см<sup>2</sup>. В среднем на 1 см<sup>2</sup> кожи приходится 25 тактильных, 12 холодовых точек.

Сделайте **выводы** о физиологических особенностях кожного анализатора.

**Сравнение строения пищеварительной системы  
дождевого червя, коровы и человека**

Изучив материал §10 и рис. 30 и 31, сравните пищеварительные системы дождевого червя, коровы и человека. Заполните таблицу.

№	Признак	Дождевой червь	Корова	Человек
1	Наличие слюнных желез			
2	Наличие печени			
3	Наличие поджелудочной железы			
4	Слюнные железы появляются впервые			
5	Наличие анального отверстия			
6	Наличие зубов			
7	Зубы подразделяются на резцы, клыки и коренные			
8	Зубы располагаются симметрично на верхней и нижней челюстях			
9	Есть зоб			
10	Желудок однокамерный			
11	Желудок многокамерный			
12	Есть слепая кишка			
13	Слепая кишка короткая			
14	Слепая кишка длинная			
15	Обязательны симбиотические бактерии в желудке и/или в кишечнике			
16	Результат деятельности бактерий используется организмом			
17	Результат деятельности бактерий используется самими бактериями			

### Сравнение наземных и водных экосистем

Изучив материал §54 и рис. 106–108, сравните водные и наземные экосистемы. Заполните таблицу.

№	Признак	Экосистемы	
		наземные	водные
1	Организмы-продуценты (перечислить)		
2	Основные продуценты представлены (высшими или низшими растениями)		
3	Наличие среди продуцентов растений и цианобактерий (значительно или незначительно)		
4	Количество (биомасса) среди продуцентов многоклеточных и одноклеточных растений		
5	Соотношение биомассы консументов первого порядка и продуцентов		
6	Количество (биомасса) консументов первого порядка относительно консументов высших порядков		
7	Основной биосферный процесс обеспечения энергией		
8	% перехода энергии на следующий трофический уровень		
9	Пищевая пирамида представлена геометрической фигурой		
10	В чем причина особенностей		
11	Самый крупный обитатель данных экосистем*		
12	Масса и размер самого крупного обитателя экосистем*		
13	К какой экологической группе относится самый крупный представитель?*		

\* Заполнение трех последних граф (11–13) не является обязательным и предполагает использование дополнительных источников информации.

## КРАТКИЙ ТОЛКОВЫЙ СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ\*

**Абиотическая среда** – совокупность неорганических условий (факторов) обитания организмов.

**Абстинентный синдром** – болезненное состояние, развивающееся у наркоманов при прекращении приема наркотиков.

**Авитаминоз** – заболевание, развивающееся вследствие резкой недостаточности витаминов в организме (бери-бери, пеллагра, цинга и др.).

**Автоматизм** – способность клеток, тканей или органов к ритмической деятельности при отсутствии внешних побудительных факторов (сокращения сердца – автоматия).

**Агглютинация** – склеивание и выпадение в осадок из однородной взвеси бактерий, эритроцитов и других клеток, несущих антигены, под действием специфических антител – *агглютининов*. Реакцию агглютинации применяют для определения групп крови, идентификации возбудителей инфекционных заболеваний и др.

**Агглютинины** – два вида ( $\alpha$  и  $\beta$ ) специальных веществ, растворенных в плазме крови. Способствуют склеиванию эритроцитов.

**Агглютиногены** – два вида (А и В) особых белков на поверхности эритроцитов. У разных людей встречаются: только А, только В, или А и В сразу (например, при обозначении IV группы крови – АВ), или их нет вовсе, как у людей с I группой крови (ее буквенное обозначение  $0\alpha\beta$ ).

**Агония** – состояние, предшествующее смерти.

**Адамово яблоко**, кадык – выпуклость на передней поверхности шеи у мужчин, образованная щитовидным хрящом гортани.

**Адаптация** (от лат. *адаптация* – приспособление) – процесс привыкания.

**Адаптация глаза** – приспособление глаза к изменяющимся условиям освещения.

**Аденоиды** – носоглоточные миндалины.

**Адреналин** – гормон мозгового слоя надпочечников. Поступая в кровь, он повышает артериальное давление и потребление кислорода, содержание сахара в крови и т. д. Его содержание в крови повышается при эмоциональных переживаниях.

**Акклиматизация** – приспособление живых организмов к новым условиям существования. Применительно к человеку – приспособление к новым климатическим условиям.

\* Словарь подготовлен в редакции корпорации «Атамұра».

**Аккомодация глаза** – приспособление его к ясному видению предметов, находящихся на разных расстояниях, посредством фокусировки изображения на сетчатке.

**Аксон** – удлинённый отросток нервной клетки (нейрона), проводящий нервные импульсы от тела клетки к другим нервным клеткам или к иннервируемым органам.

**Алкоголизм** – хроническое заболевание, обусловленное систематическим употреблением спиртных напитков.

**Аллергия** – повышенная чувствительность организма к какому-либо аллергену – веществу, вызывающему аллергию (пыльца растений, домашняя пыль, лекарственные препараты и т. п.).

**Альбинизм** – врождённое отсутствие пигментации кожи, волос, радужной оболочки глаз. Организм, лишенный окраски, называют *альбиносом*.

**Альвеолы** – 1) пузырьковидные образования в лёгких, оплетённые сетью капилляров; через их стенки происходит газообмен; 2) зубные лунки (углубления в челюсти), в которых находятся корни зубов.

**Альдостерон** – гормон животных и человека, вырабатываемый в коре надпочечников (кортикостероид). Регулирует минеральный обмен в организме, в основном  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  и воды.

**Амнезия** – нарушение памяти, при котором невозможно воспроизведение ранее образовавшихся понятий, представлений; пробел в воспоминаниях.

**Анализаторы** – системы чувствительных нервных образований, воспринимающие и анализирующие различные внешние и внутренние раздражения.

**Анатомия** – наука о строении организма.

**Андрогены** – мужские половые гормоны (тестостерон и др.); вырабатываются главным образом семенниками, а также корой надпочечников и яичниками. Стимулируют развитие и функцию мужских половых органов, развитие вторичных половых признаков.

**Анемия**, малокровие – группа заболеваний, характеризующихся уменьшением количества эритроцитов и (или) гемоглобина в крови.

**Анестезия** – потеря чувствительности вследствие поражения чувствительных нервов. Для обезболивания при хирургических операциях достигается воздействием анестезирующего вещества на головной мозг. Общая анестезия – *наркоз*.

**Аносмия** (от греч. *ан* – отрицательная приставка и *осмэ* – запах) – отсутствие обоняния.

**Анофтальм** (от греч. *ан* и *офтальмос* – глаз) – врождённое отсутствие или утрата одного или обоих глаз.

**Антибиотики** – органические вещества, образуемые микроорганизмами и обладающие способностью убивать или подавлять развитие других микроорганизмов.

**Антигены** – вещества, которые воспринимаются организмом как чужеродные и вызывают специфический иммунный ответ. Способны взаимодействовать с *антителами* и *иммуноцитами*. Применяются при создании вакцин и сывороток.

**Антисептика** – метод предупреждения заражения ран и лечения инфицированных ран воздействием на патогенные микробы антисептическими средствами.

**Антитела** – глобулярные белки (иммуноглобулины) плазмы крови, обладающие способностью специфически связываться с *антигенами*.

**Антропогенез** – происхождение человека, становление его как вида в процессе формирования общества – социогенеза.

**Антропология** – наука о человеке.

**Анурия** – прекращение выделения мочи при почечной недостаточности, кровопотере, шоке и др.

**Аорта** – главная артерия кровеносной системы позвоночных.

**Апатия** – безразличное, безучастное отношение к окружающему; состояние, при котором снижены или полностью утрачены внутренние побуждения, интессы, эмоциональные реакции.

**Аппарат** – совокупность органов человека, выполняющих какую-либо особую функцию организма (пищеварительный аппарат и др.).

**Аппендикс** – червеобразный отросток слепой кишки.

**Аппендицит** – воспаление аппендикса.

**Аппетит** – ощущение, связанное с потребностью в пище.

**Артерии** – кровеносные сосуды, несущие обогащенную кислородом (артериальную) кровь от сердца ко всем органам и тканям. Лишь легочная артерия несет венозную кровь от сердца к легким.

**Артериолы** – мелкие конечные разветвления артерий, переходящие в капилляры.

**Аскорбиновая кислота**, витамин *C* – водорастворимый витамин.

**Асфиксия** – удушье, обусловленное кислородным голоданием и избытком углекислого газа в крови и тканях.

**Атония**, расслабление – утрата нормального тонуса мышц скелета и внутренних органов при истощении, нервных и других заболеваниях.

**Атрофия** – уменьшение размеров органа или ткани с нарушением или прекращением их функции.

**Аутизм** – погружение в мир личных переживаний с активным отстранением от внешнего мира.

## Б

**Бактерицидность** – свойство химических веществ, физических и биологических факторов (температура, излучения и др.) вызывать гибель бактерий.

**Бациллы** – любые бактерии палочковидной формы.

**Белки** – нерегулярные биополимеры, мономерами которых являются аминокислоты.

**Беременность** – процесс внутриутробного вынашивания плода у живородящих животных и человека. У женщин продолжается в среднем 280 сут.

**Биологические ритмы, биоритмы** – цикличные колебания интенсивности и характера биологических процессов и явлений.

**Биологические часы** – условный термин, указывающий на способность человека и животных ориентироваться во времени.

**Близнецы** – два или более потомка, рожденные одной матерью почти одновременно у человека и тех млекопитающих, которые обычно рожают одного детеныша (у птиц – в случае двухжелтковых яиц).

**Близорукость** – недостаток зрения; неспособность ясно видеть на далекое расстояние.

**Блуждающий нерв, вагус** – десятая пара *черепномозговых нервов*; смешанный нерв.

**Ботулизм** – пищевая токсикоинфекция в результате отравления продуктами, зараженными микробами и их токсинами.

**Бред** – синдром психического расстройства, проявляющийся в ложных суждениях, умозаключениях, которые имеют лишь субъективное обоснование и не поддаются коррекции.

**Бронзовая болезнь, Аддисонова болезнь** – эндокринное заболевание, характеризуется интенсивной пигментацией кожи, слабостью, истощением.

**Бронхи** – воздухопроводящие пути наземных позвоночных, отходящие от трахеи.

**Бронхиолы** – конечные мельчайшие разветвления бронхов в легочных долях. Не содержат хрящей, переходят в альвеолярные ходы легких.

**Бронхит** – заболевание органов дыхания с поражением стенки бронхов.

**БЦЖ** – вакцина против туберкулеза из живых ослабленных туберкулезных микобактерий.

## В

**Вакцина** – медицинский препарат из ослабленной культуры (или убитых) возбудителей заразных болезней, применяемый в профилактических и лечебных целях.

**Варолиев мост** – часть ствола мозга, входящая в состав заднего мозга (между продолговатым и средним мозгом).

**Вегетарианство** – система питания исключительно растительной либо молочно-растительной пищей.

**Вегетативная нервная система** – часть нервной системы, регулирующая деятельность внутренних органов и систем – кровообращения, дыхания, пищеварения, выделения, размножения и др., обмен веществ и функциональное состояние тканей организма (возбудимость, работоспособность и др.). Делится на симпатическую и парасимпатическую нервные системы.

**Веки** – подвижные кожные складки вокруг глаз. На свободном крае расположены ресницы и устья желез.

**Венулы** – самые мелкие вены, образующиеся при слиянии венозных капилляров; соединяясь, дают начало *венам*.

**Вены** – кровеносные сосуды, несущие насыщенную углекислотой, продуктами обмена веществ, гормонами и другими веществами (венозную) кровь от органов и тканей к сердцу (исключая легочные и пупочную вены, которые несут артериальную кровь).

**Вестибулярный аппарат** – орган чувств, воспринимающий изменения положения головы и тела в пространстве, а также направление движения. Расположен в полукружных каналах и мешочках внутреннего уха.

**Вилочковая железа, тимус** – центральный орган иммунной системы позвоночных. Расположен в грудной полости в области *переднего средостения*.

**Витаминная недостаточность** – болезненное состояние, возникающее в случаях, когда расход витаминов в организме превышает их поступление.

**Витамины** – органические вещества различного химического состава, необходимые в небольших количествах для питания, обмена веществ и жизнедеятельности организма.

**Витилиго** – образование белых (депигментированных) пятен на неизменной коже.

**Вкус** – ощущение, возникающее при воздействии различных веществ на вкусовые рецепторы, расположенные главным образом на языке.

**Внутреннее ухо** – основная часть органа слуха и равновесия; система сообщающихся, заполненных жидкостью каналов и полостей в скелетном лабиринте.

**Возбудимость** – способность живых клеток, органов и целостных организмов воспринимать воздействия раздражителей и отвечать на них реакцией возбуждения.

**Возбуждение** – реакция живых клеток на воздействия различных факторов внутренней и внешней среды.

**Волосы** – роговые производные кожи, образующие волосяной покров.

**Воспаление** – сложная приспособительная реакция организма на воздействие болезнетворных агентов.

**Воспаление легких, пневмония** – группа заболеваний легких. Характеризуются воспалительным процессом в альвеолах, ткани легкого и бронхиолах.

**Восприятие** – способность живых организмов видеть, слышать, осязать, ощущать вкус и запахи.

**Вторая сигнальная система** – система речевых сигналов, свойственная только человеку.

**Вторичные половые признаки** – различия в размерах и пропорциях тела, волосяном покрове, отложении жира, тембре голоса, молочные железы у женщин, выступающий хрящ на гортани (адамово яблоко) мужчин и пр.

**Вывих** – стойкое смещение суставных концов костей за пределы их нормальной подвижности.

## Г

**Гайморова полость, верхнечелюстная пазуха** – полость в верхнечелюстной кости. Открывается в носовой проход. Воспаление ее слизистой оболочки, иногда и костных стенок вызывает *гайморит*.

**Гаметогенез** – развитие половых клеток (гамет).

**Гаметофит** – половое поколение в жизненном цикле растений, развивающихся с чередованием поколений. Образуется из споры.

**Ганглий, нервный узел** – скопление тел и отростков нейронов, окруженное соединительнотканной капсулой и клетками глии.

**Гангрена** – омертвление тканей обычно вследствие травмы или закупорки кровеносного сосуда с последующим присоединением инфекции.

**Гастрит** – воспалительное заболевание слизистой оболочки желудка.

**Гематология** (от греч. *гемо* – кровь и *логос* – учение) – раздел медицины, изучающий строение и функции системы крови.

**Гематома** – ограниченное скопление крови при закрытых повреждениях, сопровождающихся разрывом сосуда и излиянием крови в окружающие ткани.

**Гемоглобин** – красный дыхательный пигмент крови. Переносит кислород от органов дыхания к тканям и углекислый газ от тканей к дыхательным органам.

**Гемофилия** – наследственное заболевание, обусловленное недостаточностью системы свертывания крови; проявляется кровоточивостью.

**Генерация** – то же, что *поколение*.

**Генетика** – наука о законах наследственности и изменчивости организмов и методах управления ими.

**Генетическая инженерия**, **генная инженерия** – методы молекулярной биологии и генетики, связанные с целенаправленным созданием не существующих в природе сочетаний генов.

**Гениальность** – наивысшая степень проявления творческих сил человека.

**Гениталии** – то же, что *половые органы*.

**Гермафродитизм** (от *Гермафродитос* – мифическое обоеполое существо, сын древнегреческих богов Гермеса и Афродиты) – наличие органов мужского и женского пола у одной и той же особи.

**Геронтология** – наука, изучающая старение живых организмов, в т. ч. человека.

**Гигантизм** – аномальный рост человека, превышающий характерную норму.

**Гигиена** – область медицины, изучающая влияние условий жизни и труда на здоровье человека и разрабатывающая меры профилактики заболеваний, сохранения здоровья и продления жизни.

**Гинекология** – область медицины, изучающая анатомо-физиологические особенности женского организма, болезни половой системы, их лечение и профилактику заболеваний.

**Гипертония**, **гипертензия** – повышенное артериальное давление.

**Гипертрихоз** – избыточное оволосение на участках кожи, обычно свободных от волос или покрытых пушковыми волосами. Например, на лице у женщин или на спине у мужчин.

**Гипноз** – искусственно вызываемое сноподобное состояние, при котором торможением охвачена не вся кора головного мозга, а отдельные ее участки.

**Гипогликемия** – уменьшение содержания сахара в крови ниже нормального уровня.

**Гиподинамия** – нарушение функций организма (опорно-двигательного аппарата, кровообращения, дыхания, пищеварения) при ограничении двигательной активности, снижении силы сокращения мышц.

**Гипоталамус** – отдел промежуточного мозга; высший центр регуляции вегетативных функций организма и размножения.

**Гипотония** – пониженное артериальное давление.

**Гипофиз** – железа внутренней секреции, расположенная у основания головного мозга.

**Глазница** – костная впадина в лицевом черепе, в которой расположено глазное яблоко.

**Гланды** – принятое в просторечии название небных миндалин.

**Глаукома** – заболевание глаз, характеризующееся повышением внутриглазного давления.

**Гликоген** – полисахарид, образованный остатками глюкозы. Основной запасной углевод человека и животных.

**Глюкагон** – гормон, вырабатываемый поджелудочной железой.

**Гомеопатия** – система лечения ничтожно малыми дозами лекарств.

**Гормоны** – биологически активные вещества, выделяемые железами внутренней секреции. Оказывают целенаправленное действие на другие органы и ткани.

**Гуморальная регуляция** – один из механизмов координации процессов жизнедеятельности в организме, осуществляемый через жидкие среды (кровь, лимфу, тканевую жидкость) с помощью биологически активных веществ.

## Д

**Дактилоскопия** – раздел криминалистики, изучающий строение кожных узоров внутренних (ладонных) поверхностей ногтевых фаланг пальцев рук для идентификации личности, уголовной регистрации и розыска преступника.

**Дальнозоркость** – недостаток зрения, мешающий ясно видеть на близком расстоянии.

**Дальтонизм** – врожденная частичная цветовая слепота, неспособность различать главным образом красный и зеленый цвета.

**Дауна болезнь** – одна из форм *олигофрении*. Характеризуется задержкой умственного и физического развития, нарушением деятельности желез внутренней секреции, нередко – *уродствами*.

**Двенадцатиперстная кишка** – начальный отрезок тонкой кишки (от выходного отверстия желудка до тощей кишки).

**Дебильность** – легкая степень *олигофрении*. Характеризуется низким уровнем познавательных процессов, главным образом абстрактного мышления, слабым волевым контролем поведения.

**Дезинсекция** – комплекс мер по уничтожению вредных членистоногих – переносчиков возбудителей болезней (комары, мухи, вши, клещи и др.), сельскохозяйственных вредителей и др.

**Дезинфекция** – комплекс мер по уничтожению возбудителей инфекционных болезней во внешней среде физическими, химическими и биологическими методами.

**Дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК)** – высокополимерное природное соединение, содержащееся в клетках живых организмов. Вместе с белками гистонами образует вещество хромосом.

**Дендрит** – ветвящийся отросток нервной клетки; проводит нервные импульсы к телу нейрона.

**Депрессия** – психическое расстройство: тоскливое, подавленное настроение с сознанием собственной никчемности, пессимизмом, однообразием представлений, снижением побуждений, заторможенностью движений и т. п.

**Дерматозы** – собирательное обозначение заболеваний кожи и ее придатков – ногтей, волос.

**Диастола** – расширение полостей сердца, вызванное расслаблением мышц предсердий и желудочков, во время которого оно заполняется кровью. См. *систола*.

**Диетология** – учение о рациональном питании здорового и больного человека.

**Дизентерия** – острое инфекционное заболевание с поражением толстого кишечника (понос) и общей *интоксикацией*.

**Дрожжи** – сборная группа грибов, не имеющих типичного мицелия и существующих в виде отдельных почкующихся или делящихся клеток и их колоний.

## Е

**Евстахиева труба**, слуховая труба – канал, соединяющий глотку с барабанной полостью.

## Ж

**Желтое пятно** – область максимальной концентрации фоторецепторов и высшей остроты зрения в сетчатке глаза.

**Желчный пузырь** – тонкостенный грушевидный мешок длиной 10–14 см. Расположен на нижней поверхности печени.

**Желчь** – жидкий секрет, непрерывно вырабатываемый железистыми клетками печени.

## З

**Задний мозг** – часть головного мозга, включающая варолиев мост и мозжечок.

**Заячья губа** – порок развития, вертикальное расщепление (посредине, с одной или обеих сторон) верхней губы.

**Зевота** – непроизвольное дыхательное движение, состоящее из затяжного глубокого вдоха и энергичного выдоха. Рефлекторная реакция организма, направленная на улучшение снабжения органов кислородом при накоплении в крови углекислого газа.

**Зоб** – стойкое увеличение щитовидной железы.

**Зрачок** – отверстие в радужной оболочке, через которое в глаз проникают световые лучи.

**Зрительные бугры** – то же, что *таламус*.

## И, Й

**Идиотия** – наиболее глубокая степень *олигофрении*.

**Икота** – рефлекторные сокращения диафрагмы, вызывающие внезапные сильные вдохи с характерным звуком.

**Иммунитет** – способность организма защищать собственную целостность и биологическую индивидуальность; невосприимчивость к инфекционным заболеваниям.

**Иммуноглобулины** – сложные белки; обладают активностью *антител*; содержатся в сыворотке крови; участвуют в создании иммунитета.

**Иммуноциты** – клетки организма, осуществляющие иммунный ответ (Т- и В-лимфоциты, некоторые фагоциты и др.).

**Инвазионные болезни** – заболевания, вызываемые животными-паразитами – простейшими (малярия), членистоногими (чесотка), ракообразными, гельминтами и др.

**Ингаляция** – метод лечения вдыханием лекарственных веществ.

**Инстинкт** – совокупность сложных, наследственно обусловленных актов поведения; сложный безусловный рефлекс.

**Инсулин** – белковый гормон, вырабатываемый поджелудочной железой.

**Инсульт** – острое нарушение мозгового кровообращения (кровоизлияние и др.).

**Интоксикация** – отравление организма ядовитыми веществами (*токсинами*).

**Инфантилизм** – сохранение у взрослых особей физических и психических черт, свойственных детскому возрасту.

**Инфаркт** – очаг омертвения в тканях вследствие нарушения их кровоснабжения при спазме, тромбозе и др. (инфаркт миокарда, почки и т. д.).

**Инфекционные болезни** – заболевания, вызываемые болезнетворными микроорганизмами, которые передаются от зараженного человека здоровому.

**Приодиагностика** (от греч. *придос* – радуга) – распознавание болезней у человека по состоянию *радужной оболочки* его глаза.

**Йодирование** – способ массовой профилактики эндемического зоба искусственным обогащением питьевой воды, поваренной соли и некоторых пищевых продуктов соединениями йода.

## К

**Кадык** – то же, что *адамово яблоко*.

**Каннибализм** – поедание животными особей своего вида.

**Капилляры** – мельчайшие сосуды, пронизывающие органы и ткани.

**Кислотные дожди** – атмосферные осадки, в том числе снег, подкисленные из-за повышенного содержания в воздухе промышленных выбросов  $SO_2$ ,  $NO_2$ ,  $HCl$  и др.

**Кифоз** – искривление позвоночника выпуклостью назад.

**Клиническая смерть** – пограничное между жизнью и смертью состояние, при котором отсутствуют видимые признаки жизни.

**Колбочки**, колбочковые клетки – светочувствительные клетки в сетчатке глаза, обеспечивающие дневное и цветное зрение.

**Кома** – угрожающее жизни состояние, характеризующееся полной утратой сознания, нарушением кровообращения, дыхания, обмена веществ, отсутствием рефлексов.

**Комменсализм**, нахлебничество – одна из форм симбиоза, при которой один из симбионтов живет за счет другого, не причиняя ему какого-либо вреда.

**Конечный мозг**, большой мозг – самый крупный и главный отдел головного мозга, образующий большие полушария; высший отдел ЦНС, управляющий деятельностью других отделов головного мозга и спинным мозгом.

**Консументы** – организмы, являющиеся в пищевой цепи потребителями органического вещества, все гетеротрофные организмы.

**Конъюгация** – тип полового процесса, при котором две особи (в основном инфузории и бактерии) временно соединяются и обмениваются частями своего ядерного аппарата и цитоплазмой.

**Конъюнктив** – соединительнотканная прозрачная слизистая оболочка глаза.

**Конъюнктивит** – воспаление *конъюнктивы*.

**Кора больших полушарий головного мозга** – слой серого вещества, покрывающий полушария большого мозга.

**Кортизон** – стероидный гормон, вырабатываемый корой надпочечников.

**Кортиев орган** – периферическая часть звуковоспринимающего аппарата, преобразует звуковые колебания в нервное возбуждение. Расположен в улитке уха.

**Косоглазие** – расстройство координированного движения глаз: при направлении одного глаза на обозреваемый предмет другой отклоняется в сторону виска или носа.

**Кроветворение** – образование, развитие и созревание клеток крови.

**Кроветворные органы** – органы, в которых образуются клетки крови и лимфы: костный мозг, лимфатические узлы, селезенка, вилочковая железа.

**Кровоизлияние** – скопление крови в тканях или полостях организма из-за повышения проницаемости или нарушения целостности кровеносных сосудов.

**Кровопускание** – извлечение некоторого количества крови с лечебной целью.

«**Куриная слепота**» – расстройство способности видеть при ослабленном (сумеречном, ночном) освещении вследствие недостатка в организме витаминов  $A$  и  $B_2$  (рибофлавина).

## Л

**Лейкоциты** – бесцветные, разнообразные по функциям клетки крови.

**Летаргия**, летаргический сон, мнимая смерть – похожее на сон состояние неподвижности с отсутствием реакций на раздражения, резким угнетением всех признаков жизни.

**Лечебная физкультура (ЛФК)** – лечение и профилактика заболеваний методами физкультуры.

**Лимфа** – бесцветная жидкость, образующаяся из плазмы крови путем ее фильтрации в межтканевые пространства и оттуда – в лимфатическую систему.

**Лимфаденит** – воспаление лимфатических узлов при занесении в них возбудителей инфекции с током крови или лимфы.

**Лимфоциты** – одна из форм незернистых лейкоцитов.

**Липиды** – обширная группа природных органических соединений, включающая жиры и жироподобные вещества.

**Лицевой нерв** – седьмая пара *черепномозговых нервов*. Иннервирует мимическую мускулатуру, слезные и слюнные железы, слизистую оболочку языка, нёба, полости носа и верхнего отдела глотки.

**Лордоз** – врожденное или приобретенное искривление позвоночника выпуклостью впереди, часто в сочетании с другими искривлениями.

**Лунализм** – то же, что *сомнамбулизм*.

**Лучевая болезнь** – возникает при воздействии на организм ионизирующих излучений в дозах, превышающих предельно допустимые.

## М

**Малокровие** – то же, что *анемия*.

**Малярия** – инвазионное заболевание, вызываемое плазмодиями. Переносчики – малярийные комары.

**Маразм** – почти полное угасание психической деятельности человека вследствие атрофии коры головного мозга.

**Меланхолия** – устаревшее название *депрессии*.

**Мениск** – внутренние и наружные серповидные хрящи коленного сустава, выравнивающие несоответствие кривизны составляющих его костей и смягчающие резкие толчки в суставе.

**Метаболизм** – то же, что *обмен веществ*.

**Метеоризм** – скопление газов в пищеварительном тракте со вздутием живота, отрыжкой, схваткообразными болями.

**Мигание** – защитный рефлекс в ответ на механическое раздражение чувствительных окончаний тройничного нерва в роговице и конъюнктиве глаза, коже век, ресницах или в ответ на световое раздражение.

**Микседема** – эндокринное заболевание, обусловленное снижением функции щитовидной железы и уменьшением производства ею гормона *тироксина*.

**Миндалины** – органы лимфатической системы, расположенные в слизистой оболочке ротовой полости и глотки.

**Миокард**, сердечная мышца – мышечная ткань сердца, составляющая основную часть его массы.

**Мозжечок** – отдел головного мозга, часть заднего мозга.

**Молоточек** – слуховая косточка среднего уха, передает звуковые колебания от барабанной перепонки к *наковальне* и *стремечку*.

**Молочные зубы** – первые непостоянные зубы, к 14 годам заменяются постоянными.

**Мораторий** – отсрочка, приостановка на определенный или неопределенный срок каких-либо действий.

**Морфин** – алкалоид опийного мака. Применяется в медицине в качестве обезболивающего средства.

**Мошонка** – кожно-мышечное мешковидное образование у мужчин, в котором заключены семенники.

**Мутации** – возникающие естественно или вызываемые искусственно изменения наследственных свойств организма в результате перестроек и нарушений в его генетическом материале – хромосомах и генах.

**Мутуализм** – одна из форм симбиоза, при которой каждый из симбионтов приносит какую-либо пользу другому.

## Н

**Надгортанник** – эластичная хрящевая пластинка в гортани. При глотании закрывает вход в гортань, препятствуя попаданию пищи в трахею.

**Надкостница, периост** – наружная соединительнотканная оболочка кости (исключая суставные поверхности).

**Наковальня** – слуховая косточка среднего уха, передающая колебания от *молоточка* к *стремячку*.

**Наркоз** – искусственно вызываемый глубокий сон с потерей сознания и болевой чувствительности.

**Наружное ухо** – внешний отдел органа слуха; состоит из ушной раковины и наружного слухового прохода.

**Натрия хлорид, поваренная соль, NaCl** – важная пищевая приправа.

**Нёбо** – верхняя стенка ротовой полости.

**Нейроглия, глия** – совокупность вспомогательных клеток нервной ткани; заполняет пространство между нейронами и мозговыми капиллярами.

**Некроз** – омертвление ткани под влиянием нарушения кровообращения.

## О

**Обмен веществ, метаболизм** – совокупность протекающих в организме химических превращений, обеспечивающих его рост, жизнедеятельность, воспроизведение, постоянный контакт и обмен с окружающей средой.

**Обморок** – кратковременное падение сосудистого тонуса; сопровождается малокровием головного мозга; проявляется внезапной слабостью, дурнотой, головокружением, потерей сознания (на несколько секунд или минут).

**Обоняние** – восприятие запахов.

**Озноб** – ощущение холода, бледность, мышечная дрожь, обусловленные спазмом поверхностных кровеносных сосудов.

**Озоновая дыра** – область озоносферы, в которой содержание озона резко снижено, в связи с чем живое на Земле подвергается вредному воздействию ультрафиолетового излучения Солнца.

**Околосердечная сумка** – то же, что *перикард*.

**Оксигемоглобин** – соединение гемоглобина с молекулярным кислородом; переносит  $O_2$  от органов дыхания к тканям и определяет ярко-красный цвет артериальной крови.

**Олигофрения** – врожденное или приобретенное в младенческом возрасте недоразвитие психической деятельности.

**Онтогенез** – индивидуальное развитие особи от зарождения до конца жизни.

**Остеобласты** – клетки, синтезирующие костную ткань. Расположены на поверхности растущей костной ткани.

**Остеоциты** – зрелые клетки костной ткани, образующиеся из *остеобластов*.

**Отит** – воспаление уха.

**Офтальмология** – область медицины, изучающая анатомию и физиологию органа зрения, болезни глаза и разрабатывающая методы их диагностики, лечения и профилактики.

## II

**Палочка Коха** – вид микобактерий. Возбудитель туберкулеза.

**Память** – способность к воспроизведению прошлого индивидуального опыта.

**Пандемия** – эпидемия, охватывающая значительную часть населения страны, группы стран.

**Паразитарные болезни** – то же, что *инвазионные болезни*.

**Парниковый эффект** – нагрев внутренних слоев атмосферы Земли, обусловленный прозрачностью атмосферы для основной части излучения Солнца и поглощением атмосферой основной части теплового излучения поверхности планеты, нагретой Солнцем.

**Пародонтоз** – хроническое заболевание тканей, окружающих зубы.

**Партеногенез**, девственное размножение – одна из форм полового размножения, при которой женские половые клетки развиваются без оплодотворения.

**Первая сигнальная система** – система отражения действительности в форме ощущений и восприятий, общая для животных и человека; сводится к совокупности многообразных условных и безусловных рефлексов на раздражители.

**Первичные половые признаки** – определяют половые различия между мужчиной и женщиной.

**Передний мозг** – передний отдел головного мозга (большие полушария) и промежуточный мозг.

**Перикард**, околосердечная сумка – прочный соединительнотканый двухслойный мешок, в котором расположено сердце.

**Периост** – то же, что *надкостница*.

**Перистальтика** – волнообразное сокращение стенок полых трубчатых органов (кишок, желудка, мочеточников и др.), способствующее продвижению их содержимого к выходным отверстиям.

**Перитонит** – воспаление брюшины.

**Плазма крови** – жидкая часть крови.

**Плюсна** – средний отдел стопы между костями предплюсны и фалангами пальцев.

**Пневмония** – то же, что *воспаление легких*.

**Полые вены** – самые крупные вены (верхняя и нижняя) большого круга кровообращения.

**Поколение** – совокупность родственников одной ступени родства по отношению к общему предку.

**Продуценты** – организмы, способные к фото- и хемосинтезу и являющиеся в пищевой цепи первым звеном, создателем органических веществ из неорганических, т. е. все автотрофные организмы.

**Псориаз**, чешуйчатый лишай – хроническое заболевание кожи. Поражаются преимущественно локти, колени, поясница.

**Пульпа** – зубная мякоть, заполняющая коронковую и корневую полости зуба.

## Р

**Радикулит** – заболевание, обусловленное поражением корешков спинномозговых нервов.

**Радужная оболочка**, радужка – тонкая подвижная диафрагма глаза со зрачковым отверстием в центре.

**Размножение**, репродукция – свойство воспроизведения себе подобных, обеспечивающее непрерывность и преемственность жизни.

**Реанимация** – восстановление резко нарушенных или утраченных жизненно важных функций организма.

**Редуценты** – организмы (сапротрофы), питающиеся мертвым органическим веществом и превращающие его в неорганические вещества, которые в состоянии усваивать другие организмы – продуценты.

**Рекомбинация** – появление новых сочетаний генов, ведущих к новым сочетаниям признаков у потомства.

**Ремиссия** – временное ослабление (неполная Р.) или исчезновение (полная Р.) проявлений болезни.

**Рефлексы** – реакции организма, осуществляемые нервной системой в ответ на воздействие внешних или внутренних раздражителей.

**Рефлекторная дуга** – совокупность нервных образований, участвующих в осуществлении рефлекса.

**Рецепторы** – специальные чувствительные образования, воспринимающие и преобразующие раздражения из внешней и внутренней среды в специфическую активность нервной системы.

**Рецидив** – возврат клинических проявлений болезни после *ремиссии*.

**Рибоза** – моносахарид, присутствующий во всех живых клетках в составе РНК.

**Рибонуклеиновая кислота (РНК)** – высокомолекулярное органическое соединение, тип нуклеиновых кислот.

**Рибофлавин** – водорастворимый витамин В<sub>2</sub>.

**Ризоиды** – нитевидные образования у мхов, заростков папоротниковидных, лишайников, некоторых водорослей и грибов, выполняющие функцию корня.

**Родимое пятно** – порок развития кожи; избыточное разрастание ее определенных клеток. Различают сосудистые, пигментные, бородавчатые пятна.

**Родословное древо, филогенетическое древо** – графическое изображение родственных связей в виде дерева, в основании которого помещены предковые формы, а на разветвлениях ствола – потомки.

**Рудименты, рудиментарные органы** – органы, утратившие свое основное значение в процессе эволюции. У человека к ним относятся хвостовые позвонки, волосяной покров туловища, аппендикс и др.

## С

**Свертывание крови** – превращение жидкой крови в эластичный сгусток в результате перехода растворенного в плазме крови *фибриногена* в нерастворимый *фибрин*.

**Связки** – плотные соединительнотканые тяжи и пластины, соединяющие кости скелета или отдельные органы.

**Седалищный нерв** – крупный нервный ствол. Иннервирует кожу и мышцы бедра, голени, подошвы и стопы.

**Секрет** – вещество, вырабатываемое и выделяемое железистыми клетками (гормоны, кожное сало, молоко и др.).

**Секреция** – образование и выделение железистыми клетками *секретов*.

**Семенники** – мужские половые железы, в которых образуются сперматозоиды и половые гормоны (тестостерон и др.).

**Семязачаток**, семяпочка – многоклеточное образование семенных растений, из которого развивается семя.

**Сепсис** – заболевание, развивающееся вследствие заражения крови микробами.

**Сердечная мышца** – то же, что *миокард*.

**Сетчатка** – внутренняя оболочка глаза, состоящая из множества светочувствительных палочковидных и колбочковидных клеток.

**Симбиоз** – форма совместного существования двух организмов разных видов.

**Симптом** – признак какой-либо болезни.

**Систола** – сокращение предсердий и желудочков сердца, при котором кровь нагнетается в артерии. Вместе с *диастолой* составляет цикл сердечной деятельности.

**Склера** – наружная оболочка глаза, выполняющая опорную и защитную функции.

**Сколиоз** – боковое искривление позвоночника.

**Слезы** – секрет слезных желез.

**Слепое пятно** – место выхода зрительного нерва из сетчатки глаза.

**Сомнамбулизм** – расстройство сознания, выполнение во время сна бессознательных, внешне упорядоченных действий: хождение, уборка комнаты и т. д.

**Сонные артерии** – парные кровеносные сосуды, расположенные по обеим сторонам шеи вдоль дыхательного горла и пищевода. Их сдавливание приводит к потере сознания.

**Спорангий** – одноклеточный (у грибов и мн. низших растений) или многоклеточный (у высших) орган, в котором образуются споры.

**Спорогенез** – процесс образования и развития спор.

**Спорофилл** – листовый орган папоротниковидных, плауновидных и семенных растений, на котором или в пазухах которого развиваются спорангии.

**Спорофит** – бесполое поколение растений; продуцирует споры.

**Споры** – специализированные клетки грибов и растений, служащие для размножения и расселения.

**Среднее ухо** – отдел органа слуха. Состоит из барабанной перепонки, барабанной полости, заполненной воздухом, находящихся в ней слуховых косточек (молоточек, наковальня, стремечко) и евстахиевой (слуховой) трубы, соединенной с глоткой.

**Средостение** – часть грудной полости, где расположены сердце, трахея и пищевод.

**Ствол головного мозга** – часть головного мозга. Включает средний, задний (исключая мозжечок) и продолговатый мозг.

**Стероиды** – группа важных органических веществ, включающая стероиды, витамины группы Д, половые гормоны, гормоны надпочечников (кортикостероиды), некоторые алкалоиды, сердечные гликозиды и др.

**Стоматит** – воспаление слизистой оболочки полости рта.

**Стопа** – нижний отдел ноги.

**Стремечко** – одна из слуховых косточек среднего уха; передает звуковые колебания от *наковальни* во *внутреннее ухо*.

**Стресс** – состояние напряжения, возникающее под влиянием сильных воздействий.

**Струп** – корка, покрывающая ссадину, ожоговую поверхность, рану.

**Ступор** – состояние обездвиженности с отсутствием реакции на внешние раздражители, в том числе болевые.

**Судороги** – произвольные сокращения мышц; характерно крайнее их напряжение.

**Сустав** – подвижное сочленение костей.

**Сухожилие** – плотная соединительнотканная часть мышцы, посредством которой она прикрепляется к костям, фасциям.

**Сфинктер** – кольцевая мышца, суживающая, замыкающая или расширяющая отверстие перехода из одного трубчатого полого органа в другой, например мочевого пузыря в мочеиспускательный канал.

**Сыворотка крови** – жидкая часть крови без форменных элементов и фибрина, образующаяся при их отделении в процессе свертывания крови вне организма.

## Т

**Таз** – часть скелета, дающая опору нижним конечностям.

**Таламус, зрительные бугры** – основная часть промежуточного мозга.

**Терапия** – область медицины, изучающая внутренние болезни.

**Тестостерон** – основной мужской половой гормон.

**Тиамин** – водорастворимый витамин В<sub>1</sub>.

**Тик** – быстрые произвольные однообразные сокращения определенных мышц, например лица (нарушения нервной системы).

**Тироксин** – основной йодсодержащий гормон, вырабатываемый щитовидной железой.

**Токоферолы, витамин E** – группа жирорастворимых витаминов.

**Токсикомания** – общее название болезней, характеризующихся влечением к приему различных веществ, вызывающих опьянение, кратковременную эйфорию.

**Токсины** – ядовитые вещества.

**Тонзиллит** – воспаление небных миндалин.

**Торможение** – активный нервный процесс, результатом которого является ослабление или подавление процесса возбуждения.

**Трепанация** – операция вскрытия какой-либо костной полости, например черепа.

**Тромбин** – фермент, ускоряющий превращение фибриногена в фибрин в процессе свертывания крови.

**Тромб** – сгусток крови (лимфы) в кровеносном (лимфатическом) сосуде.

**Тромбоз** – образование внутрисосудистых сгустков (тромбов), состоящих из эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов и фибрина, связанных с внутренней поверхностью сосуда и препятствующих току крови.

**Тромбоциты** – клетки крови, участвующие в процессе ее свертывания.

## У

**Углеводы, сахара** – природные органические соединения, компоненты всех без исключения живых организмов. Первичные продукты фотосинтеза. Составляют существенную часть нашего пищевого рациона.

**Угри** – воспаление сальных желез волосяных фолликулов. В основном – в области лба, крыльев носа, верхней части спины с образованием сальных пробок и узелков. Обычно развиваются на фоне эндокринных и нервных расстройств.

**Укачивание** – следствие раздражения вестибулярного аппарата. Признаки: головокружение, головная боль, тошнота, рвота. Возникает во время качки на море (морская болезнь), при «болтанке» самолета (воздушная болезнь), при езде по извилистой неровной дороге.

**Улитка** – часть внутреннего уха; спиральная трубка, в которой расположен *кортиеv орган*.

**Уотсона–Крика модель, двойная спираль** – структурная модель ДНК.

**Уродства, аномалии** – сильные отклонения от нормы в строении и функциях организма, врожденные (наследственные) и травматические (ненаследственные).

**Условные рефлексы** – индивидуально приобретенные системные приспособительные реакции, формируются на основе безусловных рефлексов.

**Ушная раковина** – наружная часть слуховой системы.

## Ф

**Фагоцитоз** – активный захват и поглощение живых клеток и неживых частиц одноклеточными организмами или особыми клетками – *фагоцитами*.

**Фагоциты** – специализированные защитные клетки организма, способные к *фагоцитозу*.

**Фаланги** – небольшие трубчатые кости, образующие скелет пальцев конечностей.

**Фармакология** – наука, изучающая действие лекарственных веществ на организм.

**Фасция** – соединительнотканная оболочка, покрывающая внутренние органы и мышцы.

**Ферменты** – специфические белки, присутствующие во всех живых клетках и играющие роль биологических катализаторов: реализуется генетическая информация, осуществляются все процессы обмена веществ и энергии.

**Фибрин** – белок, образующийся из *фибриногена* плазмы крови под действием фермента тромбина; конечный продукт свертывания крови, структурная основа тромба.

**Фибриноген** – сложный белок плазмы крови, важнейший компонент системы свертывания крови.

**Фобии** – навязчивые страхи; разновидность навязчивых состояний.

**Фруктоза**, ф р у к т о в ы й с а х а р – моносахарид из группы гексоз. Содержится в плодах, нектаре цветков, меде и т. д. Значительно слаще других сахаров.

**Фурункул** – гнойное воспаление волосяного мешочка и связанной с ним сальной железы. Несколько фурункулов, сливаясь, образуют карбункул. Вызывается стафилококком.

## Х

**Хоаны** – внутренние ноздри, внутренние носовые отверстия у некоторых рыб и наземных позвоночных; соединяют носовую полость с ротовой и с глоткой.

**Холера** – карантинное заболевание, вызываемое холерным вибрионом. Заражение – от больного через воду, пищу, грязные руки.

**Хромосомы** – органоиды клеточного ядра, являющиеся носителями генов и определяющие наследственные свойства клеток и организмов.

**Хрусталик** – прозрачное, бессосудистое двояковыпуклое тело (линза), расположенное позади радужной оболочки глаза, против зрачка.

**Хрящ** – разновидность соединительной ткани, выполняющая опорно-механическую функцию.

## Ц

**Центральная нервная система (ЦНС)** – основной отдел нервной системы, представленный спинным и головным мозгом.

**Цианоз** – синюшное окрашивание кожи и слизистых оболочек при недостаточном насыщении крови кислородом, замедлении кровотока (пороки сердца, сердечная и легочная недостаточность и др.).

**Цинга** – заболевание, обусловленное недостатком в организме витаминов *C* и *P*.

**Цистит** – воспаление мочевого пузыря, обычно – на почве инфекции.

## Ч

**Чихотка** – устаревшее название прогрессирующего истощения организма при хронических заболеваниях, преимущественно туберкулезе легких.

**Череп** – скелет головы.

**Черепномозговые нервы** – парные нервы, отходящие от передней (нижней) поверхности ствола головного мозга.

**Чешуйчатый лишай** – то же, что *псориаз*.

**Чума** – карантинная болезнь человека, вызываемая чумной бактерией. Передается главным образом от больных животных и воздушно-капельным путем.

## Ш

**Шишковидная железа** – то же, что *эпифиз*.

**Шок** – угрожающее жизни человека состояние, возникающее в связи с реакцией организма на травму, ожог, операцию, при переливании несовместимой крови, при инфаркте миокарда и др.

## Э

**Эволюция** – необратимое историческое развитие живой природы.

**Эвтаназия** – намеренное ускорение смерти или умерщвление неизлечимого больного в целях прекращения его страданий.

**Экзальтация** – состояние повышенной возбудимости, возникающее в нервной ткани вслед за снижением возбудимости.

**Экскременты** – твердые и жидкие испражнения человека и животных (кал, моча).

**Экскреция** – то же, что *выделение*.

**Электрокардиография** – метод исследования сердечной мышцы путем регистрации биоэлектрических потенциалов работающего сердца. Записанная на движущейся бумажной ленте или фотопленке кривая называется *электрокардиограммой* (ЭКГ).

**Эмаль зубная** – специализированная эпителиальная ткань, покрывающая коронку зуба.

**Эмбриология** – наука о зародышевом развитии, в широком смысле – наука об индивидуальном развитии организмов.

**Эмбрион** – то же, что *зародыш* человека и животных.

**Эмоции** – реакции человека и животных на воздействие внутренних и внешних раздражителей.

**Эндемики** – виды растений и животных, ограниченные в своем распространении относительно небольшой территорией.

**Эндемия** – постоянное существование на какой-либо территории определенного заболевания (чаще инфекционного).

**Эндокард** – внутренняя оболочка сердца, выстилающая его полости.

**Эндокринные железы**, железы внутренней секреции – специализированные органы, не имеющие выводных протоков и выделяющие вырабатываемые ими вещества (гормоны) непосредственно в кровь или лимфу.

**Энзимы** – то же, что *ферменты*.

**Эпидемия** – массовое распространение инфекционного заболевания в какой-либо местности, стране, значительно превышающее обычный уровень заболеваемости.

**Эпидермис** – наружный эпителиальный слой кожи.

**Эпикантус** – складка в области угла глаза, образованная кожей верхнего века и прикрывающая слезный бугорок.

**Эпикард** – тонкая наружная оболочка сердца, переходящая у его основания в *перикард*.

**Эпифиз**, шишковидная железа – конусовидный вырост крыши промежуточного мозга.

**Эритроциты** – красные клетки крови.

**Эстрогены** – женские половые гормоны.

## Ю

**Юность** – период жизни после отрочества до зрелости, в который происходит накопление и развитие жизненных сил организма.

**Юродивый** – *устар.* Психически ненормальный.

## Я

**Ядро** – обязательная часть клетки многих одноклеточных и всех многоклеточных организмов.

**Ядрышко** – плотное тельце внутри ядра большинства клеток эукариот.

**Язык** – мышечный вырост на дне ротовой полости.

**Язычок** – отросток заднего края мягкого нёба. Вместе с мягким нёбом отделяет при глотании носоглотку от собственно глотки.

**Яичко** – парная мужская половая железа; расположена в мошонке.

**Яичник** – женская половая железа, в которой образуются и созревают яйцеклетки.

**Яйцеклетка** – женская половая клетка, из которой может развиваться новый организм в результате оплодотворения или путем партеногенеза.

**Яйцо** – то же, что *яйцеклетка*.

## Список рекомендуемой литературы

1. Азбука природы. Более 1000 вопросов и ответов о нашей планете, ее растительности и животном мире. – М., 1997.
2. *Алехо Родригес-Вида*: Тело человека. Нескучная анатомия. – М., Лабиринт Пресс, 2010.
3. *Байтенов М. С.* Флора Казахстана. В 2-х томах. Иллюстрированный определитель семейств и родов. – Алматы, 1999.
4. Биология. Энциклопедия. – М., 2003.
5. Биология. Энциклопедия для детей. Аванта<sup>+</sup>. Т. 2. – М., 1999.
6. Большая энциклопедия животного мира. – М., 2004.
7. *Воробьева Е. А., Губарь А. В., Сафьянникова Е. Б.* Анатомия и физиология: Учебник/Учеб. лит. Для учащихся медучилищ. – Москва: Медицина, 1988.
8. Естествознание. Энциклопедический словарь. – М., 2002.
9. Жизнь животных. В 6-ти томах. – М., 1968.
10. Жизнь растений. В 6-ти томах. – М., 1974.
11. *Залесский М.* Занимательная анатомия для детей. Интернет-книга.
12. Заповедники и национальные парки Казахстана. – Алматы, 2006.
13. *Ковшарь А. Ф.* Птицы. Дороги. Люди. Воспоминания орнитолога (Очерки по истории зоологии в Казахстане: 1959–2014). – Алматы, 2014.
14. *Ковшарь А. Ф., Ковшарь В. А., Грачев Ю. А., Тимирханов С. Р., Дуйсебаева Т. Н.* Позвоночные животные Казахстана. Справочник для вузов и школ. – Алматы, 2013.
15. Красная книга Казахстана. Том 1. Животные. Часть 1. Позвоночные. Изд. 3-е. – Алматы, 1996.
16. Национальная стратегия и план действий по сохранению и сбалансированному использованию биологического разнообразия. 1999.
17. Окружающая среда и устойчивое развитие в Казахстане. 2004.
18. *Орловская Э. Р.* Первый палеонтологический заповедник СССР. – Алматы, 1996.
19. Позвоночные животные. По страницам Красной книги Казахстана. – Алматы, 2004.
20. Растительный мир Казахстана. Иллюстрированная энциклопедия. – Алматы, 2004.
21. *Рябицев В. К., Ковшарь А. Ф., Ковшарь В. А., Березовиков Н. Н.* Полевой определитель птиц Казахстана. – Алматы, 2014.
22. Тело человека. Детская энциклопедия. – Росмен, 2016.
23. Удивительный мир беспозвоночных. По страницам Красной книги Казахстана. – Алматы, 2005.
24. Экология. Энциклопедия для детей. Аванта<sup>+</sup>. Т. 19. – М., 2005.

## Школьная энциклопедия «Атамұры»

С е р и я: Животные Казахстана

1. Ковшарь А. Ф., Ковшарь В. А. **Птицы.** – Алматы, 2006.
2. Ковшарь А. Ф., Байдавлетов Р. Ж., Бекенов А. Б., Грачев Ю. А., Касабеков Б. Б., Кошкарар Р. Д., Ковшарь В. А., Шаймарданов Р. Т. **Млекопитающие.** – Алматы, 2008.
3. Казенас В. Л., Чильдебаев М. К., Николаев Г. В., Жданко А. Б., Митяев И. Д., Джанокмен К. А., Кащеев В. А., Есенбекова П. А., Кадырбеков Р. Х., Яценко Р. В., Златанов Б. В. **Насекомые.** – Алматы, 2010.
4. Брушко З. К., Джумалиев М. К., Дуйсебаева Т. Н., Мамилов Н. Ш., Митрофанов В. П., Тимирханов С. Р., Хромов В. А., Чирикова М. А., **Рыбы. Земноводные. Пресмыкающиеся.** – Алматы, 2011.
5. Салина Р. М., Кадырбеков Р. К., Казенас В. Л., Ковшарь А. Ф., Крупа Е. Г., Куанышбаева М. Г., Логунов Д. В., Саякова З. З., Тлеппаева А. М. **Беспозвоночные. Исключая класс насекомых.** – Алматы, 2014.

## Список электронных образовательных и информационных ресурсов

1. [testent.ru/index/podgotovka\\_k\\_...](http://testent.ru/index/podgotovka_k_...)  
Официальный сайт – сжатая информация по любой теме курса биологии в кратком изложении, пригодная для подготовки к контролю знаний.
2. <http://sbio.info/>  
Вся биология. Современная биология, статьи, новости, библиотека учебных материалов, занимательная биология, фотогалерея. Полный курс биологии для абитуриентов и старшеклассников. Освещение актуальных вопросов и новейших достижений в сфере биологии.  
  
<http://sbio.info/list.php?c=chelovek>  
Раздел «Человек и его здоровье».
3. <http://multiring.ru/course/biology/content/index.html#VcNdWfntlBc>  
Онлайн-учебник. Курс «Открытая Биология 2.6» предназначен для учащихся и преподавателей общеобразовательных учреждений – средних школ, лицеев, гимназий, колледжей.  
Он может быть использован для самостоятельного изучения биологии и для подготовки в вузы.
4. <http://www.biolog188.narod.ru>  
В помощь моим ученикам: сайт учителя биологии Позднякова Алексея Петровича.  
Материалы по вопросам изучения биологии в школе, в частности полные конспекты уроков по анатомии. Мультимедийные пособия, видеофрагменты для уроков. Экзаменационные билеты с примерными ответами. Ссылки и методические разработки для учителей.  
  
<http://www.biolog188.narod.ru/anatomia.htm>  
Раздел «Анатомия».
5. <http://vcell.ndsu.nodak.edu/animations/>  
Англоязычный ресурс Virtual Cell Animation Collection. Виртуальная клетка: анимации.  
Анимация различных процессов, происходящих в клетке: дыхание, транспорт веществ через мембрану, транскрипция, трансляция и др.
6. <http://testbio.pro/>  
Тесты по биологии онлайн. На сайте публикуются авторские онлайн-тесты по биологии, предназначенные для школьников, абитуриентов и студентов вузов биологического и медицинского профилей. Качество

тестов (профильный уровень) гарантировано профессиональной квалификацией и авторитетом их создателей.

7. **Анатомия и физиология в цифрах – занимательные сведения об организме человека:**  
**[www.polezen.ru/interes/anatomy.php](http://www.polezen.ru/interes/anatomy.php)**
8. **Занимательная анатомия:**  
**[microgeniushttps://microgenius.livejournal.com/589914.html](https://microgenius.livejournal.com/589914.html)**
9. **<https://www.youtube.com/watch?v=ibj40LsGlt8>**  
Видеоэкскурсии и видеоуроки на базе Военно-медицинского музея (интерактивное музейно-педагогическое занятие). Занимательная анатомия для детей и их родителей
10. **Занимательная анатомия для детей, или Как устроен**  
**...<https://www.ozon.ru> > ... >**
11. **Тело человека. Энциклопедия для детей. Элиза Прати**  
**...<https://www.ozon.ru> > ... >**
12. **Алехо Родригес-Вида: Тело человека. Нескучная анатомия:**  
**<https://www.labirint.ru/books/274963/>**

## СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие .....	3
<b>Раздел 1. КЛЕТОЧНАЯ БИОЛОГИЯ</b>	
§1. Строение клеток прокариот и эукариот .....	4
§2. Классификация тканей растений и животных.....	7
<b>Раздел 2. МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ</b>	
§3. Органические вещества клетки: полимеры и мономеры.....	15
§4. Углеводы и липиды. Их свойства и функции .....	17
§5. Белки. Их свойства и функции.....	21
<b>Раздел 3. РАЗНООБРАЗИЕ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ</b>	
§6. Отличительные признаки отделов растений .....	24
§7. Грибы – особое царство живых организмов.....	28
§8. Однодольные и двудольные растения .....	32
§9. Господствующие типы животных и их классы .....	37
<b>Раздел 4. ПИТАНИЕ</b>	
§10. Пищеварительная система животных.....	41
§11. Строение и функции зубов, их гигиена.....	45
§12. Строение пищеварительной системы человека.....	49
§13. Заболевания желудочно-кишечного тракта и гигиена питания.....	53
§14. Витамины, их характеристика и классификация.....	57
§15. Значение основных витаминов для организма человека .....	60
<b>Раздел 5. ТРАНСПОРТ ВЕЩЕСТВ</b>	
§16. Внутренняя среда организма и ее значение.....	66
§17. Состав и функции крови.....	70
§18. Иммуитет гуморальный и клеточный .....	75
§19. Инфекционные заболевания и меры их профилактики.....	80
§20. Виды иммунитета: врожденный и приобретенный .....	83
§21. Группы крови и ее переливание. Резус-фактор .....	86
§22. Эволюция и особенности строения сердечно-сосудистой системы животных .....	89
§23. Типы кровеносных систем и круги кровообращения .....	94
§24. Заболевания сердечно-сосудистой системы.....	98
<b>Раздел 6. ДЫХАНИЕ</b>	
§25. Газообмен.....	103
§26. Механизм вдоха и выдоха. Строение грудной клетки.....	106
§27. Показатели работы легких. Гигиена дыхания .....	109

## Раздел 7. ВЫДЕЛЕНИЕ

§28. Строение органов мочевыделительной системы.....	113
§29. Значение кожи, ее строение и функции.....	117
§30. Заболевания кожи и ее гигиена .....	121

## Раздел 8. ДВИЖЕНИЕ. БИОФИЗИКА

§31. Строение скелета человека. Роль и функции опорно-двигательной системы .....	124
§32. Макро- и микроскопическое строение костей. Химический состав костей.....	128
§33. Типы соединения костей.....	132
§34. Строение и функции суставов.....	134
§35. Строение и функции мышечной ткани. Классификация мышц тела человека.....	138
§36. Гиподинамия, нарушения осанки и развитие плоскостопия. Их профилактика и причины возникновения.....	143
§37. Биомеханические особенности движения человека, обусловленные прямохождением.....	147

## Раздел 9. КООРДИНАЦИЯ И РЕГУЛЯЦИЯ

§38. Строение и гигиена органов зрения.....	150
§39. Строение и гигиена органа слуха .....	155
§40. Механизмы функционирования зрительных и слуховых рецепторов .....	159
§41. Гуморальная регуляция – управление с помощью гормонов .....	162
§42. Функции эндокринных желез и заболевания, связанные с ними...	165
§43. Рецепторы тела человека .....	171
§44. Роль кожи в терморегуляции .....	173

## Раздел 10. РАЗМНОЖЕНИЕ

§45. Митоз и мейоз, их биологическое значение.....	177
§46. Типы размножения животных.....	180
Материал для дополнительного чтения .....	184
§47. Жизненные циклы споровых растений.....	185
§48. Жизненные циклы голосеменных и покрытосеменных растений...	189

## Раздел 11. РОСТ И РАЗВИТИЕ

§49. Этапы эмбриогенеза – формирование систем органов .....	193
---	-----

## Раздел 12. НАСЛЕДСТВЕННОСТЬ И ИЗМЕНЧИВОСТЬ

§50. Наследственность и изменчивость .....	197
§51. Искусственный отбор.....	200

§52. Центры происхождения культурных растений и домашних животных .....	203
§53. Посевные культуры и породы домашних животных Казахстана....	207
<b>Раздел 13. БИОСФЕРА, ЭКОСИСТЕМА, ПОПУЛЯЦИЯ</b>	
§54. Компоненты экосистемы. Водные и наземные экосистемы.....	212
§55. Популяция, ее экологические характеристики. Стратегия выживания.....	218
§56. Типы взаимоотношений организмов.....	221
§57. Негативные взаимоотношения организмов.....	225
§58. Приспособленность, или адаптация, организмов.....	228
<b>Раздел 14. ВЛИЯНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ</b>	
§59. Роль человека в природе.....	233
§60. Экологические проблемы Казахстана .....	237

### **Лабораторный практикум**

<i>Лабораторная работа №1</i>	
Классификация тканей растений .....	240
<i>Лабораторная работа №2</i>	
Классификация тканей животных .....	241
<i>Лабораторная работа №3</i>	
Определение отличительных признаков отделов растений: водоросли, моховидные, папоротниковидные, голосеменные и покрытосеменные .....	242
<i>Лабораторная работа №4</i>	
Исследование признаков классов однодольных и двудольных растений .....	243
<i>Лабораторная работа №5</i>	
Определение витамина С в продуктах питания.....	244
<i>Лабораторная работа №6</i>	
Исследование форменных элементов крови различных организмов.....	245
<i>Лабораторная работа №7</i>	
Исследование влияния физических упражнений на работу сердца.....	246
<i>Лабораторная работа №8</i>	
Исследование жизненного объема легких .....	247
<i>Лабораторная работа №9</i>	
Макро- и микроскопическое строение костей. Демонстрация химического состава костей .....	247
<i>Лабораторная работа №10</i>	
Изучение строения мышечных тканей.....	248

<i>Лабораторная работа №11</i>	
Исследование зрительного восприятия (определение остроты и поля зрения).....	249
<i>Лабораторная работа №12</i>	
Исследование особенностей слухового восприятия (определение остроты слуха).....	250
<i>Лабораторная работа №13</i>	
Определение слепого пятна. Опыт со смешением цветов, воздушной и костной проводимости .....	251
<i>Лабораторная работа №14</i>	
Исследование кожной чувствительности .....	252
<i>Моделирование №1</i>	
Сравнение строения пищеварительной системы дождевого червя, коровы и человека .....	253
<i>Моделирование №2</i>	
Сравнение наземных и водных экосистем .....	254
Краткий толковый словарь терминов.....	255
Список рекомендуемой литературы .....	279
Школьная энциклопедия «Атамұры» .....	280
Список электронных образовательных и информационных ресурсов .....	281

Учебное издание

**Соловьева Алина Робертовна  
Ибраимова Бақыт Тасболатовна**

## **БИОЛОГИЯ**

Учебник для 8 класса общеобразовательной школы

Заведующий редакцией *Н. Жиенгалиев*

Редактор *Н. Огнева*

Художественный редактор *З. Аульбекова*

Фотоиллюстрации *О. Беялов, А. Устиненко и др.*

Технический редактор *О. Рысалиева*

Корректоры *И. Кротов, С. Тайтелиев*

Компьютерная верстка *Н. Развинавичене*

ИБ № 075

Сдано в набор 21.01.2018. Подписано в печать 30.05.2018. Формат 70×90  $\frac{1}{16}$ .

Бумага офсетная. Гарнитура «SchoolBook». Печать офсетная.

Усл.-печ. л. 21,06. Уч.-изд. л. 18,73. Тираж 65 000 экз. Заказ № 3486.

ТОО «Корпорация «Атамұра», 050000, г. Алматы, пр. Абылай хана, 75.

ТОО «Полиграфкомбинат корпорации «Атамұра».

Республика Казахстан, 050002, г. Алматы, ул. М. Макатаева, 41.

