

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»

*Ю.А. Успенская*

# **НОРМАЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА**

*Рекомендовано учебно-методическим советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Красноярский государственный аграрный университет» для внутривузовского использования в качестве учебного пособия по направлениям подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» и 06.03.01 «Биология»*

Красноярск 2022

ББК 28.705.073я73

У 77

*Рецензенты:*

А.А. Савченко, д-р мед. наук, профессор, зав. каф. физиологии им. проф. А.Т. Пшоники Красноярского государственного медицинского университета им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого  
Е.В. Инжеваткин, д-р биол. наук, доцент, старший научный сотрудник Международного научного центра исследований экстремальных состояний организма ФИЦ КНЦ СО РАН

У 77 *Успенская, Ю. А.*  
**Нормальная физиология человека:** учебное пособие / Ю. А. Успенская; Красноярский государственный аграрный университет. – Красноярск, 2022. – 414 с.

Представлены общетеоретические положения о процессах жизнедеятельности организма человека и составляющих его частей от клеток до систем органов в их единстве и взаимосвязи с окружающей средой и лабораторный практикум с алгоритмами лабораторных работ.

Изложены основные данные по физиологии адаптации; физиологии висцеральных систем, включающих физиологию системы крови, кровообращения, дыхания, пищеварения, обмен веществ и энергии, физиологию выделения, онтогенез; физиологии интегративных систем, в том числе физиологии эндокринной системы, возбудимых тканей, центральной нервной системы, высшей нервной деятельности и анализаторов.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» и 06.03.01 «Биология».

ББК 28.705.073я73

© Успенская Ю. А., 2022

© ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», 2022

## ВВЕДЕНИЕ

**Физиология человека** (от греч. *physis* – природа, *logos* – учение) – биологическая наука, изучающая процессы жизнедеятельности человеческого организма и составляющих его частей (клеток и субклеточных структур, тканей, органов, систем органов) в их единстве и взаимосвязи с окружающей средой.

Физиология в ряду биологических, медицинских, психологических и педагогических дисциплин занимает особое место. Именно физиологии принадлежит ведущая роль в понимании закономерностей функционирования организма человека. Физиология должна готовить будущего инженера по безопасности жизнедеятельности к грамотной оценке уровня здоровья, учить способам укрепления здоровья и ведения здорового образа жизни.

Физиология человека – многопрофильная дисциплина, включающая в себя *общую физиологию*, изучающую общие закономерности ответных реакций организма на раздражители внешней среды, а также механизмы основных жизненных процессов; *частную физиологию* – это физиология дыхания, кровообращения, выделения, пищеварения и т. д.; *специальную (прикладную) физиологию*, изучающую функции организма здорового человека в условиях различной трудовой деятельности и воздействия вредных факторов окружающей среды.

Физиология человека тесно связана с различными науками. Сама, основываясь на данных одних наук, она дает, в свою очередь, базу для других. Физиология вышла из недр анатомии, и эта связь с анатомией, гистологией и цитологией сохраняется и в настоящее время. Это обусловлено неразрывной связью морфологических и функциональных явлений. Структура органа и его функция взаимообусловлены, и нельзя понять функцию органа, не зная его макроскопического, микроскопического и субмикроскопического строения.

В своих исследованиях физиология использует современные достижения физики и химии. Любой физиологический процесс сопровождается обменом веществ и энергии, т. е. химическими и физическими превращениями. Исследованием физических и химических процессов, происходящих в органах при выполнении ими своих специфических функций, занимаются биофизика и биохимия, которые выделились из физиологии.

Физиология также тесно связана с общей биологией, эмбриологией, так как для понимания функции любого органа необходимо знать эволюционный процесс его развития.

Неразрывная связь существует у физиологии с клиническими дисциплинами. Физиология является теоретической базой для клинической медицины, и в первую очередь для терапии и смежных дисциплин. И.П. Павлов говорил: «Физиология и медицина неотделимы. Все достижения физиологии сразу же используются медициной. Врач никогда бы не понял нарушения функций у своего пациента без знания функций здорового организма, т. е. без знания физиологических функций невозможно распознать болезнь, а, не распознав болезнь, ее нельзя лечить».

Кроме этого, нормальная физиология изучает механизмы адаптации и устойчивости организма человека к факторам внешней среды.

В последнее время в физиологии широко используется математическое моделирование и компьютерная техника. Это связано с появлением многоканальной аппаратуры, позволяющей синхронно регистрировать большое количество физиологических параметров, что дает возможность изучать координационные отношения между ними. Для обработки такой информации нужны точные математические методы. Использование компьютеров при изучении физиологии позволяет ускорить обработку информации, анализировать ее сразу во время опыта, а также оперативно изменять ход эксперимента в соответствии с получаемыми результатами.

**Цель** изучения физиологии человека – формирование фундаментальных и профессиональных знаний о функционировании отдельных систем, органов, тканей и клеток организма человека и организма как единого целого посредством изучения важнейших физиологических процессов и взаимосвязи его с окружающей средой, а также формирование практических навыков по оценке функционального состояния организма человека.

**Задачами** физиологии человека являются:

- изучение физиологии основных систем организма человека;
- получение информации о возможных физиологических нарушениях в организме человека в связи с неблагоприятными антропогенными воздействиями;
- получение представления о комплексной техногенной защите здоровья населения, особенно о профилактике профессиональных заболеваний у работающих.

Учебное пособие «Нормальная физиология человека» разработано в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования и на основе примерной про-

граммы дисциплины «Физиология человека», рекомендованной Министерством образования РФ для высших учебных заведений (направление подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность»). В нем освещен теоретический и практический материал по всем основным направлениям физиологии человека.

Настоящее учебное пособие разрабатывалось как самостоятельный курс, позволяющий в ходе самостоятельного обучения получить комплексное всестороннее представление о предмете, ознакомиться с основами терминологической, теоретической и практической сторон физиологии человека. Это комплекс материалов для самостоятельного овладения студентом всей программой учебной дисциплины «Физиология человека», создающий основу для последующего формирования профессиональных компетенций бакалавра и предоставляющий возможность приобрести новые знания, используя современные информационные образовательные технологии.

Предлагаемое вниманию студентов учебное пособие хорошо иллюстрировано, содержит теоретический курс и лабораторный практикум по трем разделам, обширный словарь терминов и понятий (гlossарий), довольно значительный список литературы и тесты самоконтроля. По завершении той или иной темы студенту предлагаются контрольные вопросы для подготовки к дифференцированному зачету. Представленный материал окажет студенту большую помощь в подготовке к текущей, промежуточной и итоговой аттестации и будет являться хорошей основой для самоконтроля и тестирования.

## Раздел 1. ВВЕДЕНИЕ В ФИЗИОЛОГИЮ ЧЕЛОВЕКА

### 1.1. ВВЕДЕНИЕ В ПРЕДМЕТ «ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА»

#### 1.1.1. Определение физиологии, ее задачи, разделы и связь с другими науками

**ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА** – это наука о нормальных процессах жизнедеятельности организма человека, его физиологических систем, отдельных органов, тканей, клеток и субклеточных структур; механизмах регуляции этих процессов и влиянии на функции организма факторов внешней среды.

*Предметом* физиологии человека является здоровый человеческий организм.

*Задачи* физиологии человека:

- 1) исследование механизмов функционирования клеток, тканей, органов и систем организма человека;
- 2) изучение механизмов регуляции функций органов и систем организма;
- 3) выявление реакций человеческого организма и его систем на изменение внешней и внутренней среды.

Выделяют *общую* и *частную физиологию*.

*Общая физиология* – изучает основные закономерности жизнедеятельности организма, механизмы основных процессов, таких как обмен веществ и энергии, размножение, процессы возбуждения и др.

*Частная физиология* – исследует функции конкретных клеток, тканей, органов и физиологических систем. Поэтому в ней выделяют такие разделы, как физиология мышечной ткани, сердца, почек, пищеварения, дыхания и др.

Также в физиологии выделяют разделы, имеющие специфический предмет исследования. К ним относятся *эволюционная физиология, сравнительная физиология*.

В физиологии человека выделяют также прикладные разделы:

- 1) *возрастная физиология* – изучает возрастные особенности функций организма;
- 2) *клиническая физиология* – наука, использующая физиологические методики для диагностики и анализа патологических отклонений;
- 3) *физиология труда*;
- 4) *авиационная и космическая физиология*;
- 5) *физиология спорта*.

Физиология человека тесно связана с другими биологическими науками – *биофизикой* и *биохимией*, с морфологическими науками – *цитологией*, *гистологией* и *анатомией*, с клиническими дисциплинами – *терапией*, *хирургией*, *акушерством*, *эндокринологией*, *психиатрией*, *офтальмологией*. Некоторые разделы физиологии человека являются базой для *психологии*. Это физиология центральной нервной системы, высшей нервной деятельности, сенсорных систем, психофизиология.

Из физиологии выделились в самостоятельные науки *фармакология*, *токсикология* и *патологическая физиология*. Отклонения нормальных параметров организма являются основой выявления патологии.

### **1.1.2. Основные методы физиологических исследований**

Физиология – это экспериментальная наука, поэтому основным методом физиологии человека является *эксперимент* на животных, а также *наблюдение*.

1. **Эксперимент (опыт)** – выделяют 3 его разновидности:

1) *острый опыт*, или *вивисекция (живосечение)*, – производят хирургическое вмешательство под наркозом, исследуют функции открытого или изолированного органа. После этого не добиваются выживания животного. Продолжительность острого эксперимента от нескольких десятков минут до нескольких часов;

2) *хронический опыт* – производят оперативное вмешательство для получения доступа к органу. Затем добиваются заживления операционных ран и только после этого приступают к исследованиям. Продолжительность хронических экспериментов может составлять многие годы (например, наложение фистулы на желудок собаки). Хронический эксперимент был впервые введен И.П. Павловым;

3) *подострый опыт*.

2. **Наблюдение** – изучение поведения животного в определенных условиях в течение длительного промежутка времени. Это позволяет описать любую функцию организма, но затрудняет объяснение механизмов ее возникновения.

Проводят также специальные наблюдения и опыты на человеке. Эксперименты на человеке сильно отличаются от опытов на животных:

1) большинство исследований на человеке производится с помощью неинвазивных методов, т. е. без вмешательства в органы и ткани (например ЭКГ, анализы крови и др.) с использованием современной аппаратуры;

2) эксперименты на человеке проводят только тогда, когда они не наносят вреда здоровью, и с согласия испытуемого.

### ***1.1.3. Основные принципы структурно-функциональной организации организма человека***

**ОРГАНИЗМ** – открытая, саморегулирующаяся, самовосстанавливающаяся и самовоспроизводящаяся с помощью непрерывного обмена веществ и энергии система, способная чувствовать, целенаправленно передвигаться и адаптироваться в окружающей среде.

Активность организма определяется интенсивностью функционирования всех его органов и систем в различных условиях жизнедеятельности.

**КЛЕТКА** – структурно-физиологическая единица тканей, органов и организма в целом. Клетка состоит из плазматической мембраны, цитоплазмы и ядра. Плазматическая мембрана состоит из двух слоев фосфолипидов и одного слоя белков. Цитоплазма содержит в себе следующие компоненты: эндоплазматическую сеть, рибосомы, комплекс Гольджи, лизосомы, митохондрии, клеточный центр и включения. Роль скелета клетки играют цитоплазматические микротрубочки. Ядро состоит из ядерной оболочки, кариоплазмы и ядрышка.

**ТКАНЬ** – система клеток и неклеточных структур, объединенных общностью строения, функции и происхождения.

Различают 4 вида тканей: 1) *эпителиальная ткань* – покровный и железистый эпителий – секреторные клетки; 2) *соединительная ткань* – собственно соединительная ткань (рыхлая и плотная волокнистая), жировая, хрящевая, костная, гемопоэтические ткани, кровь; 3) *мышечная ткань* – скелетная, сердечная, гладкая; 4) *нервная ткань* – совокупность взаимосвязанных нервных клеток, основа нервной системы.

Разные ткани образуют органы.

**ОРГАН** – часть организма, обособленная в виде комплекса тканей, выполняющего специфическую функцию. Орган состоит из структурно-функциональных единиц, представляющих собой совокупность клеток, способных выполнять основную функцию органа. В процессе эволюции для выполнения более сложных функций органы объединились в системы.



**СИСТЕМА ОРГАНОВ** – объединение органов, участвующих в выполнении сложной общей деятельности.

Различают *физиологические* и *функциональные системы*.

**Физиологическая система** – это наследственно закрепленная совокупность органов и тканей, выполняющая определенную функцию. Число физиологических систем ограничено. К ним относятся: *покровная система (кожа), нервная, эндокринная, иммунная, сердечно-сосудистая системы*, а также *системы крови, дыхания, пищеварения, выделения, воспроизведения*.

**Функциональная система** – динамическая совокупность отдельных органов и физиологических систем, формирующаяся для достижения полезного для организма приспособительного результата. *Гомеостатические функциональные системы* поддерживают оптимальные физиологические показатели, обеспечивающие жизнедеятельность организма в разных условиях. *Поведенческие функциональные системы* обеспечивают достижение полезного результата в виде какой-то цели – удовлетворение биологических, социальных и бытовых потребностей. Их число огромно. Число органов и физиологических систем организма, входящих в те или иные функциональные системы, может меняться.

**ФУНКЦИЯ** – специфическая деятельность клеток, органов и систем по обеспечению жизнедеятельности целого организма. Некоторые органы и системы выполняют несколько функций.

#### ***1.1.4. Регуляция жизнедеятельности организма***

Для поддержания жизнедеятельности все функции организма регулируются двумя путями: *гуморальным* и *нервным*:

1. ***Гуморальная, или химическая, регуляция*** – осуществляется биологически активными веществами, циркулирующими в жидких средах организма (крови, лимфе и тканевой жидкости). Эти вещества могут поступать с пищей (например витамины), образовываться в процессе обмена (углекислота, аминокислоты и др.), синтезироваться эндокринными органами (гормоны). Наиболее важными регуляторами являются гормоны. Клетки также выделяют во внеклеточную среду продукты своей жизнедеятельности – метаболиты, участвующие в ряде физиологических реакций (например биогенные амины, простагландины). Гуморальные регуляторы специфичны и влияют на деятельность лишь определенных органов. Гуморальная регуляция не

способна быстро изменять функции органов, так как эта регуляция ограничена скоростью движения крови по сосудам.

2. **Нервная регуляция** – обеспечивает быстрое изменение функции органов и систем и координацию их деятельности за счет развитой иннервации органов и высокой скорости распространения импульсов по нервным волокнам.

Деятельность нервной системы основана на рефлекторном принципе.

**Рефлекс** – это реакция организма, осуществляемая при участии центральной нервной системы в ответ на раздражение рецепторов.

Различают 2 типа рецепторов:

1) **экстерорецепторы** – рецепторы, воспринимающие раздражения из внешней среды (световые, звуковые и др.) и расположенные на внешней поверхности тела;

2) **интерорецепторы** – рецепторы, воспринимающие изменения состояния органов и внутренней среды организма.

Рецепторы специфичны по отношению к определенным раздражителям (механорецепторы, хеморецепторы, терморецепторы, фоторецепторы, барорецепторы) и способны превращать энергию раздражения в нервные импульсы.

Путь, по которому осуществляется рефлекс, называют **рефлекторной дугой** (рис. 1). Он представляет собой последовательно соединенную цепочку нейронов: чувствительных, вставочных и двигательных. Для осуществления рефлекса необходима целостность рефлекторной дуги. Выключение ее звена ведет к исчезновению рефлекса.

По афферентному (центростремительному) пути импульсы поступают в нервную систему (рефлекторный центр), где они перерабатываются и переходят на эфферентный (центробежный) путь. По нему нервные импульсы передаются к рабочему органу – эффектору (мышце, железе).

Сравнительная характеристика нервной и гуморальной регуляции приведена в *таблице 1*.

Гуморальная регуляция подчинена нервной, в то же время оба механизма регуляции (нервный и гуморальный) работают согласованно, в тесном взаимодействии. Вместе они составляют единую систему **нейрогуморальной регуляции**, обеспечивающую поддержание гомеостаза в организме.



Рис. 1. Общая схема рефлекторной дуги

Таблица 1

### Особенности нервной и гуморальной регуляции

Нервная регуляция	Гуморальная регуляция
Осуществляется с помощью нервных импульсов, возникающих в нейронах	Осуществляется с помощью гормонов и других биологически активных веществ
Сигналы (нервные импульсы) имеют электрическую природу, распространяются по нервным волокнам	Сигналы (биологически активные вещества) имеют химическую природу, распространяются жидкими средами организма
Высокая скорость передачи сигналов (до 120 м/с)	Сравнительно медленная передача сигналов (до 0,5 м/с)
Нервные импульсы направляются на конкретный орган или группу органов	Биологически активные вещества действуют на чувствительные к ним клетки-мишени во всех органах, в которых такие клетки имеются
Обеспечивает точный и быстрый ответ организма на действие раздражителей в виде двигательной активности, различных поведенческих реакций	Контролирует длительно протекающие процессы в организме: рост, развитие, обмен веществ и др. В определенных ситуациях переводит в активированное состояние сразу несколько систем организма

#### 1.1.5. Понятие о гомеостазе

**ГОМЕОСТАЗ** – это совокупность биологических реакций, обеспечивающих постоянство внутренней среды организма и устойчивость его основных физиологических функций.

Поддержание гомеостаза является единственным способом существования организма, находящегося в постоянном контакте с внешней средой. Внутренняя среда организма строго контролируется по составу и физико-химическим свойствам. В поддержании гомеостаза участвуют почти все системы организма. Важная роль принадлежит *гипоталамусу*, который является высшим центром регуляции вегетативных функций (обмена веществ и энергии, питания, теплового и водного баланса, кровообращения, дыхания).

На организм человека постоянно действуют различные факторы окружающей среды, которые вызывают сдвиги в составе и свойствах внутренней среды, а компенсирующие механизмы сглаживают эти сдвиги. В результате колебания параметров среды совершаются в наиболее благоприятных для жизнедеятельности пределах.

Функциональные возможности механизмов поддержания гомеостаза не беспредельны. При неблагоприятных условиях существования организм адаптируется к этим условиям путем активации одних систем и притормаживанием других. При воздействии чрезвычайных раздражителей показатели гомеостаза выходят из нормы, что нарушает функции организма и приводит к патологии.

При регуляции сложных систем существует обратная связь, т. е. *саморегуляция*.

**Саморегуляция** – это свойство биологических систем автоматически поддерживать на определенном постоянном уровне различные показатели.

Принцип саморегулирования лежит в основе гомеостаза, а в основе саморегуляции лежит принцип обратной связи. Запуск системы саморегуляции возникает в результате отклонения какого-либо жизненно важного фактора от константы, а восстановление параметра является результатом приспособительной деятельности.

## Лабораторное занятие 1

### ВВЕДЕНИЕ В ФИЗИОЛОГИЮ ЧЕЛОВЕКА

**Цель занятия:** ознакомиться с инструкцией по технике безопасности и охране труда при проведении лабораторных работ. Изучить методы физиологических исследований.

#### ***1.1. Инструкция по технике безопасности и охране труда при проведении лабораторных работ***

1. Все студенты должны пройти вводный инструктаж по охране труда, безопасному выполнению лабораторных работ.

2. Не допускаются работы на неисправном оборудовании, с неисправными приборами, приспособлениями.

3. Все рабочие места должны постоянно содержаться в чистоте, в соответствии с их назначением, и при работе с биоматериалом должны осуществляться меры асептики и антисептики.

4. В учебных аудиториях и лаборатории на всех флаконах с реактивами должны быть этикетки с их названиями. Запрещается использовать медикаменты и реактивы из флаконов или упаковок, на которых нет названия.

5. Аппаратура, приборы, оборудование, инструментарий должны находиться в чистоте.

6. Электроприборы (электрокардиограф, термостат и др.) должны иметь заземление.

7. Студенты должны находиться в учебной аудитории только в спецодежде (белый халат).

8. Перед тем, как приступить к работе, проверяются: исправность аппаратов, приборов, инструментов и других устройств. Работа допускается только с использованием исправной аппаратуры и инструментария.

9. В учебных аудиториях, где проводятся лабораторные занятия, должны быть подготовлены соответствующие реактивы, приборы и методики выполнения работ.

10. Перед началом учебных занятий необходимо ознакомить студентов с характером предстоящей работы в отношении необходимости выполнения требований безопасности и личной гигиены.

11. Необходимо выполнять условия эксплуатации каждого прибора или устройства в соответствии с технической документацией и инструкцией, прилагаемой к каждому из них.

12. При проведении лабораторных анализов необходимые реактивы не набирать в пипетку ртом, а пользоваться резиновой грушей. Соблюдать технику безопасности при работе со спиртовкой.

13. Инструменты, использованные в работе, тщательно промывают и помещают в кюветы.

14. Электроприборы, аппараты, использованные при работе, обязательно выключают. После окончания учебных и лабораторных работ закрывают водопроводные краны, выключают все приборы, закрывают окна, двери, выключают свет.

## ***1.2. Методы физиологических исследований***

Для изучения различных процессов и функций живого организма в физиологии используются методы *наблюдения* и *эксперимента*.

1. ***Наблюдение*** – метод получения информации путем непосредственной, как правило, визуальной регистрации физиологических явлений и процессов, происходящих в определенных условиях. При проведении исследования методом наблюдений используют ряд простых и сложных приборов, что позволяет надежнее определить механизм функционирования органов и тканей. Например, наблюдая за деятельностью слюнной железы, можно установить, какой объем слюны выделяется за определенный период суток, ее цвет, густоту и т. д. Однако наблюдение явления не дает ответа на вопрос, каким образом осуществляется тот или иной физиологический процесс или функция.

2. ***Эксперимент*** – метод получения новой информации о причинно-следственных отношениях между явлениями и процессами в контролируемых и управляемых условиях. Физиологический эксперимент подразумевает целенаправленное вмешательство в организм животного с целью выяснить влияние разных факторов на отдельные его функции. Такое вмешательство иногда требует хирургической подготовки животного, которая может носить острую (вивисекция) или хроническую (экспериментально-хирургическая) формы. Поэтому эксперименты подразделяются на 2 вида: *острый* (вивисекция) и *хронический*. Экспериментальный метод, в отличие от метода наблюдения, позволяет выяснить причину осуществления какого-то процесса или функции.

*Острым* называется эксперимент, реализуемый относительно кратковременно. Острый эксперимент имеет свои достоинства и недостатки. К достоинствам относится возможность моделировать разные ситуации и получать результаты в относительно короткий срок. К недостаткам относится то, что в остром эксперименте исключается влияние центральной нервной системы на организм при применении общей анестезии и нарушается целостность реагирования организма на разные воздействия. Кроме того, часто животных после острого эксперимента приходится усыплять.

*Хроническим* называется эксперимент, протекающий длительно (дни, недели, месяцы, годы). При хроническом эксперименте проводят длительное наблюдение за животными после оперативного вмешательства и выздоровления животного. И.П. Павловым был разработан *метод наложения фистул* на полые органы (желудок, кишечник, мочевой пузырь). Использование фистульной методики позволило выяснить механизмы функционирования очень многих органов. В стерильных условиях анестезированному животному выполняют хирургическую операцию, позволяющую получить доступ к определенному внутреннему органу, вживляют фистульную трубку или выводят наружу и подшивают к коже проток железы. Непосредственно опыт начинают после заживления послеоперационной раны и выздоровления животного, когда физиологические процессы приходят в норму. Благодаря этой методике стало возможным длительно изучать картину физиологических процессов в естественных условиях.

Метод эксперимента предусматривает использование простой и сложной аппаратуры, приборов, входящих в системы, предназначенные для воздействия на объект и регистрации различных проявлений жизнедеятельности.

К экспериментальным методам относится множество физиологических методов:

а) **удаление (экстирпация) органа** – удаление, например, определенной железы внутренней секреции, позволяет выяснить ее влияние на различные органы и системы животного; удаление различных участков коры головного мозга позволяет выяснить их влияние на организм;

б) **вживление электродов** в различные участки мозга – помогает установить активность различных нервных центров;

в) **введение радиоактивных изотопов** в организм – позволяет изучать метаболизм разных веществ в органах и тканях;

г) *томографический метод* с использованием ядерного магнитного резонанса – имеет важное значение для выяснения механизмов физиологических процессов на молекулярном уровне;

д) *биохимические* и *биофизические методы* – помогают с высокой точностью выявлять различные метаболиты в органах и тканях человека и животных в состоянии нормы и при патологии;

е) *математическое моделирование* – воспроизведение физиологических процессов на компьютере и исследование различных вариантов реакций на основе знаний количественных характеристик различных физиологических процессов и взаимоотношений между ними.

### **Контрольные вопросы по теме «Введение в физиологию человека»**

1. Определение физиологии, ее задачи и основные разделы.
2. Связь физиологии с другими науками.
3. Краткая история развития физиологии в России.
4. Значение работ И.П. Павлова.
5. Основные методы физиологических исследований.
6. Разновидности эксперимента и их характеристика.
7. Отличие экспериментов на человеке от опытов на животных.
8. Основные принципы структурно-функциональной организации организма человека.
9. Регуляция жизнедеятельности организма.
10. Особенности нервной регуляции функций.
11. Особенности гуморальной регуляции функций.
12. Рефлексы как основной вид нервной деятельности.
13. Характеристика рефлекторной дуги.
14. Понятие о гомеостазе.
15. Принцип саморегуляции как основа гомеостаза.



## 1.2. ФИЗИОЛОГИЯ АДАПТАЦИИ

### 1.2.1. Понятие адаптации

**АДАПТАЦИЯ** – это приспособление организма к условиям внешней среды.

Выделяют 3 уровня адаптационных процессов:

1) *привыкание* – начальный процесс адаптации под влиянием кратковременного воздействия неблагоприятного фактора;

2) *функциональная адаптация* – состояние, возникающее под влиянием определенных раздражителей, приводящих к изменениям внутренней среды организма;

3) *трофо-пластическая адаптация* – характеризуется морфологическими изменениями органов и систем организма человека.

Адаптация направлена на сохранение гомеостаза. Если организм нормально функционирует в данных условиях среды, то его можно считать адаптированным к этим условиям.

Процесс, обратный адаптации, называется *дизадаптацией*, т. е. это нарушение адаптивных реакций организма (рис. 2).



Рис. 2. Признаки дизадаптации

Каждый человек имеет собственную способность к адаптации. Скорость адаптации зависит от здоровья, эмоциональной устойчивости, тренированности, питания, режима сна и бодрствования, труда и отдыха, возраста человека.

По степени адаптации человека к экстремальным условиям выделяют 3 типа людей:

1) *спринтеры* – способны адаптироваться к действию значительных, но кратковременных факторов внешней среды;

2) *стайеры* – способны адаптироваться к действию продолжительных и менее интенсивных факторов внешней среды;

3) *миксты* – промежуточный вариант между спринтерами и стайерами.

У каждого организма существуют пределы адаптивных возможностей. Эти пределы называются *нормой адаптивной реакции*. Если воздействие факторов среды на организм превышает норму адаптивной реакции, то он теряет способность к адаптации. В организме возникают патологические изменения, получившие название *цена адаптации*.

### 1.2.2. Виды адаптаций

В зависимости от того, что лежит в основе адаптации, различают 2 вида адаптации:

1. *Генотипическая адаптация* – это совокупность морфологических, физиологических и поведенческих особенностей, направленных на поддержание гомеостаза. В ее основе лежит *генотип*, т. е. совокупность всех генов организма или его наследственных факторов.

2. *Фенотипическая адаптация* – это адаптация, приобретаемая в ходе индивидуальной жизни организма (например, закаливание). В ее основе лежит *фенотип*, т. е. система признаков и свойств организма.

Генотипическую и фенотипическую адаптацию еще подразделяют на 2 вида:

1) *эволюционная (филогенетическая) адаптация* – исторически сложившаяся адаптация, характерная для разных рас и народов (например пигментация кожи);

2) *индивидуальная (онтогенетическая) адаптация* – протекает с момента рождения организма до конца жизни.

В зависимости от механизма адаптации ее подразделяют на 2 вида:

1. *Сложная адаптация* – возникает в естественных условиях, когда организм человека подвергается влиянию комплекса патогенных факторов (низкой температуры, пониженному атмосферному давлению и др.);

**2. Перекрестная адаптация** – это состояние, когда организм, адаптированный к действию одного фактора, становится более устойчивым к действию другого фактора (например тренировка к мышечным нагрузкам вызывает устойчивость к недостатку кислорода).

### **1.2.3. Типы адаптивных приспособительных реакций**

Существует 2 типа приспособлений к внешним факторам:

1. **Пассивный тип адаптации** – заключается в формировании устойчивости к действию какого-либо патогенного фактора внешней среды. Эта адаптация проявляется также в пониженной деятельности или отсутствии деятельности. Ее примером является сон. Сон экономит энергетические затраты организма.

2. **Активный тип адаптации** – заключается в активации адаптивных механизмов. При этом адаптация идет за счет активного сопротивления воздействию. К этой адаптации относится *адаптивное поведение*, которое направлено на экономию затрат организма.

Различают 3 типа адаптивного поведения:

1) *бегство от неблагоприятного раздражителя* – это ношение одежды, обитание в помещениях, миграции в благоприятные районы существования и др.;

2) *пассивное подчинение неблагоприятному раздражителю* – это формирование устойчивости функций при изменении силы воздействия экологического фактора;

3) *активное противодействие неблагоприятному раздражителю* – это активная адаптация внутренней среды организма к неблагоприятным факторам. Этот тип поведения включается, когда организм не может использовать первые два типа адаптивного поведения.

### **1.2.4. Характеристика процессов адаптации**

В процессе адаптации выделяют 2 этапа (*рис. 3*):

1. **Срочная адаптация** – возникает с момента действия раздражителя на организм и осуществляется на основе имеющихся физиологических механизмов (например увеличение теплопродукции в ответ на холод). При этом функционирование органов протекает на пределе возможностей организма и полной адаптации не происходит. Срочная адаптация развивается в течение 1 часа или нескольких десятков минут.

2. **Долговременная адаптация** – возникает постепенно в результате длительного действия на организм факторов внешней среды (например адаптация к холоду, теплу). Эта адаптация возникает через несколько недель или месяцев.

### **Виды адаптации:**

<p><b>Срочная</b>            возникает сразу после начала действия раздражителя и реализуется на основе готовых, ранее сформировавшихся физиологических механизмов</p>	<p><b>Долговременная</b>            возникает постепенно, в результате длительного или многократного действия на организм раздражителей на базе вновь сформированных программ регулирования</p>
--	---

*Рис. 3. Виды адаптации*

О достижении адаптации человека к новым условиям судят по следующим признакам:

- рациональное использование энергии;
- совершенствование нервной и гуморальной регуляции (повышается сила и подвижность нервных процессов, усиливается действие гормонов коры надпочечников);
- активация иммунной системы;
- восстановление физической и умственной работоспособности;
- воспроизведение здорового потомства.

### **1.2.5. Механизмы адаптации**

Процесс адаптации носит фазовый характер:

1. **Первая фаза (начальная)** характеризуется тем, что при первичном воздействии сильного или длительного фактора возникают физиологические реакции, которые в несколько раз превышают потребности организма. Поэтому организм быстро истощается и приспособления не происходит. В эту фазу усиленно выделяются гормоны надпочечников, нарушаются регуляторные механизмы, усиливается распад веществ.

2. **Вторая фаза (переходная)** проявляется при сильном или длительном влиянии неблагоприятного фактора. При этом физиологические механизмы организма не могут обеспечить приспособления к среде и требуется создание новой функциональной системы. В эту фазу происходят ферментативные сдвиги в клетках, изменяется активность центральной нервной системы.

3. **Третья фаза (долговременной адаптации)** наступает при многократном или длительном действии на организм неблагоприятных факторов. При этом организм начинает работать в более экономном режиме за счет уменьшения затрат энергии. Процессы синтеза начинают преобладать над распадом веществ.

Процесс адаптации у людей при длительном проживании в измененных условиях среды делят на 4 периода:

1) *первый период* – длится до полугода и сопровождается нарушением физиологических функций;

2) *второй период* – длится 2,5–3 года и характеризуется стабилизацией регуляторных процессов и гомеостаза;

3) *третий период* – длится 12–15 лет и характеризуется напряжением систем регуляции. В этот период часто развиваются патологические процессы в сердечно-сосудистой и дыхательной системах;

4) *четвертый период* – сопровождается истощением резервных возможностей организма, что приводит к появлению и обострению различных хронических заболеваний.

### 1.2.6. Неспецифическая и специфическая адаптация

**Неспецифическая (общая) адаптация** происходит под влиянием любого сильного или длительного стимула и сопровождается однотипными изменениями функций организма, систем и органов в ответ на различные по характеру воздействия:

➤ При действии на организм *слабых раздражителей* возникает **реакция тренировки**. В центральной нервной системе сначала развивается возбуждение, а затем торможение. Для этой реакции характерно постепенное повышение резистентности организма.

➤ При действии на организм *раздражителей средней силы* возникает **реакция активации**. Для нее характерны активация защитных систем организма и быстрое повышение резистентности организма.

➤ При действии на организм *сильных раздражителей* возникает **реакция стресса**. В центральной нервной системе сначала развивается

резкое возбуждение, а затем запредельное торможение. Это защитная реакция, заключающаяся в снижении возбудимости (рис. 4, 5).



Рис. 4. Компоненты механизма развития адаптационного процесса



Рис. 5. Общие механизмы адаптации

**Специфическая (частная) адаптация** направлена на приспособление организма к конкретным условиям внешней среды. Для нее характерно приспособление определенных органов, систем и биохимических механизмов, которые обеспечивают работу всего организма. Для приспособления к новому фактору человеку необходимо 6–8 недель. Примером специфической адаптации является адаптация к физическим нагрузкам, высоким температурам и т. д.

### 1.2.7. Адаптация к различным видам трудовой деятельности

По характеру выполняемой человеком нагрузки различают 2 типа работы: 1) физическая работа; 2) умственная работа (рис. 6).

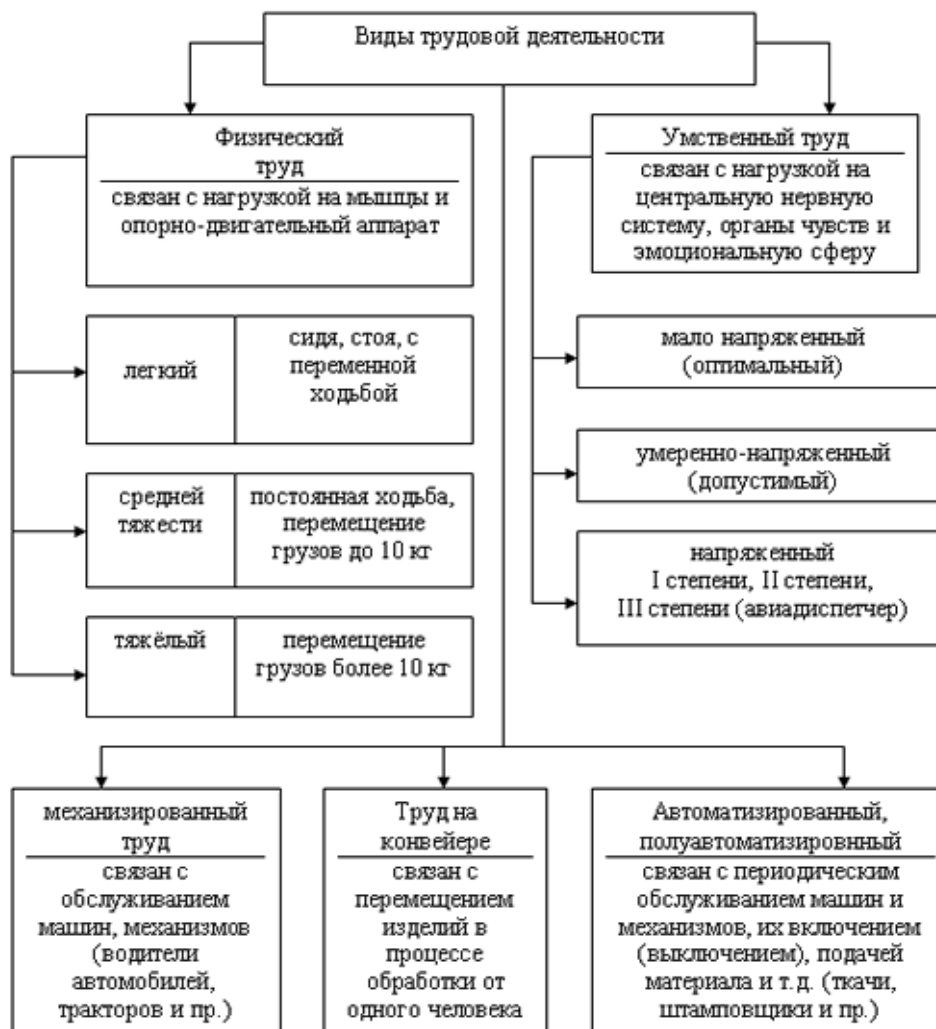


Рис. 6. Виды трудовой деятельности

**ФИЗИЧЕСКАЯ РАБОТА** представляет собой сочетание статической и динамической работы.

Статическая работа осуществляется при длительном напряжении мышц для поддержания определенной позы тела. Динамическая работа связана с перемещением тела в пространстве.

Физическая работа вызывает следующие изменения в организме:

- 1) усиление кровотока в мышечной системе;
- 2) возрастание частоты сокращений сердца и артериального давления в сердечно-сосудистой системе;
- 3) возрастание потребления кислорода в дыхательной системе;

- 4) изменение биохимических показателей крови;
- 5) повышение обмена веществ и изменение терморегуляции;
- 6) усиление выработки гормонов, которые обеспечивают возникновение стресс-реакции организма и стимулируют работу органов и тканей.

Адаптация к физическим нагрузкам характеризуется следующими показателями:

- 1) установка координации между двигательными реакциями и дыханием;
- 2) увеличение мощности функционирования двигательного аппарата;
- 3) увеличение мощности функционирования аппарата дыхания и кровообращения в результате увеличения скорости сокращений дыхательных мышц, увеличения объема вдоха, повышения способности тканей использовать кислород;
- 4) структурные изменения в сердце, благодаря которым увеличивается скорость сокращения и расслабления сердца.

**УМСТВЕННАЯ РАБОТА** связана с работой корковых структур полушарий головного мозга. К умственному труду относятся работы, требующие напряжения ЦНС, психических функций и эмоциональных структур. Умственный труд характеризуется ограниченным двигательным режимом.

Умственная работа вызывает следующие изменения в организме:

- 1) нервно-психическое напряжение и возникновение эмоций;
- 2) повышение тонуса скелетной мускулатуры и энергетического обмена;
- 3) активирование многих зон мозга;
- 4) учащение сердечных сокращений при кратковременной умственной работе и их замедление при длительной работе;
- 5) незначительное повышение кровяного давления;
- 6) увеличение кровоснабжения головного мозга;
- 7) увеличение потребления кислорода;
- 8) повышение температуры тела.

Адаптация к умственной деятельности характеризуется следующими показателями:

- 1) активация различных участков коры головного мозга и подкорковых образований;
- 2) увеличение кровотока в нервных центрах;
- 3) повышение чувствительности анализаторов, работоспособно-



сти, улучшение внимания в начале работы и угнетение психической деятельности, снижение работоспособности, ухудшение внимания и памяти при значительной умственной нагрузке.

### **Контрольные вопросы по теме «Физиология адаптации»**

1. Понятие адаптации. Физиологическая сущность феномена адаптации.
2. Уровни адаптационных процессов.
3. Дизадаптация и ее признаки.
4. Типы людей по степени адаптации человека к экстремальным условиям.
5. Норма адаптивной реакции и цена адаптации.
6. Виды адаптаций.
7. Сложные и перекрестные адаптации.
8. Типы адаптивных приспособительных реакций.
9. Активный и пассивный пути адаптации.
10. Типы адаптивного поведения.
11. Характеристика процессов адаптации.
12. Срочная и долговременная адаптация организма.
13. Фазы адаптации.
14. Периоды развития адаптации.
15. Признаки достижения адаптации человека к новым условиям.
16. Механизмы адаптации.
17. Неспецифическая адаптация.
18. Какие системы организма участвуют в неспецифической адаптации?
19. При каких условиях возникают реакции тренировки, спокойной и повышенной активации?
20. Какие гормоны являются главными гормонами адаптации?
21. Специфическая адаптация.
22. Адаптация к различным видам трудовой деятельности.
23. Показатели адаптации к физическим нагрузкам.
24. Показатели адаптации к умственной деятельности.

## **ТЕСТ «ФИЗИОЛОГИЯ АДАПТАЦИИ»**

**1. Процесс, обратный адаптации, называется:**

- а) дизрегуляция;
- б) дизадаптация;
- в) акклиматизация;
- г) дезинтеграция.

**2. Тип людей, приспособленный к переносимости кратковременных нагрузок:**

- а) спринтеры;
- б) стайеры;
- в) миксты.

**3. Тип людей, способный выдерживать воздействие продолжительных нагрузок:**

- а) спринтеры;
- б) стайеры;
- в) миксты.

**4. В зависимости от того, что лежит в основе адаптации, ее подразделяют:**

- а) на филогенетическую и онтогенетическую;
- б) эволюционную и индивидуальную;
- в) сложную и перекрестную;
- г) генотипическую и фенотипическую.

**5. Генотипическая и фенотипическая адаптации подразделяются:**

- а) на эволюционную и перекрестную;
- б) эволюционную и индивидуальную;
- в) сложную и перекрестную;
- г) индивидуальную и сложную.

**6. По механизму действия адаптация делится:**

- а) на эволюционную и перекрестную;
- б) эволюционную и индивидуальную;
- в) сложную и перекрестную;
- г) индивидуальную и сложную.

**7. Процесс исчезновения адаптации называется:**

- а) дизрегуляция;
- б) дизадаптация;
- в) деадаптация;
- г) дезинтеграция.

**8. Типы адаптивного поведения. Все верно, кроме:**

- а) бегство от неблагоприятного раздражителя;
- б) активная оборонительная реакция;
- в) пассивное подчинение неблагоприятному раздражителю;
- г) активное противодействие неблагоприятному раздражителю.

**9. Об адаптации организма к неблагоприятным факторам судят по уровню гормонов:**

- а) гипофиза;
- б) эпифиза;
- в) щитовидной железы;
- г) надпочечников.

**10. Действие на организм слабых раздражителей вызывает:**

- а) реакцию тренировки;
- б) реакцию активации;
- в) реакцию стресса.

**11. Действие на организм раздражителей средней силы вызывает:**

- а) реакцию тренировки;
- б) реакцию активации;
- в) реакцию стресса.

**12. Действие на организм сильных раздражителей вызывает:**

- а) реакцию тренировки;
- б) реакцию активации;
- в) реакцию стресса.

**13. Срочная адаптация развивается в течение:**

- а) 1 минуты;
- б) 10 минут;
- в) 1 часа;
- г) 1 суток.

**14. В начальную фазу адаптации выработка гормонов надпочечников:**

- а) не изменяется;
- б) понижается;
- в) усиливается.

**15. Мощность функционирования аппарата дыхания и кровообращения в процессе адаптации к физическим нагрузкам:**

- а) увеличивается;
- б) уменьшается;
- в) не изменяется.

**16. Для приспособления к новому фактору человеку необходимы:**

- а) сутки;
- б) неделя;
- в) 6–8 недель;
- г) год.

**17. Адаптация не развивается:**

- а) при действии слишком сильного раздражителя;
- б) после дезадаптации при повторном действии сильного раздражителя;
- в) при продолжительном действии обычного раздражителя;
- г) снижении функциональной активности;
- д) более частом действии обычного раздражителя.

**18. «Перекрестная адаптация» обусловлена:**

- а) прекращением действия фактора, вызывающего адаптацию;
- б) одновременным влиянием на организм нескольких факторов;
- в) невозможностью адекватного ответа при действии нескольких факторов;
- г) истощением резервов при развитии высокого уровня адаптации;
- д) общностью механизмов, определяющих ответ на действие различных раздражителей.

## Раздел 2. ФИЗИОЛОГИЯ ВИСЦЕРАЛЬНЫХ СИСТЕМ

### 2.1. ФИЗИОЛОГИЯ СИСТЕМЫ КРОВИ

#### 2.1.1. Общая характеристика системы крови

**Кровь** – это жидкая ткань организма, один из видов соединительной ткани. Кровь состоит из жидкого межклеточного вещества – **плазмы** и клеток – **форменных элементов** (**эритроцитов**, **лейкоцитов** и **тромбоцитов**). Количество крови в организме равняется 6–8 % массы тела и у взрослого человека составляет 4,5–5 л. Плазма крови по объему составляет 55–60 %, а форменные элементы – 40–45 % (рис. 7).

В сосудистом русле циркулирует только около 50 % крови, остальная ее часть находится в **депо** (печень, селезенка, сосуды кожи, легкие).

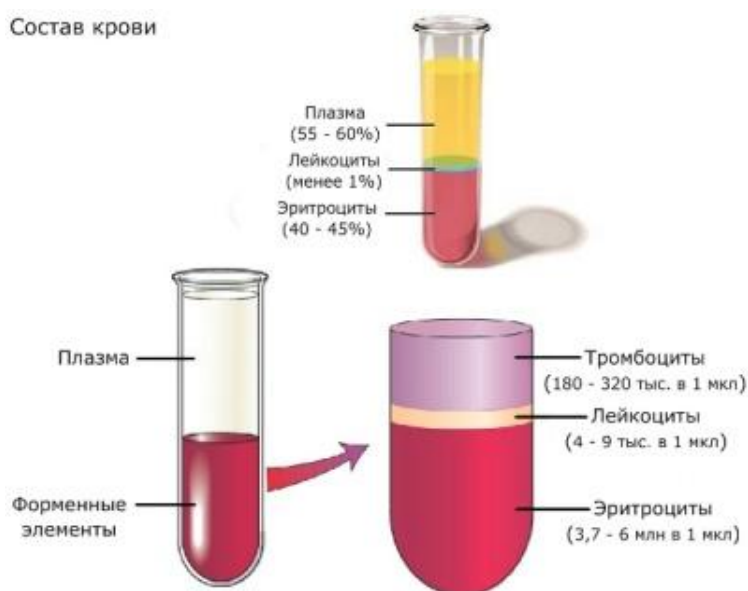


Рис. 7. Состав крови

**Функции крови** (рис. 8):

- 1) **дыхательная** – кровь переносит  $O_2$  от легких к тканям и  $CO_2$  – в обратном направлении;
- 2) **питательная** – кровь переносит питательные вещества от органов пищеварения к тканям;
- 3) **выделительная** – перенос продуктов обмена, избытка органических и минеральных веществ к органам выделения – почкам, коже, кишечнику;

4) *гомеостатическая* – кровь создает внутреннюю среду организма, поддерживая постоянство осмотического давления и pH;

5) *регуляторная* – железы внутренней секреции выделяют в кровь гормоны, которые регулируют различные функции организма;

6) *защитная* – заключается в обезвреживании клетками крови микроорганизмов, образовании антител, удалении продуктов распада тканей, остановке кровотечения;

7) *терморегуляторная* – кровь обладает высокой теплоемкостью и теплопроводностью. Она может регулировать теплоотдачу за счет перераспределения в сосудистом русле.

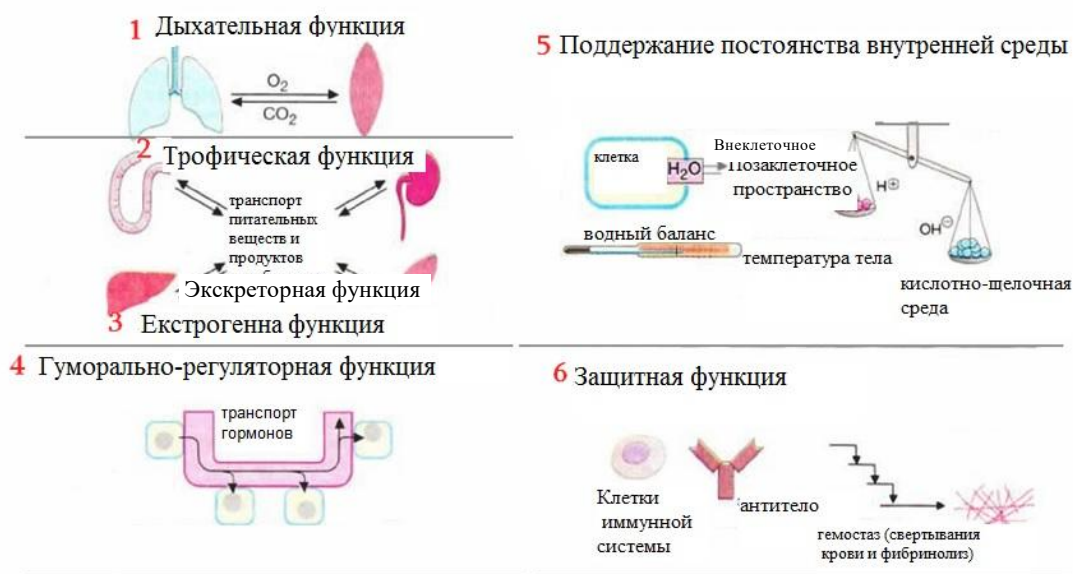


Рис. 8. Функции крови

### 2.1.2. Физико-химические свойства крови

Кровь обладает следующими *физико-химическими свойствами*:

1. **Вязкость крови** – обусловлена наличием в ней белков и форменных элементов. Если вязкость воды принять за 1, то вязкость плазмы будет равна 1,7–2,2, а вязкость цельной крови – около 5,1.

2. **Относительная плотность (удельный вес) крови** – зависит от количества эритроцитов, содержания в них гемоглобина и белкового состава плазмы крови. Относительная плотность крови взрослого человека равна 1,050–1,060 г/мл. У новорожденных она немного выше, чем у взрослых, а у мужчин выше, чем у женщин.

3. **Осмотическое давление** – сила, с которой растворитель переходит через полупроницаемую мембрану из менее в более кон-

центрированный раствор. Оно зависит от растворенных в крови минеральных солей и равно 7,6–8,1 атм. Благодаря ему вода равномерно распределяется между клетками и тканями.

4. **Онкотическое давление** – часть осмотического давления, создаваемого белками плазмы. Оно обусловлено наличием в плазме крови белков-альбуминов, которые способны притягивать к себе воду. Благодаря этому жидкость удерживается в сосудистом русле. Величина онкотического давления составляет 25–30 мм рт. ст.

5. **Реакция крови** – определяется концентрацией ионов водорода. В норме она слабощелочная. рН для венозной крови равен 7,36; для артериальной – 7,4. Только в этих пределах могут работать ферментные системы клеток. Поддержание постоянства кислотно-основного состояния обеспечивается **буферными системами крови**, которых существует 4:

а) **гемоглобиновая буферная система** – самая мощная система, на долю которой приходится 75 %. Оксигемоглобин является сильной кислотой;

б) **карбонатная буферная система** – занимает по мощности второе место и образована угольной кислотой и бикарбонатами натрия или калия. Она связана с выведением углекислого газа легкими, что восстанавливает нормальную реакцию крови;

в) **фосфатная буферная система** – состоит из натрия дигидрофосфата ( $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ) и натрия гидрофосфата ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ). Первое соединение имеет свойства слабой кислоты, второе – свойства слабой щелочи;

г) **белковая буферная система** – белки вступают в реакцию с кислотами как основания, а с основаниями – как кислоты, в результате чего они поддерживают рН на постоянном уровне.

Постоянство рН сохраняется также за счет деятельности легких (удаляют избыток  $\text{CO}_2$ ) и почек (выделяют кислые или основные соли).

### 2.1.3. Состав плазмы крови

**Плазма** – это жидкая часть крови, которая представляет собой желтоватую полупрозрачную жидкость. **Сыворотка крови** в отличие от плазмы не содержит фибриноген и не свертывается.

В состав плазмы входят *вода* (90–92 %) и *сухой остаток* (8–10 %) (рис. 9). Сухой остаток состоит из *органических* и *неорганических веществ*.

**Неорганические вещества плазмы** – составляют 1 % и представлены *минеральными солями*: хлоридами, сульфатами, фосфатами и карбонатами Na, K, Ca, Mg.



Рис. 9. Состав плазмы крови

**Органические вещества плазмы** представлены:

1. **Белки плазмы** – их общее количество 65–85 г/л. Они образуются в печени. Различают следующие группы белков:

а) *альбумины* – являются строительным материалом, обеспечивают онкотическое давление крови, участвуют в транспорте жирных кислот, лекарственных веществ;

б) *глобулины* – подразделяются на фракции:  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ -глобулины.  $\alpha$ -глобулины участвуют в связывании гормонов,  $\beta$ -глобулины – в транспорте липидов и полисахаридов,  $\gamma$ -глобулины – в иммунных реакциях;

в) *фибриноген* – необходим для свертывания крови;

г) *c-реактивный белок (СРБ)* – в норме отсутствует. Появляется в крови при острых инфекционных заболеваниях, инфаркте миокарда, ревматизме, иммунодефицитах.

2. **Небелковые азотсодержащие соединения** – это продукты белкового обмена. К ним относятся *аминокислоты, креатин, креатинин, мочевая кислота, мочевины*.



3. **Пигментные соединения** – билирубин. Он образуется в крови после распада гемоглобина.

4. **Безазотистые органические соединения** – это *нейтральные жиры, холестерин, жирные и желчные кислоты, глюкоза*. Холестерин необходим для синтеза стероидных гормонов и желчных кислот. Глюкоза – энергетический материал.

5. **Ферменты** – участвуют в обменных процессах. Наиболее важные из них:

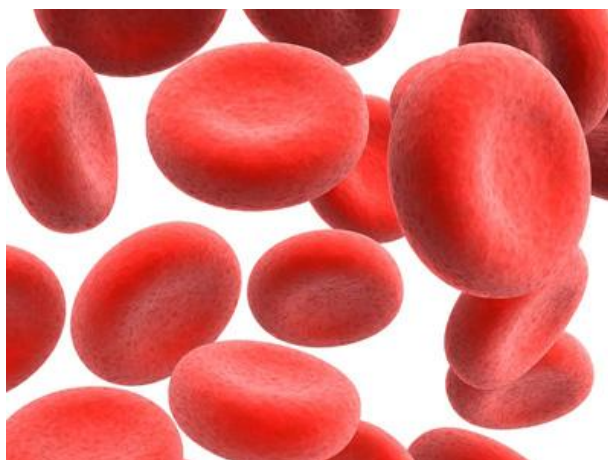
- а) *АЛТ (аланинаминотрансфераза)* – показатель работы печени;
- б) *АСТ (аспартатаминотрансфераза)* – показатель работы сердца;
- в)  *$\alpha$ -амилаза* – показатель работы поджелудочной железы;
- г) *протромбин* и *профибринолизин* – показатель работы свертывающей системы крови.

6. **Гормоны** – АКТГ, вазопрессин, альдостерон, инсулин и др. Их количество повышается или понижается при различных эндокринных заболеваниях.

7. **Витамины** – А, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>12</sub>, С, D, Е и др.

#### **2.1.4. Характеристика форменных элементов крови**

**ЭРИТРОЦИТЫ (Er)** – красные кровяные тельца, лишены ядра и содержат дыхательный пигмент – **гемоглобин**. Эритроциты имеют форму двояковогнутых дисков, что увеличивает площадь их поверхности и позволяет им связывать значительное количество гемоглобина (*рис. 10*).



*Рис. 10. Эритроциты*

### **Функции эритроцитов:**

- 1) *дыхательная* – перенос  $O_2$  и  $CO_2$  за счет содержащегося внутри эритроцитов гемоглобина;
- 2) *ферментативная* – эритроциты переносят ферменты;
- 3) *защитная* – способны связывать токсические вещества;
- 4) *питательная* – транспортируют аминокислоты от желудочно-кишечного тракта к органам и тканям;
- 5) принимают участие в свертывании крови, так как содержат факторы свертываемости;
- 6) поддерживают постоянство рН крови – за счет гемоглобиновой буферной системы.

Эритроциты образуются в красном костном мозге. Их предшественниками являются ретикулоциты. Продолжительность жизни эритроцитов составляет 120–130 дней. Разрушение старых эритроцитов происходит в печени и селезенке.

Нормальное количество эритроцитов: для женщин – 3,5–4,5 млн в  $1\text{ мм}^3$  крови; для мужчин – 4–5,1 млн, для новорожденных – 6–8 млн, для пожилых людей – 4 млн в  $1\text{ мм}^3$  крови.

**ГЕМОГЛОБИН (Hb)** – это дыхательный пигмент, находящийся в эритроцитах. Он состоит из белка *глобина* и 4 молекул *гема* (небелковая часть). Гем содержит двухвалентное железо, к которому может присоединяться  $O_2$  и  $CO_2$  (рис. 11).

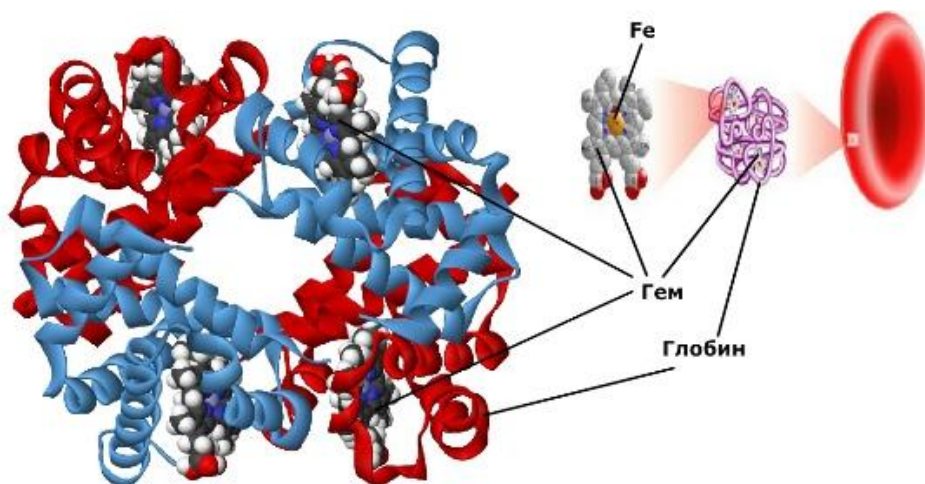


Рис. 11. Строение гемоглобина

### **Функции гемоглобина:**

- 1) является переносчиком  $O_2$  от легких к тканям и  $CO_2$  из тканей к легким;
- 2) придает эритроцитам и крови красный цвет;
- 3) обладает буферными свойствами и принимает участие в поддержании постоянства рН крови.

Гемоглобин синтезируется в красном костном мозге, а разрушается в печени и селезенке. В норме у женщин в крови содержится 115–145 г/л гемоглобина; у мужчин – 132–164; у детей – 120–180 г/л.

**Соединения гемоглобина:**

1) **оксигемоглобин (HbO<sub>2</sub>)** – непрочное соединение Hb с O<sub>2</sub>, которое легко распадается в тканях;

2) **карбогемоглобин (HbCO<sub>2</sub>)** – соединение Hb с углекислым газом, тоже является непрочным и легко распадается в легких;

3) **миоглобин (мышечный Hb)** – содержится в скелетных мышцах, миокарде, обладает большим сродством к O<sub>2</sub> по сравнению с HbO<sub>2</sub>;

4) **карбоксигемоглобин (HbCO)** – соединение Hb с угарным газом, является очень прочным, в результате его образования молекулы гемоглобина блокируются и транспорт O<sub>2</sub> к тканям невозможен;

5) **метгемоглобин (MetHb)** – прочное соединение, которое образуется под влиянием сильных окислителей, в результате чего железо окисляется и переходит в трехвалентное. При насыщении крови MetHb наступает гипоксия.

**ЛЕЙКОЦИТЫ (L)** – белые кровяные тельца, бесцветные клетки, имеющие ядро (рис. 12). По размерам они больше эритроцитов.

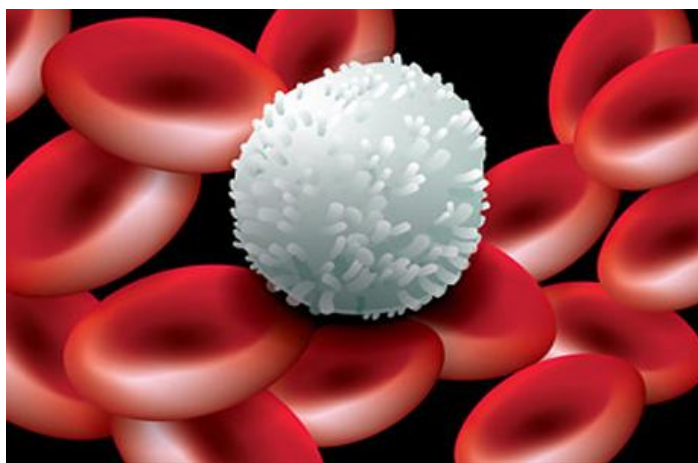


Рис. 12. Лейкоцит

**Свойства лейкоцитов:**

1) **амебовидная подвижность** – способность передвигаться за счет образования цитоплазматических выростов – ложноножек;

2) **диapedез** – способность проникать через стенку капилляра;

3) **фагоцитоз** – способность лейкоцитов захватывать и переваривать чужеродные тела и микроорганизмы.

### Функции лейкоцитов:

- 1) участвуют в иммунитете за счет поглощения и внутриклеточного переваривания микроорганизмов, выработки бактерицидных веществ и антител;
- 2) принимают участие в разрушении отмерших клеток и тканей;
- 3) ферментативная функция – содержат ферменты для расщепления белков, жиров и углеводов;
- 4) участвуют в свертывании крови, так как содержат факторы свертываемости.

Продолжительность жизни лейкоцитов составляет от нескольких недель до нескольких лет. Образуются они в красном костном мозге и органах иммунной системы, а разрушаются в местах воспалительных очагов и печени. В крови здоровых людей количество лейкоцитов составляет 4–9 тыс. в  $1 \text{ мм}^3$  крови.

Лейкоциты делятся на 2 группы (рис. 13):

1. **Зернистые лейкоциты (гранулоциты)** – их ядра разбиты на сегменты, а в цитоплазме имеется зернистость (гранулы). К гранулоцитам относятся:

- 1) **базофилы** – гранулы окрашиваются в фиолетовый цвет;
- 2) **эозинофилы** – гранулы окрашиваются в красный цвет;
- 3) **нейтрофилы** – гранулы окрашиваются в розово-фиолетовый цвет. Нейтрофилы по степени зрелости делятся:
  - а) на **миелоциты** – самые незрелые из нейтрофилов;
  - б) **юные нейтрофилы** – ядро округлое или овальное;
  - в) **палочкоядерные нейтрофилы** – ядро в виде палочки;
  - г) **сегментоядерные нейтрофилы** – ядро разделено на сегменты, это самые зрелые из нейтрофилов.



Рис. 13. Различные типы лейкоцитов

2. **Незернистые лейкоциты (агранулоциты)** – в их цитоплазме нет зернистости. К агранулоцитам относятся:

1) **моноциты** – имеют бобовидное ядро или ядро в виде сердечка. Ядро сине-фиолетовое, цитоплазма серо-голубая;

2) **лимфоциты** – имеют округлое ядро. Лимфоциты делятся:

а) на **T-лимфоциты** – отвечают за клеточный иммунитет;

б) **B-лимфоциты** – отвечают за гуморальный иммунитет (рис. 14).

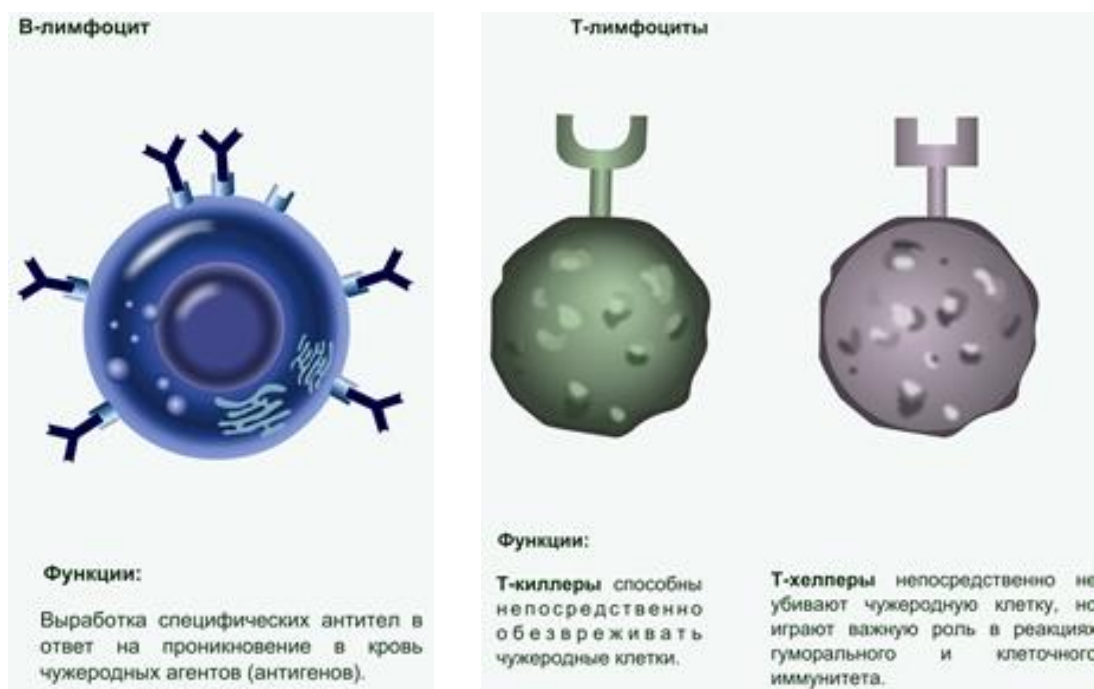


Рис. 14. Т- и В-лимфоциты

**ТРОМБОЦИТЫ (Tr)** – кровяные пластинки, бесцветные образования округлой или овальной формы, не имеющие ядра (рис. 15). Тромбоциты в 3 раза меньше, чем эритроциты.

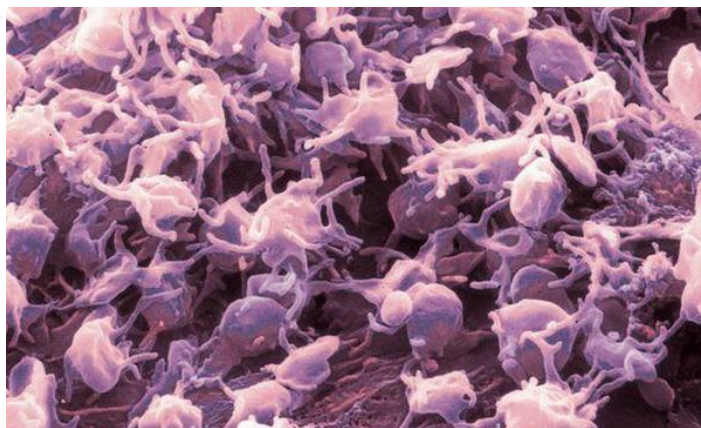


Рис. 15. Тромбоциты

Тромбоциты образуются в красном костном мозге из мегакариоцитов. Продолжительность жизни составляет 3–5 дней. Разрушаются тромбоциты в селезенке, а также в местах нарушения целостности сосудов. Количество тромбоцитов в норме составляет 180–320 тыс. в 1 мм<sup>3</sup> крови.

**Свойства тромбоцитов:**

- 1) *адгезия* – способность тромбоцитов прилипать к поверхности поврежденного сосуда и склеиваться между собой;
- 2) способность легко разрушаться, выделяя при этом биологически активные вещества: *серотонин, адреналин, норадреналин*, которые суживают просвет сосудов;
- 3) способность к амебовидной подвижности и фагоцитозу.

**Функция тромбоцитов** – участие в свертывании крови и остановке кровотечения.

### 2.1.5. Свертывание крови, его фазы

Кровь циркулирует в кровеносном русле в жидком состоянии. При нарушении целостности кровеносных сосудов кровь свертывается. За все это в организме человека отвечает *система РАСК – регуляции агрегатного состояния крови*, в которой участвуют факторы свертывающей, противосвертывающей и фибринолитической систем крови.

К факторам, поддерживающим кровь в жидком состоянии, относятся следующие:

- 1) внутренние стенки сосудов и форменные элементы крови заряжены отрицательно;
- 2) факторы свертывающей системы крови находятся в сосудистом русле в неактивном состоянии;
- 3) наличие антикоагулянтов;
- 4) большая скорость кровотока.

При нарушении целостности сосудов происходит свертывание крови.

**Гемостаз** – это совокупность физиологических процессов, завершающихся остановкой кровотечения при повреждении сосудов.

В остановке кровотечения участвуют:

- 1) стенка сосуда;
- 2) ткань, окружающая сосуд;
- 3) физиологически активные вещества плазмы;
- 4) форменные элементы крови, главная роль принадлежит тромбоцитам.

Физиологически активные вещества, принимающие участие в свертывании крови и находящиеся в плазме, называются **плазменными факторами свертывания крови**. Они обозначаются римскими цифрами от I до XIII. Плазменные факторы – это проферменты, которые синтезируются в печени или эндотелии сосудов при участии витамина К. В активную форму они переходят в процессе свертывания крови.

К плазменным факторам свертывания крови относятся (рис. 16): фактор I – **фибриноген**; фактор II – **протромбин**; фактор III – **тканевой тромбопластин**; фактор IV – **ионы кальция**; фактор V – **проакцелерин**; фактор VI – исключен из номенклатуры; фактор VII – **проконвертин**; фактор VIII – **антигемофильный глобулин А**; фактор IX – **антигемофильный глобулин В**; фактор X – **фактор Стюарта-Прауэра**; фактор XI – **антигемофильный глобулин С**; фактор XII – **фактор Хагемана**; фактор XIII – **фибриназа**.

I	Фибриноген	VIII	Антигемофильный глобулин А
II	Протромбин	IX	Фактор Кристмаса, антигемофильный глобулин В
III	Тканевой фактор	X	Фактор Стюарта-Проуэра
IV	Ca <sup>2+</sup>	XI	Плазменный предшественник тромбопластина
V	Ас-глобулин, проакцелерин	XII	Фактор Хагемана
VII	Проконвертин	XIII	Фибринстабилизирующий фактор, фибриназа, плазменная трансглутаминаза, фибринолигаза

Рис. 16. Плазменные факторы свертывания крови

Вещества, находящиеся в тромбоцитах, называются **тромбоцитарными факторами свертывания крови**. Их обозначают арабскими цифрами от 1 до 12. К наиболее важным тромбоцитарным (пластинчатым) факторам (ПФ) относятся: **ПФ-3 – тромбоцитарный тромбопластин**; **ПФ-4 – антигепариновый фактор**; **ПФ-5 – фибриноген**; **ПФ-6 – тромбостенин**; **ПФ-10 – серотонин**; **ПФ-11 – фактор агрегации**.

В зависимости от степени повреждения и вида сосудов различают 2 механизма гемостаза:

1. **Сосудисто-тромбоцитарный (микроциркуляторный) гемостаз** – это остановка кровотечения из мелких сосудов с низким кровяным давлением. Происходит за счет следующих процессов (рис. 17):

1) *сосудистый спазм* – уменьшение просвета мелких сосудов за счет действия серотонина, норадреналина и адреналина, которые высвобождаются из тромбоцитов и поврежденных клеток тканей;

2) *образование тромбоцитарной пробки* – происходит за счет способности тромбоцитов прилипать к поврежденной поверхности и склеиваться между собой;

3) *ретракция (сжатие) кровяного сгустка* – происходит под действием сократительного белка тромбоцитов – тромбостенина. Тромбоцитарная пробка образуется в течение 1–3 мин с момента повреждения мелких сосудов.



Рис. 17. Сосудисто-тромбоцитарный гемостаз

В крупных сосудах с высоким кровяным давлением тромбоцитарная пробка не выдерживает и вымывается. Поэтому включается механизм коагуляционного гемостаза.

2. **Коагуляционный гемостаз** – это сложный ферментативный процесс, который защищает организм от кровопотери при повреждении средних и крупных сосудов.

Свертывание крови происходит в 3 фазы (рис. 18):

- **1-я фаза** является самой сложной и продолжительной. В эту фазу образуется фермент *протромбиназа*, которая является активато-



ром протромбина. В образовании этого фермента участвуют тканевые и кровяные факторы. В результате образуются тканевая и кровяная протромбиназы. Образование *тканевой протромбиназы* начинается с активации тканевого тромбопластина, образующегося при повреждении стенок сосуда и окружающих тканей. Вместе с VII фактором и ионами  $Ca^{2+}$  он активирует X фактор. В результате взаимодействия X фактора с V фактором образуется тканевая протромбиназа. Этот процесс длится 5–10 с. Образование *кровяной протромбиназы* начинается с активации XII фактора. Затем XII фактор активирует XI фактор, а активный XI фактор совместно с IV фактором активирует IX фактор, который активирует VIII фактор. Затем происходит активация X фактора, который образует комплекс с V фактором и ионами  $Ca^{2+}$  и в результате образуется кровяная протромбиназа. В этом также участвует тромбоцитарный фактор 3. Этот процесс длится 5–10 мин;

- **2-я фаза** – происходит переход *протромбина* в активный фермент *тромбин* под влиянием протромбиназы. В этом процессе принимают участие факторы IV, V и X;

- **3-я фаза** – растворимый белок крови *фибриноген* превращается в нерастворимый *фибрин*. Вначале под влиянием тромбина образуется фибрин-мономер. Затем с участием ионов  $Ca^{2+}$  образуется растворимый фибрин-полимер. Под влиянием фактора XIII образуется нерастворимый фибрин-полимер. В фибриновых нитях оседают форменные элементы крови и формируется тромб, который закупоривает рану.



Рис. 18. Механизм свертывания крови

После образования сгустка протекают 2 процесса:

- ✓ **ретракция** – уплотнение и закрепление тромба в поврежденном сосуде. Это происходит с помощью сократительного белка тромбоцитов

тромбостенина и ионов  $\text{Ca}^{2+}$ . За счет ретракции тромб становится более плотным и стягивает края раны (рис. 19);

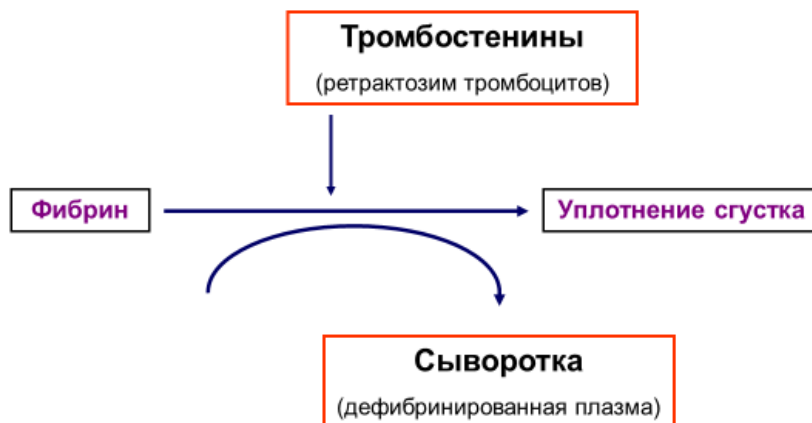


Рис. 19. Ретракция кровяного сгустка

✓ **фибринолиз** – расщепление фибринового сгустка и восстановление просвета сосуда. Этот процесс происходит под влиянием фермента фибринолизина (плазмина), который находится в плазме крови в неактивном состоянии и активируется под действием кровяных и тканевых активаторов (рис. 20). Он расщепляет фибрин на отдельные полипептидные цепи, в результате чего происходит растворение фибринового сгустка.

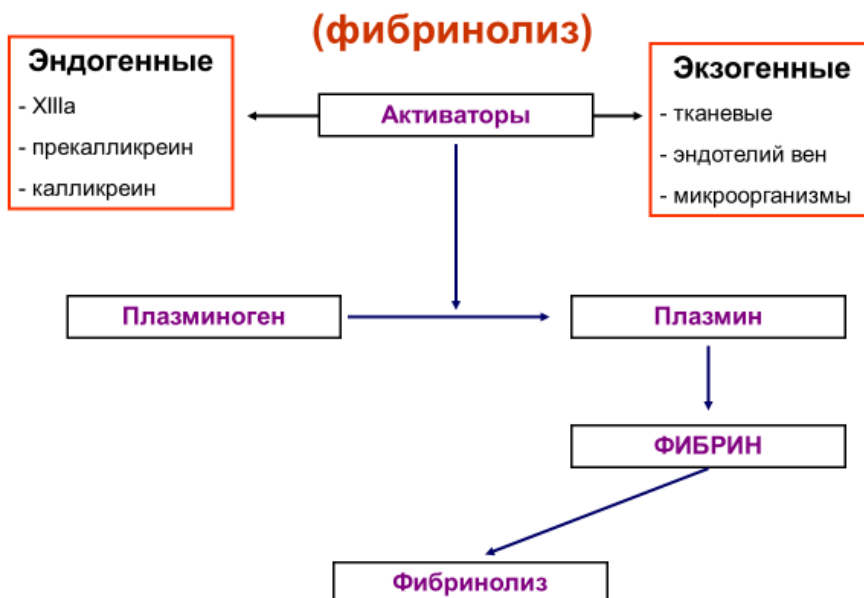


Рис. 20. Схема фибринолиза

### **2.1.6. Противосвертывающая система крови**

Противосвертывающая система препятствует внутрисосудистому свертыванию крови. Работа этой системы обеспечивается 3 факторами:

1) наличие неповрежденного эндотелия сосудов;

2) факторы свертываемости находятся в сосудистом русле в неактивном состоянии и переходят в активную форму только при повреждении сосудов;

3) наличие в плазме, форменных элементах и тканях антикоагулянтов, препятствующих свертыванию крови. Антикоагулянты подразделяются:

а) на *первичные антикоагулянты* – постоянно находятся в крови (*антитромбин, антитромбопластин, гепарин, протейн С*);

б) *вторичные антикоагулянты* – образуются в процессе свертывания крови и фибринолиза (*фибрин и продукты деградации фибриногена и фибрина*).

К факторам, *ускоряющим* свертывание крови, относятся:

1) тепло, так как свертывание крови является ферментативным процессом;

2) ионы кальция, так как они участвуют во всех фазах гемокоагуляции;

3) соприкосновение крови с шероховатой поверхностью;

4) механические воздействия (давление, раздробление тканей, встряхивание емкостей с кровью), так как выходят факторы свертывания крови.

К факторам, *замедляющим* свертывание крови, относятся:

1) понижение температуры;

2) цитрат и оксалат натрия (связывают ионы кальция);

3) гепарин (подавляет все фазы гемокоагуляции);

4) гладкая поверхность.

### **2.1.7. Группы крови и резус-фактор**

В 1901 г. австрийский ученый Карл Ландштейнер обнаружил на поверхности эритроцитов частицы, обладающие свойствами антиге-

нов (чужеродных частиц) и назвал их *агглютиногены*. По наличию или отсутствию этих частиц он определил 3 группы крови:

*I группа* – 0, т. е. на поверхности эритроцитов нет никаких агглютиногенов;

*II группа* – А, т. е. на поверхности эритроцитов есть антигены одной разновидности – А;

*III группа* – В, т. е. на поверхности эритроцитов есть агглютиногены другой разновидности – В.

В 1907 г. Ян Янский обнаружил *IV группу* – АВ, в которой на поверхности эритроцитов одновременно присутствуют агглютиногены А и В.

Эта система получила название *ABO*. Группы крови в ней обозначаются цифрами и теми агглютиногенами, которые содержатся в эритроцитах данной группы. Групповые антигены – это наследственные врожденные свойства крови, не меняющиеся в течение всей жизни человека.

У жителей Центральной Европы I группа крови встречается в 33,5 %; II группа – 37,5; III группа – 21; IV группа – 8 %. У 90 % коренных жителей Америки встречается I группа крови. Более 20 % населения Центральной Азии имеют III группу крови.

В ответ на попадание агглютиногенов в кровь той группы, где таких частиц нет, в плазме реципиента образуются соответствующие антитела – *агглютинины  $\alpha$*  и  *$\beta$* , причем в ответ на агглютиноген А вырабатывается агглютинин  $\alpha$ , в ответ на В –  $\beta$ . В результате происходит *реакция агглютинации* – склеивание эритроцитов донора, содержащих агглютиногены, агглютинами реципиента. При этом развивается гемотрансфузионный шок, который может привести к смерти. Поэтому было разработано правило переливания небольшого количества крови (200 мл), по которому учитывали наличие агглютиногенов в эритроцитах донора и агглютининов в плазме реципиента. Согласно данному правилу кровь I группы можно переливать людям со всеми группами крови (I, II, III, IV), поэтому людей с первой группой крови называют *универсальными донорами*. Кровь II группы можно переливать людям со II и IV группами крови, кровь III группы – с III и IV, кровь IV группы можно переливать только людям с этой же груп-

пой крови. При этом людям с IV группой крови можно переливать любую кровь, поэтому их называют *универсальными реципиентами*. При необходимости переливания большого количества крови этим правилом пользоваться нельзя и переливают только одногруппную кровь.

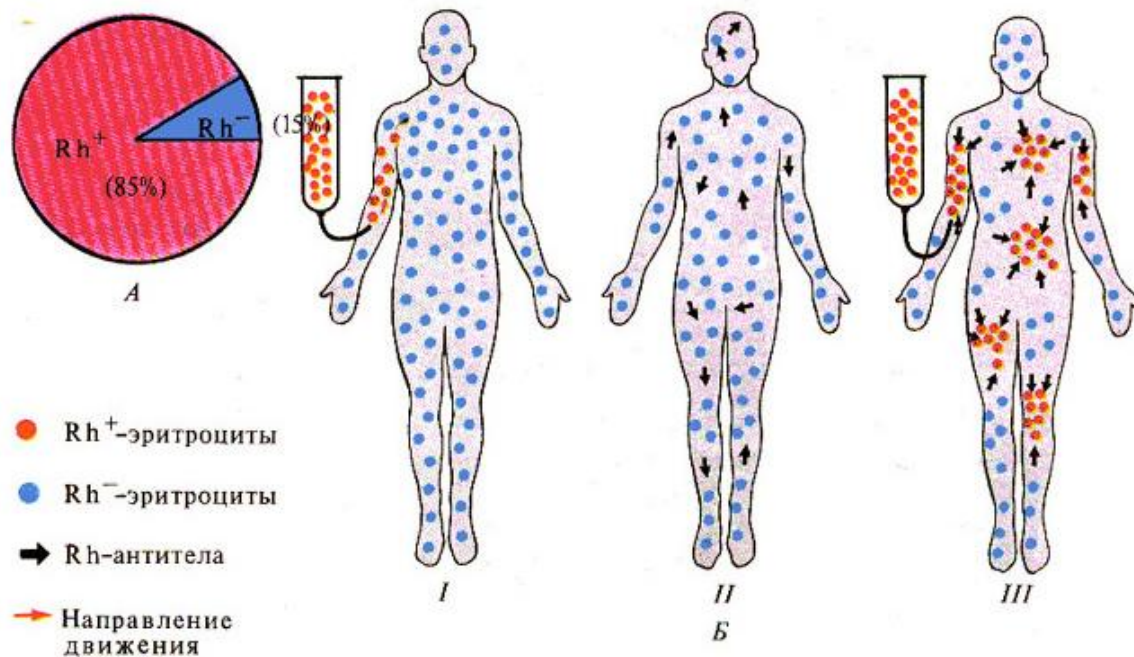
В настоящее время кроме агглютиногенов системы АВ0 известно более 400 других агглютиногенов, которые составляют около 20 групп. Антигенные свойства этих агглютиногенов выражены слабо и при переливании крови в экстренных случаях ими пренебрегают. Но обычно переливают только одногруппную кровь.

В 1940 г. Ландштейнер и Винер обнаружили в эритроцитах обезьяны макаки-резуса антиген, который они назвали *резус-фактор*. Этот антиген находится в крови 85 % людей, и такая кровь называется *резус-положительной (Rh<sup>+</sup>)*. Кровь, в которой резус-фактор отсутствует (15 % людей), называется *резус-отрицательной (Rh<sup>-</sup>)*. Резус-фактор передается по наследству.

#### ***Причины резус-конфликтов:***

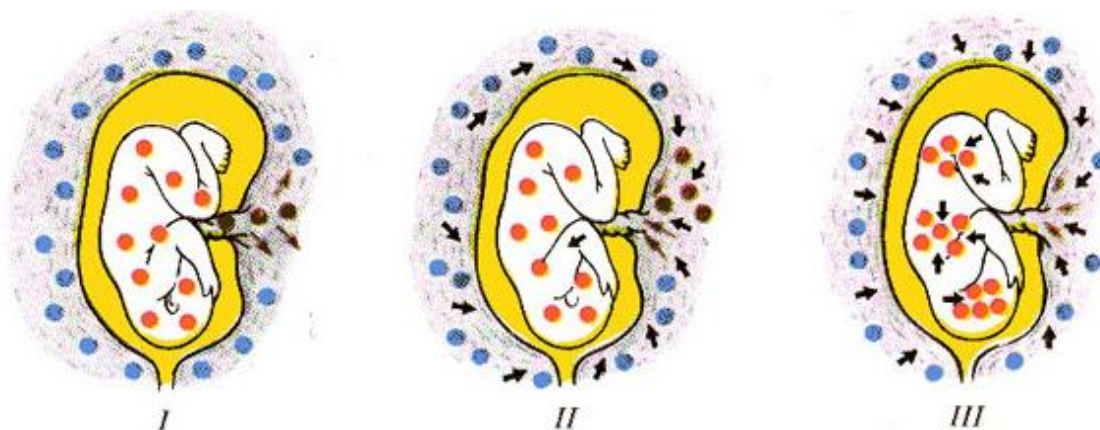
1. *Резус-конфликт донора и реципиента:* при переливании (Rh<sup>+</sup>)-крови донора (Rh<sup>-</sup>)-реципиенту в крови реципиента образуются специфические антитела к резус-фактору – антирезус-агглютинины. При повторных переливаниях этих антител становится больше, и они вызывают агглютинацию эритроцитов донора в крови реципиента, что приводит к гемотрансфузионному шоку (*рис. 21*). Поэтому (Rh<sup>-</sup>)-реципиентам можно переливать только (Rh<sup>-</sup>)-кровь;

2. *Резус-конфликт матери и плода:* возникает если у (Rh<sup>-</sup>)-матери развивается (Rh<sup>+</sup>)-плод. Кровь плода, содержащая (Rh<sup>+</sup>)-фактор, вызывает появление в крови матери резус-антител. Первая беременность обычно заканчивается благополучно. При повторных беременностях резус-антител становится больше, они проникают через плаценту в кровяное русло плода и склеивают и разрушают его эритроциты (*рис. 22*). При этом происходит либо выкидыш, либо ребенок рождается с гемолитической желтухой (из-за разрушения эритроцитов и содержащегося в них гемоглобина образуются желчные пигменты, которые окрашивают кожу ребенка в желтый цвет).



*Рис. 21. Резус-фактор (Rh):*

*А – процентное соотношение людей с ( $Rh^+$ )- и ( $Rh^-$ )-кровью; Б – представление о возникновении «( $Rh^-$ )-конфликта»: I – введение ( $Rh^+$ )-крови ( $Rh^-$ )-реципиенту; II – выработка ( $Rh^-$ )-антител в организме реципиента; III – повторное введение ( $Rh^+$ )-крови ( $Rh^-$ )-реципиенту, вызывающее агглютинацию*



*Рис. 22. Резус-фактор в акушерской практике:*

*I – иммунизация организма ( $Rh^-$ )-матери ( $Rh^+$ )-эритроцитами плода, II – выработка ( $Rh^-$ )-антител в организме матери, III – агглютинация ( $Rh^+$ )-эритроцитов плода антителами матери*

## **ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ ПО ТЕМЕ «ФИЗИОЛОГИЯ СИСТЕМЫ КРОВИ»**

### **Лабораторное занятие 2**

**Цель занятия:** ознакомиться с правилами и процедурой взятия крови из вены и взятия капиллярной крови; познакомиться с методиками получения плазмы, сыворотки, фибрина и дефибринированной крови; изучить явление гемолиза и его виды; научиться определять время свертывания крови.

#### **2.1. Правила и процедура взятия крови**

##### **Правила взятия крови**

- 1) взятие крови осуществляется натощак, в утренние часы; в случае необходимости – в любое время суток;
- 2) взятие крови необходимо проводить в резиновых перчатках;
- 3) при взятии венозной крови вены пережимаются манжетой на время не более 30 с. Место пережатия должно быть выше места прокола на 8–10 см.

##### **Процедура взятия крови из вены**

- 1) усадить пациента в удобное положение, чтобы был разогнут локтевой сустав (*рис. 23, А*);
- 2) подложить под локоть валик либо специальную подушку, после чего наложить резиновый жгут на среднюю треть плеча, чтобы можно было получить венозный застой;
- 3) пациенту необходимо несколько раз сжать и разжать кулак, повторяя движения, чтобы вены достаточно наполнились кровью, а затем зафиксировать кулак;
- 4) обработать кожу в области локтевого сгиба тампоном, смоченным спиртом;
- 5) найти наиболее наполненную вену, натянуть кожу локтевого сгиба левой рукой и зафиксировать вену;
- 6) держа иглу срезом вверх параллельно коже, проколоть кожу, осторожно ввести иглу на 1/3 длины так, чтобы она была параллельна вене, и взять шприцом нужное количество крови;
- 7) после попадания иглы в вену снять с плеча жгут, пациент должен разжать кулак;
- 8) извлечь иглу из вены и прижать к месту прокола тампон, смоченный спиртом;
- 9) попросить пациента согнуть руку в локтевом суставе;

10) поместить пробирку в специальный контейнер, чтобы осуществлять транспортировку в лабораторию, а все используемые инструменты и расходные материалы утилизировать.

### Процедура взятия капиллярной крови

1) обеспечить пациенту подходящее для взятия крови положение и проверить теплые ли руки у пациента; кровь берут из IV пальца левой руки (рис. 23, Б);

2) продезинфицировать место пункции и дать коже высохнуть;

3) сдавить мягкую часть дистальной фаланги до возникновения легкого отека и приобретения темно-красной окраски на конце пальца;

4) произвести прокол кожи в верхушку мякоти первой фаланги на глубину 2,5–3 мм немного сбоку от центральной оси пальца скарификатором;

5) первую каплю крови удалить сухим тампоном;

6) полностью заполнить капилляр кровью. Чтобы избежать появления воздуха в капилляре, его держат во время взятия крови в горизонтальном положении;

7) кровь для исследования берут в определенном порядке: для определения СОЭ (скорости оседания эритроцитов), гемоглобина, затем – для подсчета лейкоцитов и эритроцитов, делают мазки;

8) на место прокола поместить тампон, смоченный спиртом, и прижать палец к ладони, чтобы остановить кровотечение;

9) все используемые во взятии крови средства собрать в специальный контейнер.



А



Б

Рис. 23. Взятие крови:

А – забор крови из вены; Б – взятие капиллярной крови из пальца



## 2.2. Получение плазмы, сыворотки, фибрина и дефибринированной крови



Рис. 24. Плазма крови

### Получение плазмы

Для получения плазмы кровь необходимо предохранить от свертывания путем добавления **антикоагулянтов**. Такая кровь после отстаивания или центрифугирования разделяется на плазму (верхний слой) и форменные элементы (рис. 24).

В качестве антикоагулянтов используют лимоннокислый натрий или щавелевокислый аммоний – 20–30 мг на 10 мл крови, 2 капли гепарина или трилона Б на 10 мл крови.

Пробирку с кровью и антикоагулянтом закрывают пробкой и перемешивают. Пробирку помещают в центрифугу и центрифугируют при 3000 об/мин в течение 20 мин.

### Получение сыворотки

В пробирку наливают 10 мл крови и ставят пробирку в термостат при 38 °С на 10–15 ч. Для лучшего отделения сыворотки через 1 ч обводят вокруг сгустка тонкой проволокой для отделения его от стенок пробирки, и снова ставят пробирку в термостат. За это время кровь свертывается, происходит уплотнение сгустка и отделение сыворотки. Этот процесс называется **ретракция**.

Сыворотка от плазмы отличается тем, что в ней нет белка фибриногена, она имеет желтовато-соломенный цвет и более прозрачна, чем плазма (рис. 25).

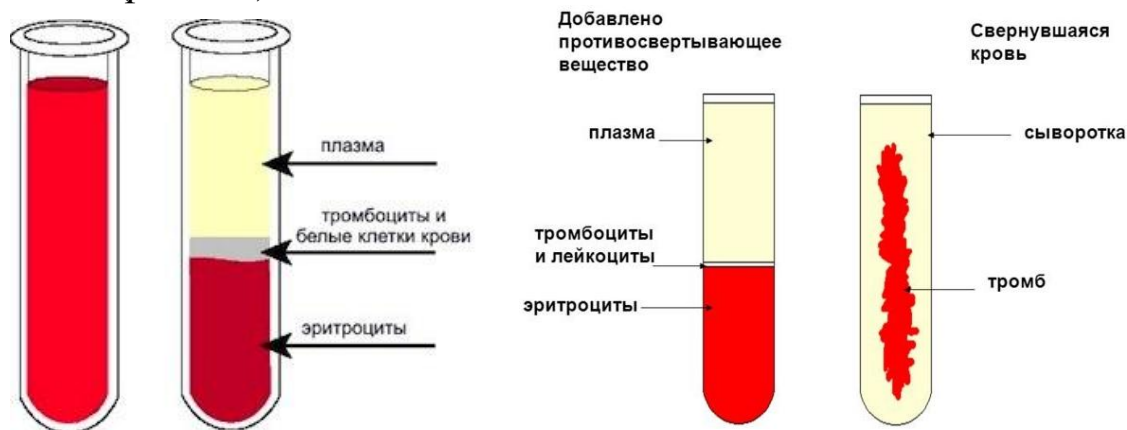


Рис. 25. Плазма и сыворотка крови

## Получение дефибринированной крови

**Дефибринированная кровь** – это кровь, в которой отсутствует фибриноген. Она состоит из форменных элементов крови и сыворотки. Такая кровь не свертывается.

Взятую кровь наливают в дефибринатор (колба со стеклянными бусами) и в течение 10–15 мин встряхивают. Фибрин выпадает в виде волокон из крови при ее встряхивании (рис. 26). Затем кровь фильтруют через стерильную марлю, сложенную в 3-4 слоя. Дефибринированную кровь используют для переливания крови, получения лечебных сывороток.

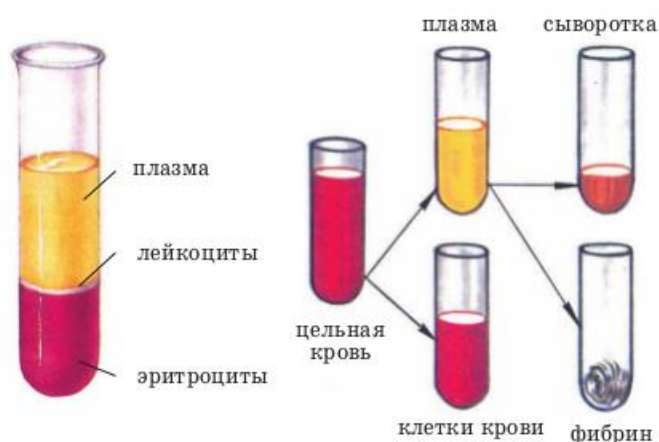


Рис. 26. Составные части крови

### 2.3. Наблюдение гемолиза

**Гемолиз** – разрушение эритроцитов крови с выделением в окружающую среду гемоглобина.

Оболочка эритроцита в норме непроницаема для гемоглобина, поэтому он может выходить только при разрушении эритроцита или увеличении проницаемости белково-липидной мембраны. Гемолизированная кровь становится прозрачной – «лаковой». При этом оболочка и сетчатая строма эритроцита оседают, образуя «тени» эритроцитов.

Гемолиз вызывают различные факторы: действие гипотонических растворов, кислот, щелочей, ядов и токсинов, механическое повреждение эритроцитов и др. (табл. 2).

Различают 3 типа растворов: *изотонический*, *гипотонический* и *гипертонический* (рис. 27).

**Изотонический (физиологический) раствор** – раствор, осмотическое давление которого равно осмотическому давлению плазмы крови (таким раствором является 0,9 % раствор NaCl).

**Гипотонический раствор** – раствор, осмотическое давление которого ниже осмотического давления плазмы крови, концентрация NaCl в растворе ниже 0,9 %.

**Гипертонический раствор** – раствор, осмотическое давление которого выше осмотического давления плазмы крови, концентрация NaCl в растворе выше 0,9 %.



Рис. 27. Растворы с различной концентрацией натрия хлорида

Таблица 2

### Виды гемолиза

Вид гемолиза	Факторы, вызывающие гемолиз	Механизм гемолиза
Осмотический	Гипотонические растворы	Проникновение H <sub>2</sub> O в эритроцит, набухание его и разрыв оболочки
Химический	Действие кислот, щелочей, эфира, хлороформа, спирта	Растворение белково-липидной оболочки и разрушение эритроцита
Механический	Резкое встряхивание, перемешивание крови	Механическое разрушение оболочки эритроцитов
Температурный	Охлаждение, замораживание Действие высоких температур	Разрушение оболочки эритроцита кристаллами льда Свертывание (денатурация) белков и нарушение целостности оболочки
Биологический	Результат переливания несовместимой крови. Действие ядов змей, насекомых, паразитов, бактериальных токсинов	Увеличение проницаемости оболочки эритроцита или разрушение оболочки

В физиологическом растворе эритроциты не разрушаются, в гипотоническом растворе происходит *гемолиз* (если поместить эритроцит в гипотонический раствор, то вода по принципу осмоса будет поступать в эритроцит, который при этом увеличивается, растягивается и при низкой солевой концентрации разрушается), в гипертоническом растворе – *плазмолиз* (явление сжатия, высушивания клеток в гипертоническом растворе) (рис. 28).

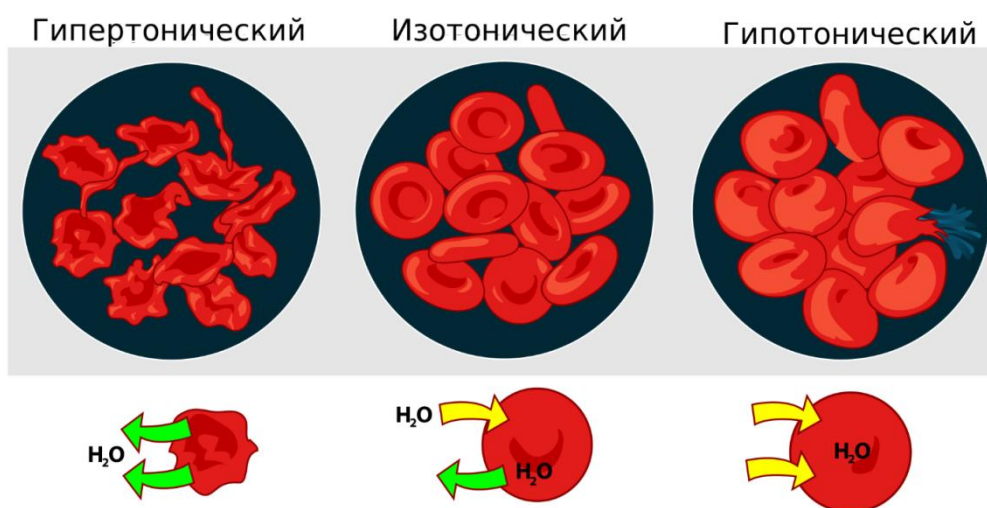


Рис. 28. Взаимодействие красных кровяных телец с растворами в зависимости от их осмотического давления

**Цель работы:** изучить влияние различных веществ на проницаемость оболочек эритроцитов и гемолиз.

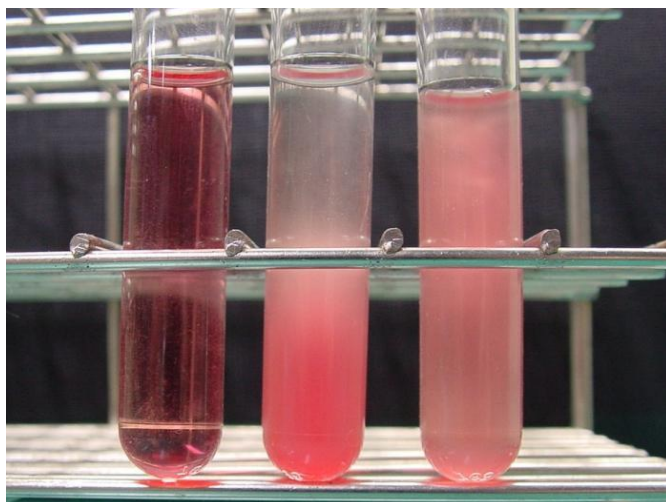
**Материалы и оборудование:** кровь с добавлением любого антикоагулянта; штатив с пробирками; пипетки на 5 мл; глазные пипетки; дистиллированная вода; спирт этиловый; эфир; хлороформ; аммиак; 0,1 %-, 0,9 %-, 1,5 %-е растворы хлорида натрия; 1 %- и 10 %-й растворы хлорида кальция.

**Ход работы.** Нумеруют 10 пробирок, ставят в штатив и заполняют растворами согласно таблице.

Содержимое всех пробирок тщательно перемешивают и ставят в штатив на 5–10 мин. В пробирках, где произошел гемолиз, будет осадок из разрушенных эритроцитов, надосадочная жидкость прозрачная. Если гемолиз не произойдет, надосадочная жидкость останется мутной, непрозрачной (рис. 29).

В работе отметить, в каких пробирках произошел гемолиз и объяснить его причину (осмотический, химический).

Номер пробирки	Растворы, по 5 мл в каждую пробирку	Кровь	Учет реакции	
			Наличие (+) или отсутствие (-) гемолиза	Причины гемолиза
1	Дистиллированная вода	5 капель		
2	Спирт	5 капель		
3	Эфир	5 капель		
4	Хлороформ	5 капель		
5	Нашатырный спирт	5 капель		
6	0,1 % раствор NaCl	5 капель		
7	0,9 % раствор NaCl	5 капель		
8	1,5 % раствор NaCl	5 капель		
9	1 % раствор CaCl <sub>2</sub>	5 капель		
10	10 % раствор CaCl <sub>2</sub>	5 капель		



*Рис. 29. Гемолиз крови*

#### **2.4. Определение времени свертывания крови**

**Цель работы:** определить время свертывания исследуемой крови.

**Материалы и оборудование:** секундомер; стерильный скарификатор; фильтровальная бумага; капилляр Панченкова; вата; спирт этиловый; кровь человека.

#### **Определение времени свертывания крови по методу Дуже**

**Ход работы.** Скарификатором делают укол в мякоть пальца. Выступающая кровь снимается каждые 15–30 с фильтровальной бумагой. Через 1–3 мин снятая фильтровальной бумагой капля стано-

вится маленькой, затем бумага совсем не окрашивается. Промежуток времени от момента появления первой капли крови до прекращения окрашивания фильтровальной бумаги обозначается как продолжительность кровотечения.

Нормальная продолжительность кровотечения – 2–4 мин.

### **Определение времени свертывания крови по методу Сухарева**

*Ход работы.* Берут небольшое количество крови из пальца в капилляр Панченкова и наклоняют его вправо и влево по очереди (рис. 30). При этом с помощью секундомера засекают время, которое проходит с момента начала движения до образования сгустка крови, т. е. когда кровь перестает передвигаться по капилляру. Нормальные показатели свертывания крови:

- начало свертывания – от 30 с до 2 мин;
- завершение процесса свертывания – от 3 до 5 мин.



*Рис. 30. Определение времени свертывания крови*

## Лабораторное занятие 3

**Цель занятия:** научиться определять скорость оседания эритроцитов и количество гемоглобина в крови.

### 3.1. Определение скорости оседания эритроцитов (СОЭ)

Эритроциты имеют определенную массу и поэтому в крови, предохраненной от свертывания, при стоянии в сосуде происходит их оседание, а над ними отстает слой плазмы. СОЭ зависит от физико-химических свойств плазмы и физиологического состояния организма. СОЭ зависит от количества глобулинов в крови. При воспалительных процессах увеличивается количество гамма-глобулинов и СОЭ повышается.

Скорость оседания эритроцитов определяют микрометодом Панченкова. Прибор Панченкова состоит из нескольких стеклянных капилляров диаметром 1 мм и штатива (рис. 31). Капиллярные пипетки градуированы от 0 до 100 мм по 1 мм. На них имеется на уровне 100 мм метка «К» и на уровне 50 мм – метка «Р».

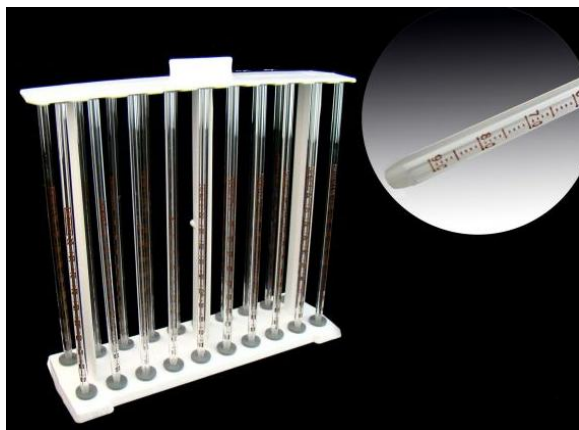


Рис. 31. Аппарат Панченкова (СОЭ-метр, прибор ПР-3)

**Цель работы:** определить скорость оседания эритроцитов (СОЭ), используя аппарат Панченкова.

**Материалы и оборудование:** штатив и пипетки Панченкова; часовые или предметные стекла; 5 %-й раствор цитрата натрия; стабилизированная кровь.

**Ход работы.** Капилляр промывают 5 %-м раствором лимоннокислого натрия, наполняют его этим раствором до метки «Р» (50) и выпус-

кают раствор на предметное стекло. Затем дважды до метки «К» (100) набирают кровь, каждый раз смешивая. Соотношение лимоннокислого натрия к крови на предметном стекле составляет 1:4. Кровь с предметного стекла набирают в пипетку до метки «К» и ставят в штатив. Проверяют СОЭ через 1 ч по отстоявшемуся столбику плазмы в мм (мм/ч).

В норме СОЭ составляет: для женщин – 2–15 мм/ч; для мужчин – 1–10; для детей – 1–8; для пожилых людей – 10–30 мм/ч.

### 3.2. Определение количества гемоглобина в крови по методу Сали

Количество гемоглобина в крови определяют колориметрическим методом (гемометром Сали) или электрофотокolorиметрическим методом (ФЭК).

Гемометр Сали состоит из трех пробирок, помещенных в штатив. Средняя пробирка пустая, градуированная. Боковые пробирки запаяны и наполнены стандартным раствором гемоглобина. К гемометру приложена капиллярная пипетка объемом 0,02 мл (рис. 32).

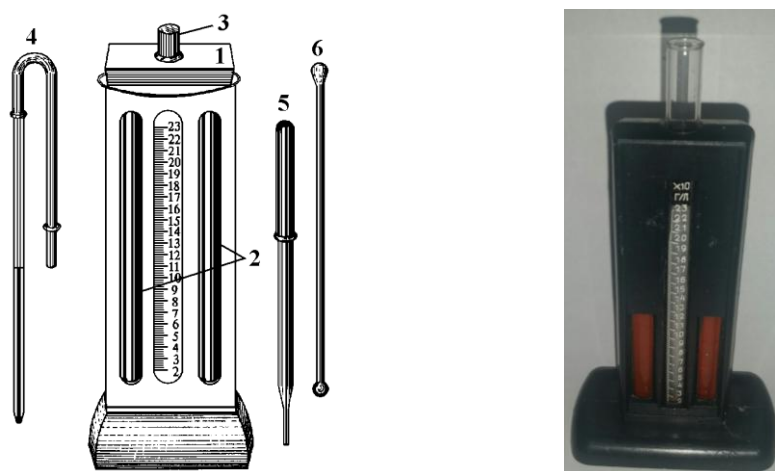


Рис. 32. Гемометр Сали (ГС-3):

1 – корпус; 2 – запаянные пробирки со стандартом; 3 – градуированная пробирка; 4 – капиллярная пипетка для взятия крови; 5 – глазная пипетка; 6 – стеклянная палочка

**Цель работы:** определить содержание гемоглобина в крови по методу Сали.

**Материалы и оборудование:** стабилизированная кровь; гемометр Сали; 0,1 н. раствор соляной кислоты; дистиллированная вода.

**Ход работы.** В среднюю пробирку гемометра наливают пипеткой 0,1 н. раствор HCl до нижней метки. В капиллярную пипетку на-



сасывают кровь до метки 0,02 мл, опускают ее на дно пробирки и выдувают кровь под кислоту. Содержимое пробирки перемешивают и оставляют на 1–2 мин в штативе для гемолиза эритроцитов. Затем в пробирку по каплям, при постоянном помешивании стеклянной палочкой, добавляют дистиллированную воду до тех пор, пока цвет жидкости не совпадет с цветом стандартного раствора в пробирках. По нижнему мениску жидкости в средней пробирке определяют количество гемоглобина в г%. Чтобы перевести эту единицу измерения в систему СИ, надо найденное количество гемоглобина умножить на 10, тогда получится количество гемоглобина в г/л.

За идеальную норму принимают концентрацию гемоглобина в крови, равную 16,67 г%. Для пересчета полученных результатов в абсолютные цифры производят расчеты:

$$x = \frac{A \cdot 100}{16,67},$$

где А – количество гемоглобина, полученное в опыте.

В норме в крови содержится гемоглобина: у женщин – 115–145 г/л; у мужчин – 132–164; у детей – 120–180 г/л.

## Лабораторное занятие 4

**Цель занятия:** освоить принципы подсчета форменных элементов крови в камере Горяева и методики подсчета количества эритроцитов и лейкоцитов в крови.

### 4.1. Принципы подсчета форменных элементов крови в камере Горяева

Для подсчета форменных элементов крови используют камеру Горяева (рис. 33). Она представляет собой отшлифованное стекло, на поверхности которого имеются три поперечные полосы. Средняя полоса разделена продольно на две части и на каждой из них нанесена сетка (рис. 34). Сетка имеет 225 квадратов разной рассеченности: 25 из них разделены поперечными и продольными линиями на 16 маленьких квадратов в каждом, есть квадраты только с продольной и только с поперечной рассеченностью и 100 квадратов не имеют рассеченности.

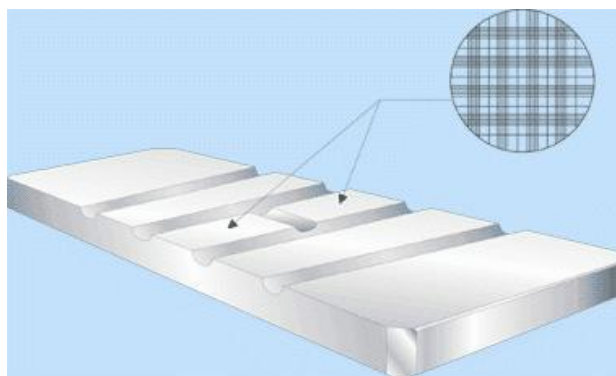


Рис. 33. Камера Горяева

Перед работой камеру обрабатывают тампоном, смоченным спиртом с эфиром, просушивают и притирают к поверхности покровное стекло до появления радужных колец.

Для подсчета форменных элементов необходимо разбавить кровь. Разбавленную кровь насасывают в пипетку от гемометра, и каплю подводят к краю покровного стекла. В силу капиллярности кровь заполняет сетку.

После подсчета камеру и покровное стекло промывают и высушивают.

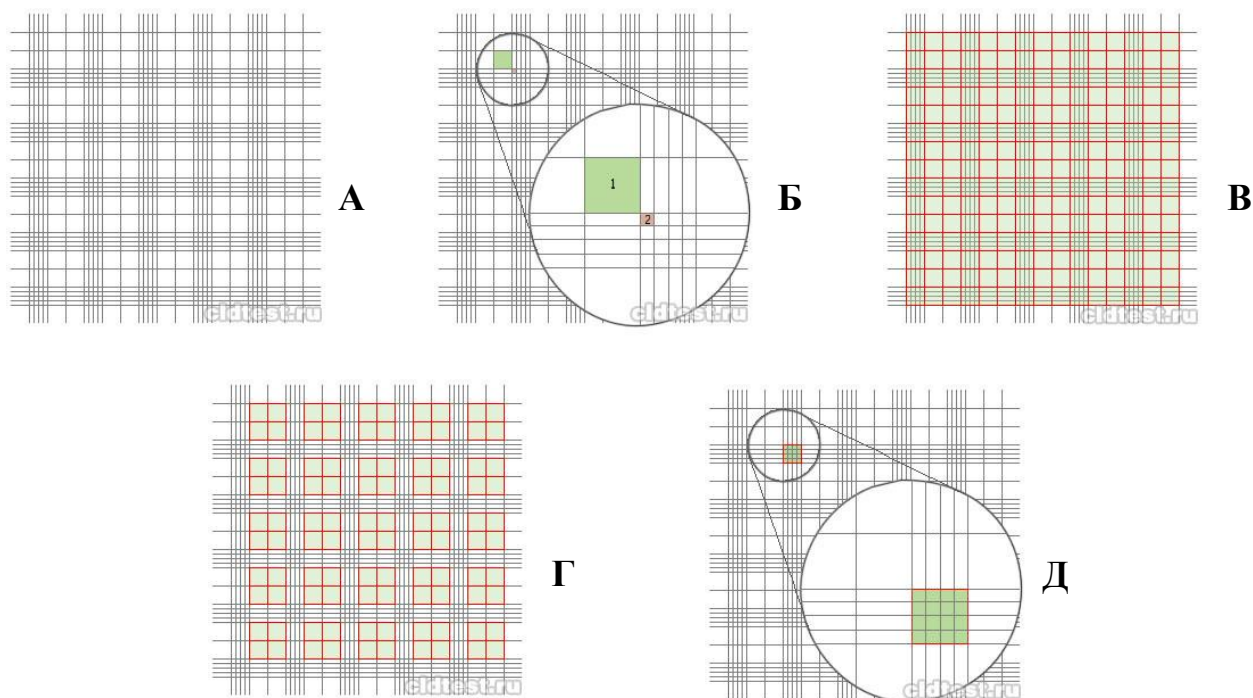


Рис. 34. Сетка счетной камеры Горяева:

А – сетка камеры Горяева; Б – большой (1) и малый (2) квадраты сетки камеры Горяева; В – 225 больших квадратов сетки камеры Горяева; Г – 100 больших квадратов сетки камеры Горяева; Д – большой квадрат камеры Горяева, разделенный на 16 малых квадратов

## 4.2. Методики подсчета количества эритроцитов и лейкоцитов

### Методика подсчета количества эритроцитов

Для подсчета количества эритроцитов кровь можно разбавить двумя способами.

*Первый способ* – разбавление в специальном смесителе (меланжере) (рис. 35). Кровь набирают до метки «0,5», а разбавитель (0,9 %-й раствор NaCl) – до метки «101» – степень разбавления будет 1:200, т. е. в 200 раз. Меланжер зажимают и встряхивают, смешивая кровь с жидкостью в его ампулообразном расширении.

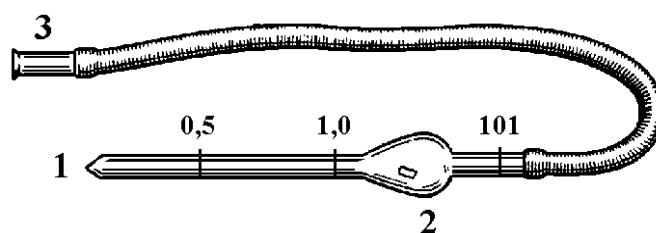
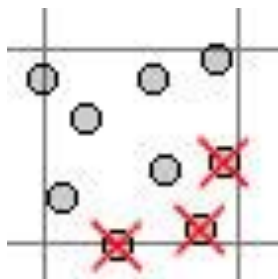


Рис. 35. Смеситель крови для подсчета эритроцитов:

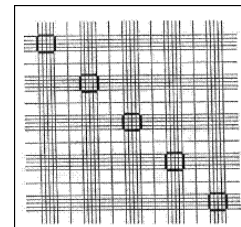
1 – капилляр; 2 – ампула; 3 – наконечник

*Второй способ* – разбавление в пробирке. Наливают 4 мл 0,9 %-го раствора NaCl и добавляют 0,02 мл крови с помощью капилляра от гемометра, перемешивают, при этом кровь будет разведена 1:200.

Из пробирки берут пипеткой 1-2 капли жидкости, вносят ее в камеру Горяева под покровное стекло и приступают к подсчету.



Эритроциты подсчитывают под малым увеличением микроскопа в 5 больших квадратах (80 маленьких), рассеянных на 16 маленьких. Клетки считают в квадратах, расположенных по диагонали, начиная подсчет с левого верхнего угла сетки. Считают эритроциты, находящиеся внутри квадратика, а также на верхней и левой пограничных линиях. Клетки, касающиеся правой и нижней границ, при подсчете не учитываются.



Вычисление количества эритроцитов производится по формуле

$$x = \frac{A \cdot 4000 \cdot 200}{80} = A \cdot 10000 \text{ (млн/мкл; } 10^{12}/\text{л)},$$

где  $x$  – количество эритроцитов в 1 мкл крови;  $A$  – количество эритроцитов в 5 больших квадратах; 200 – степень разведения крови; 80 – количество маленьких квадратов в 5 больших; 4000 – коэффициент перевода к объему в 1 мкл крови.

В норме количество эритроцитов составляет: у мужчин –  $4-5,1 \cdot 10^{12}/\text{л}$ ; женщин –  $3,7-4,7 \cdot 10^{12}/\text{л}$ .

Повышение числа эритроцитов в крови называется **эритроцитоз**, лейкоцитов – **лейкоцитоз**, тромбоцитов – **тромбоцитоз**.

Уменьшение числа эритроцитов в крови называется **анемия**, лейкоцитов – **лейкопения**, тромбоцитов – **тромбоцитопения**.

### Методика подсчета количества лейкоцитов

Для подсчета количества лейкоцитов кровь можно разбавить двумя способами.

*Первый способ* – разбавление в специальном смесителе (меланжере) (рис. 3б). Кровь набирают до метки «0,5», а разбавитель – жидкость Тюрка (смесь 3 %-й уксусной кислоты и метиленового синего) – до метки «11» – степень разбавления будет 1:20, т. е. в 20 раз. Меланжер зажимают и встряхивают, смешивая кровь с жидкостью в его ампулообразном расширении.

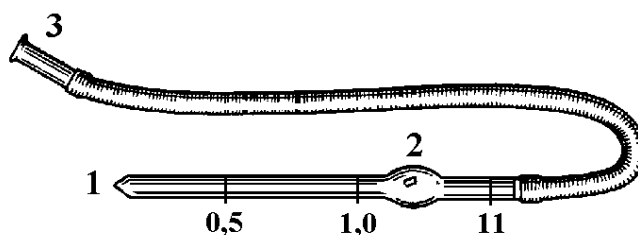


Рис. 36. Смеситель крови для подсчета лейкоцитов:  
1 – капилляр; 2 – ампула; 3 – наконечник

Второй способ – разбавление в пробирке. Наливают 0,4 мл жидкости Тюрка и добавляют 0,02 мл крови с помощью капилляра от геммометра, перемешивают, при этом кровь будет разведена в 20 раз. Из пробирки берут пипеткой 1–2 капли жидкости, вносят ее в камеру Горяева под покровное стекло и приступают к подсчету.

Лейкоциты подсчитывают под малым увеличением микроскопа при опущенном конденсоре и прикрытой диафрагме для лучшего контрастирования клеток. Определение количества лейкоцитов проводят в 100 больших нерассеченных квадратах, переводя поле зрения микроскопа последовательно по всем группам больших квадратов зигзагообразно, начиная подсчет с левого верхнего угла сетки (рис. 37).

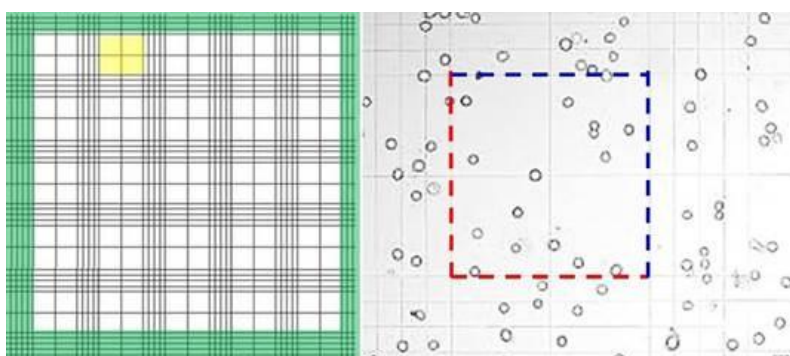


Рис. 37. Квадраты сетки камеры Горяева для подсчета лейкоцитов:

слева – общий вид сетки камеры Горяева на малом увеличении (зеленым показано все рабочее поле, подлежащее исследованию, желтым цветом выделена группа из 4 больших квадратов, в которых подсчитывают лейкоциты); справа – лейкоциты в больших квадратах, показана методика включения лейкоцитов, располагающихся по границе больших квадратов – к подсчитанным причисляют те клетки, которые располагаются только по нижней и левой границе (красный пунктир) или по верхней и правой границе (синий пунктир)

Вычисление количества лейкоцитов производится по формуле

$$x = \frac{A \cdot 4000 \cdot 20}{1600} = B \cdot 50 \text{ (тыс/мкл; } 10^9/\text{л)},$$

где  $x$  – количество лейкоцитов в 1 мкл крови;  $B$  – количество лейкоцитов в 100 квадратах; 20 – степень разведения крови; 1600 – количество маленьких квадратов в 100 больших; 4000 – коэффициент перевода к объему в 1 мкл крови.

В норме количество лейкоцитов ( $\times 10^9/\text{л}$ ) составляет 4–9  $\cdot 10^9/\text{л}$ .

### ***4.3. Подсчет количества эритроцитов в крови***

***Цель работы:*** произвести подсчет эритроцитов в крови.

***Материалы и оборудование:*** стабилизированная кровь; микроскоп; камера Горяева; покровные стекла; пробирки; 0,9 %-й раствор натрия хлорида; спирт; эфир.

***Ход работы:***

- 1) обрабатывают камеру Горяева тампоном, смоченным спиртом с эфиром, и просушивают;
- 2) притирают к поверхности камеры покровное стекло до появления радужных колец;
- 3) разбавляют кровь в 200 раз (наливают в пробирку 4 мл 0,9 %-го раствора NaCl и 0,02 мл крови и перемешивают);
- 4) заполняют камеру Горяева разбавленной кровью;
- 5) подсчитывают эритроциты под малым увеличением микроскопа в 5 больших квадратах, рассеченных на 16 маленьких, расположенных по диагонали;
- 6) вычисляют количество эритроцитов по формуле;
- 7) после подсчета камеру и покровное стекло промывают и высушивают.

## Лабораторное занятие 5

**Цель занятия:** освоить методики подсчета количества тромбоцитов в камере Горяева и мазках крови; ознакомиться с методикой приготовления и окраски мазков крови.

### 5.1. Методика подсчета количества тромбоцитов

#### Методика подсчета количества тромбоцитов в камере Горяева

В пробирку наливают 4 мл разбавителя (цитрат натрия, хлорид натрия, метиленовый синий, формалин, дистиллированная вода) и вносят 0,02 мл крови микропипеткой от гемометра, т. е. разбавляют кровь в 200 раз. Жидкость в пробирке перемешивают и оставляют на 10 мин для окрашивания тромбоцитов метиленовой синью, входящей в состав раствора. После этого каплю содержимого пробирки вносят в камеру Горяева под притертое покровное стекло. Камеру помещают на столик микроскопа и под малым увеличением считают кровяные пластинки в 25 больших квадратах, каждый из которых расчерчен на 16 маленьких квадратов. После подсчета определяют их количество в тысячах в 1 мкл крови, пользуясь следующей формулой:

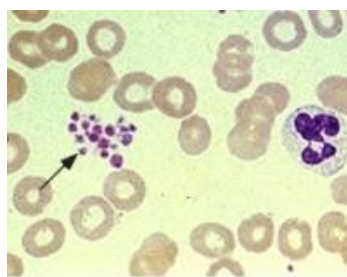
$$x = \frac{C \cdot 4000 \cdot 200}{400} = C \cdot 2000 \text{ (тыс/мкл; } 10^9/\text{л)},$$

где  $x$  – количество тромбоцитов в 1 мкл крови;  $C$  – количество тромбоцитов в 25 больших квадратах; 200 – степень разведения крови; 400 – количество маленьких квадратов ( $25 \times 16$ ); 4000 – коэффициент перевода к объему в 1 мкл крови.

В норме количество тромбоцитов ( $\times 10^9/\text{л}$ ) составляет: у мужчин –  $200\text{--}400 \cdot 10^9/\text{л}$ ; у женщин –  $180\text{--}320 \cdot 10^9/\text{л}$ .

#### Методика подсчета количества тромбоцитов в мазках крови

Подсчет тромбоцитов в мазке производят на 1000 эритроцитов под большим увеличением микроскопа с нанесением иммерсионного масла на стекло. Для этого выбирают в начале мазка поле зрения, подсчитывают в нем общее количество эритроцитов (например 90) и определяют сколько нужно взять таких полей зрения ( $1000 : 90 = 11$ ). В каждом поле зрения подсчитывают тромбоциты и рассчитывают на количество эритроцитов в 1 мкл.



скопление тромбоцитов

Вычисление количества тромбоцитов производится по формуле

$$x = \frac{a \cdot b}{1000},$$

где  $x$  – количество тромбоцитов в 1 мкл крови;  $a$  – количество тромбоцитов, подсчитанных в мазке крови на 1000 эритроцитов;  $b$  – количество эритроцитов в 1 мкл крови; 1000 – количество эритроцитов, подсчитанных в мазке крови.

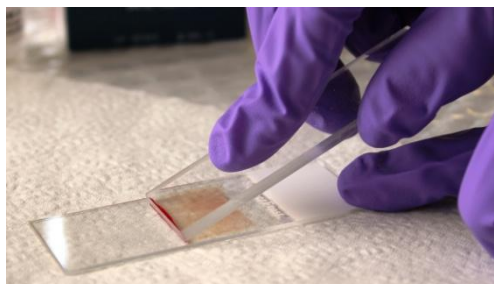
Например: на 1000 эритроцитов – 60 тромбоцитов  
на 4 000 000 –  $x$

$$x = \frac{4000000 \cdot 60}{1000} = 240000 \text{ (240 тыс/мкл).}$$

## ***5.2. Методика приготовления и окраски мазков крови***

1. *Подготовка и обработка стекол.* Чистые стекла для обезжиривания помещают в смесь Никифорова (равные части 96 %-го этилового спирта и эфира) на 60 мин, затем вытирают насухо и хранят в чистой посуде с широким горлом. Чистые стекла рекомендуется брать либо пинцетом, либо руками за боковые края.

2. *Приготовление мазков.* На сухое предметное стекло ближе к короткой стороне наносят стеклянной палочкой (или непосредственно из места укола пальца) небольшую каплю крови. Оставляют стекло в горизонтальном положении и размазывают кровь по стеклу с помощью сухого шлифованного стекла, держа его под углом 45°. Мазки высушивают на воздухе и маркируют. Мазок должен быть равномерно тонким, желтоватого цвета, располагаться на расстоянии 1–1,5 см от краев стекла, занимать почти всю длину стекла.



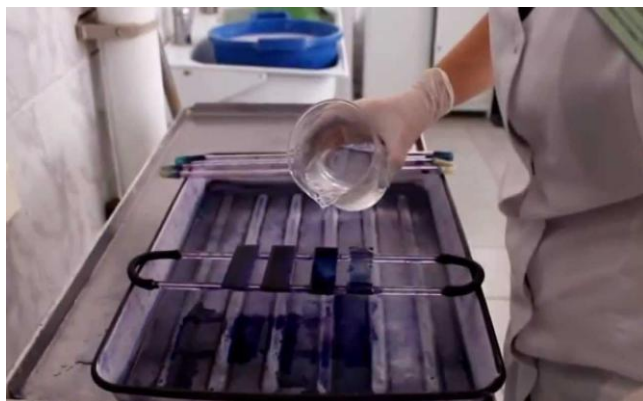


3. *Фиксация мазков крови.* Мазки крови обычно фиксируют 5–10 мин в метиловом спирте для предотвращения гемолиза, который может произойти при контакте с водой. В состав некоторых красок уже входит метиловый спирт, поэтому фиксация не требуется. Фиксирующий раствор наливают в кювету либо в широкогорлую посуду с притертой пробкой. Мазки помещают в контейнер, который погружают в кювету или кладут по одному в посуду. Через 5–10 мин контейнер со стеклами вынимают из фиксирующего раствора (или вынимают пинцетом стекла) и оставляют на воздухе до полного высыхания.

4. *Окраска мазков крови.* В гематологии наиболее часто применяется методика окраски по *Романовскому-Гимзе* или по *Паппенгейму*:

1) *Окраска по Романовскому-Гимзе* – это окрашивание смесью основных (азур II) и кислых (водорастворимый желтый эозин) красок. Фиксированные мазки укладывают на «рельсы» и заливают разведенной краской Романовского-Гимзы (1–2 капли краски на 1 мл дистиллированной воды). Окрашивание длится от 25 до 40 мин. После этого краску смывают струей воды и ставят мазки вертикально в штатив для просушивания.

2) *Окраска по Паппенгейму* – это комбинированная окраска фиксатором-красителем Мая-Грюнвальда (состоит из эозин метиленового синего в метиловом спирте) и краской Романовского-Гимзы. Нефиксированные мазки крови помещают в контейнер и опускают в кювету с раствором Мая-Грюнвальда на 3–5 мин (или на нефиксированный мазок наливают пипеткой 3–4 мл красителя). Контейнер с мазками ополаскивают в кювете с дистиллированной водой, а затем помещают в кювету с краской по Романовскому-Гимзе на 8–15 мин. На стекла, помещенные на «рельсы», не сливая краситель, добавляют на 1 мин дистиллированную воду, а затем наливают на мазок краску. Далее краску смывают водой и мазки высушивают на воздухе.



## Лабораторное занятие 6

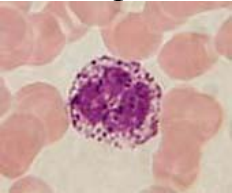
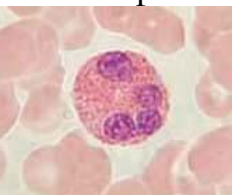


**Цель занятия:** ознакомиться с морфологическими особенностями лейкоцитов и овладеть техникой выведения лейкоцитарной формулы.

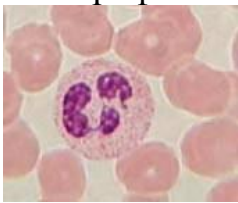
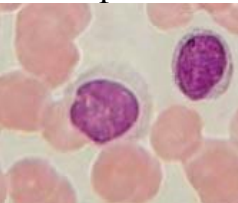
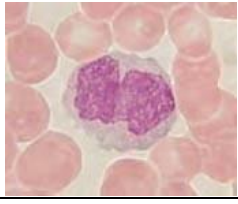
### 6.1. Морфологические особенности лейкоцитов

Морфологические особенности лейкоцитов представлены в таблице 3.

Таблица 3

#### Морфологические особенности лейкоцитов

Вид лейкоцита	Форма ядра	Цитоплазма		Функция
		Окраска	Зернистость	
1	2	3	4	5
<b>Базофилы</b> 	Бобовидная или сегментированная	Розовая	Крупная, темно-фиолетового цвета	Способны к фагоцитозу, синтезируют гепарин (препятствует свертыванию крови) и гистамин (расширяет капилляры в очаге воспаления)
<b>Эозинофилы</b> 	Округлая, вытянутая или сегментированная	Розовая	Крупная, красного цвета	Обезвреживают чужеродные белки и токсины белкового происхождения
<b>Юные нейтрофилы</b> 	Бобовидная	Розовая	Мелкая, розово-фиолетового цвета	Участвуют в фагоцитозе, т. е. поглощении микробов, бактерий и инородных частиц за счет наличия ферментов, адсорбируют на своей поверхности и переносят антитела, обезвреживающие микробы и чужеродные белки
<b>Палочко-ядерные нейтрофилы</b> 	В виде изогнутой палочки, подковы или буквы «S»	Розовая	Мелкая, розово-фиолетового цвета	

1	2	3	4	5
Сегментоядерные нейтрофилы 	2–5 сегментов	Розовая	Мелкая, розово-фиолетового цвета	
Лимфоциты 	Круглая, занимает большую часть клетки	Голубая, есть просветленная перинуклеарная зона	Отсутствует	Иммунная функция: Т-лимфоциты создают клеточный иммунитет, В-лимфоциты – вырабатывают антитела и создают гуморальный иммунитет
Моноциты 	Бобовидная или подковообразная	Голубовато-серая, дымчатая	Отсутствует	Участвуют в фагоцитозе за счет наличия ферментов, переносят антитела, обезвреживающие микробы и чужеродные белки

## 6.2. Техника выведения лейкоцитарной формулы

**Лейкоцитарная формула** – это процентное соотношение различных форм лейкоцитов, определенных в окрашенном мазке крови под микроскопом с иммерсионной системой.

Обычно используется окраска по Романовскому-Гимзе или комбинированная окраска – Май-Грюнвальда-Романовского по Паппенгейму. Окраска по *Романовскому-Гимзе* позволяет хорошо дифференцировать ядро и цитоплазму. Комбинированная окраска по *Паппенгейму* считается наилучшей и используется для окраски мазков периферической крови и костномозговых пунктатов.

На край мазка наносят каплю иммерсионного масла. Опускают иммерсионный объектив в каплю масла и устанавливают резкость. Микроскопию мазков проводят по следующей методике (*рис. 38, а*). Мазок передвигают от верхнего края к нижнему, затем отодвигают на 2–3 поля зрения вдоль края и идут в обратном направлении до верхнего края и т. д. (зигзагообразно). Можно использовать и другие способы, изображенные на *рисунке 38, б, в*. Во всех случаях идентифицируют и подсчи-

тывают не менее 100 лейкоцитов. Полученные результаты регистрируют с помощью клавишного счетчика (рис. 39). При дифференцировке лейкоцитов обращают внимание на размер клеток, структуру и форму ядер, окраску и наличие зернистости в цитоплазме (табл. 3, 4).

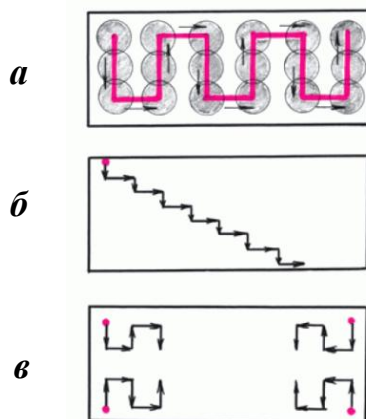


Рис. 38. Способы микроскопии (а, б, в) мазков крови



Рис. 39. Счетчик лабораторный СЛ-1

Таблица 4

**Нормальные показатели лейкоцитарной формулы  
взрослого здорового человека**

Общее число лейкоцитов в 1 мм <sup>3</sup> крови	Гранулоциты, %					Агранулоциты, %	
	Базо-филы	Эози-нофилы	Нейтрофилы			Лимфо-циты	Моно-циты
			Юные	Палочко-ядерные	Сегменто-ядерные		
4000–9000	0–1	0–5	0–1	1–6	47–72	19–37	3–11

## Лабораторное занятие 7

**Цель занятия:** овладеть техникой определения групп крови человека системы АВ0 и резус-фактора; научиться определять индексы красной крови (среднее содержание гемоглобина в одном эритроците и цветовой показатель).

### 7.1. Техника определения групп крови человека системы АВ0

В основе определения групп крови лежит *реакция агглютинации*. **Агглютинация** – это склеивание эритроцитов.

Агглютинация наступает в результате взаимодействия содержащихся в эритроцитах антигенов – **агглютиногенов (А, В)** – и имеющихся в плазме антител – **агглютининов ( $\alpha$ ,  $\beta$ )** (табл. 5).

Таблица 5

#### Наличие агглютиногенов и агглютининов у людей с разными группами крови

Группа крови	Агглютиногены	Агглютинины
I	–	$\alpha$ , $\beta$
II	A	$\beta$
III	B	$\alpha$
IV	A, B	–

Люди с I группой крови являются *универсальными донорами*, а с IV группой – *универсальными реципиентами*. На рисунке 40 представлена схема переливания различных групп крови.



Рис. 40. Схема переливания крови

Для определения группы крови человека системы АВ0 применяют цоликлоны Анти-А и Анти-В (рис. 41). Цоликлоны Анти-А и Анти-В представляют собой асцитную жидкость мышей-носителей соответствующей гибридомы, в которой содержатся специфические иммуноглобулины класса М (IgM), направленные против антигенов А или В человека. Цоликлон Анти-А окрашивается в голубой цвет, Анти-В – в розовый.



Рис. 41. Цоликлоны Анти-А и Анти-В для определения АВ0-принадлежности и цоликлон Анти-D Супер для определения резус-фактора

Определение производится в крови, взятой из пальца. Используется метод прямой гемагглютинации на плоскости (на предметном стекле). Определение группы крови производится в помещении с хорошим освещением при температуре 15–25 °С.

**Цель работы:** определить группу крови у человека.

**Материалы и оборудование:** предметные стекла; стерильные скарификаторы; стеклянные палочки; спирт этиловый; цоликлоны Анти-А и Анти-В; кровь человека.

**Ход работы:**

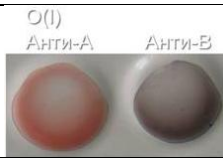



- 1) наносят на предметное стекло индивидуальными пипетками цоликлоны Анти-А и Анти-В по одной большой капле (0,1 мл) под соответствующими надписями;
- 2) рядом с каплями антител наносят по одной маленькой капле исследуемой крови (0,01–0,03 мл);
- 3) смешивают кровь с реагентом;
- 4) наблюдают за ходом реакции с цоликлонами визуально при покачивании предметного стекла в течение 3 мин. Агглютинация эритроцитов с цоликлонами наступает в первые 3–5 с, но наблюдение следует вести 3 мин вследствие более позднего появления агглютинации с эритроцитами, содержащими слабые разновидности антигенов А или В;

5) результат реакции в каждой капле может быть положительным или отрицательным. Положительный результат выражается в агглютинации (склеивании) эритроцитов. Агглютинаты видны невооруженным глазом в виде мелких красных агрегатов, быстро сливающихся в крупные хлопья. При отрицательной реакции капля остается равномерно окрашенной в красный цвет, агглютинаты в ней не обнаруживаются;

б) интерпретация результатов реакции агглютинации исследуемой крови с цоликлонами представлена в *таблице 6*.

*Таблица 6*

### Результаты реакции с цоликлонами Анти-А и Анти-В

Результат реакции с цоликлоном*		Реакция на предметном стекле	Группа крови
Анти-А	Анти-В		
–	–	 <p>О(I) Анти-А Анти-В</p>	0 (I)
+	–	 <p>А(II) Анти-А Анти-В</p>	A (II)
–	+	 <p>В(III) Анти-А Анти-В</p>	B (III)
+	+	 <p>AB(IV) Анти-А Анти-В</p>	AB (IV)

\*Знаком плюс (+) обозначено наличие агглютинации, знаком минус (–) – отсутствие агглютинации.

## 7.2. Определение резус-фактора

Для определения резус-фактора применяют моноклональный реагент – цоликлон Анти-Д супер (*рис. 18*). Цоликлон Анти-Д супер – моноклональные антитела к D-антигенам эритроцитов человека системы Резус. Представляют собой разведенную солевым раствором культуральную жидкость, содержащую антитела Анти-Д класса IgM.

Применяется для исследования резус-принадлежности крови человека в реакции прямой агглютинации на плоскости (предметном стекле). Агглютинация эритроцитов в присутствии реагента Анти-D супер свидетельствует о наличии в исследуемой крови D-антигенов.

**Цель работы:** определить резус-фактор.

**Материалы и оборудование:** предметные стекла; стерильные скарификаторы; стеклянные палочки; спирт этиловый; цоликлон Анти-D супер; кровь человека.

**Ход работы.** На предметное стекло наносят большую каплю реагента (около 0,1 мл). Рядом помещают маленькую каплю (0,01–0,05 мл) исследуемой крови и смешивают кровь с реагентом. Реакция агглютинации начинает развиваться через 10–15 с, четко выраженная агглютинация наступает через 30–60 с. Результаты реакции учитывают через 3 мин. Если реакция агглютинации происходит, то кровь резус положительная, если не происходит – резус отрицательная.

### 7.3. Определение индексов красной крови

Под *индексами красной крови* понимают *среднее содержание гемоглобина в одном эритроците (СГЭ)* и *цветовой показатель (ЦП)*.

Определение среднего содержания гемоглобина в одном эритроците производят делением концентрации гемоглобина на число эритроцитов в одинаковом объеме крови (в 1 мкл).

Например, количество эритроцитов – 5,5 млн/мкл =  $5,5 \cdot 10^{12}$ /л  
количество гемоглобина – 15 г% = 150 г/л

$$СГЭ = \frac{Hb}{Er} = \frac{150 \text{ г/л}}{5,5 \cdot 10^{12}/\text{л}} = 27,3 \cdot 10^{-12} \text{ г} = 27,3 \cdot 10^{-6} \text{ мкг} = 27,3 \text{ пг.}$$

В среднем СГЭ у мужчин и женщин практически одинаково и колеблется в пределах 27–33 пг (пикограмм).

**Цветовой показатель** – это соотношение между количеством гемоглобина и числом эритроцитов. Он служит для оценки степени насыщения каждого эритроцита гемоглобином.

Для определения цветового показателя необходимо знать содержание гемоглобина и эритроцитов в исследуемой крови человека и их среднее количество (норму).



Вычисление цветового показателя производят по формуле

$$ЦП = \frac{Hb_1 \cdot Er_2}{Er_1 \cdot Hb_2},$$

где  $Hb_1$  – найденное количество гемоглобина у пациента;

$Er_1$  – найденное количество эритроцитов у пациента;

$Hb_2$  – нормальное количество гемоглобина в среднем у человека (с учетом пола);

$Er_2$  – нормальное количество эритроцитов в среднем у человека (с учетом пола).

Другая формула:

$$ЦП = \frac{3 \cdot Hb \text{ в г/л}}{\text{первые три цифры числа } Er \text{ в млн.}}.$$

Величина цветового показателя для здоровых людей равняется 1,0 (колебания от 0,86 до 1,05, т. е. *нормохромия*). Если  $ЦП > 1$  – содержание гемоглобина в эритроцитах повышено, т. е. *гиперхромия*. Если  $ЦП < 1$  – содержание гемоглобина в эритроцитах понижено, т. е. *гипохромия*.

Гипохромные анемии чаще наблюдаются при дефиците железа.

Гиперхромные анемии наблюдаются при дефиците витамина  $B_{12}$  и фолиевой кислоты.

### **Контрольные вопросы по теме «Физиология системы крови»**

1. Кровь как внутренняя среда организма, ее функции и физиологические свойства.
2. Плазма крови и ее состав.
3. Общие правила при взятии крови.
4. Техника получения крови у разных видов животных.
5. Плазма, сыворотка, дефибринированная кровь и методы их получения.
6. Какова реакция крови у здорового человека: кислая, щелочная или нейтральная?
7. Как подразделяются белки плазмы крови по физико-химическим свойствам и функциям?
8. Реакция крови, буферные системы.
9. Метод определения СОЭ, нормы для мужчин и женщин.
10. Эритроциты, их строение и функции.
11. Способен ли эритроцит к самостоятельному движению?

12. Гемоглобин, его строение и функции.
13. Охарактеризуйте основные методы определения количества гемоглобина.
14. При каких условиях образуется оксигемоглобин и восстановительный гемоглобин?
15. Какие соединения гемоглобина не способны переносить  $O_2$ ?
16. Что такое гемолиз и касается ли это явление лейкоцитов?
17. Назовите виды гемолиза и вызывающие их причины.
18. Перечислите факторы, вызывающие биологический гемолиз, и укажите его механизм.
19. Лейкоциты, их строение и функции.
20. На какие группы разделяются лейкоциты по окраске гранул?
21. На какие виды делятся гранулоциты по форме ядра?
22. Виды лейкоцитов и их характеристика.
23. В чем заключается основная функция эозинофилов?
24. Каковы функциональные отличия моноцитов от лимфоцитов?
25. Методика выведения лейкоцитарной формулы.
26. Тромбоциты, их строение и значение.
27. Принимают ли тромбоциты участие в защитных функциях крови?
28. Укажите общие функции тромбоцитов и лейкоцитов.
29. Общие правила подсчета форменных элементов в камере Горяева.
30. Подсчет эритроцитов и их функции.
31. Подсчет лейкоцитов, их виды и функции.
32. Чем отличается плазма от сыворотки крови?
33. Фазы свертывания крови.
34. Что такое фибринолиз?
35. Понятие «агглютинация». Что такое агглютиноген и агглютинин? В какой части крови они содержатся?
36. Возможно ли наличие одноименных агглютиногенов и агглютининов в крови одного и того же человека?
37. Сыворотка каких групп крови совершенно необходима для определения групп крови по системе АВ0?
38. Почему нельзя переливать резус отрицательную кровь резус положительному человеку?
39. Общая характеристика групп крови человека.
40. Метод определения групп крови у человека.
41. Резус-фактор и метод его определения.

## **ТЕСТ «ФИЗИОЛОГИЯ КРОВИ (ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И СОСТАВ)»**

**1. Вязкость крови обусловлена наличием в ней:**

- а) эритроцитов и белков;
- б) минеральных солей;
- в) безазотистых веществ;
- г) лейкоцитов и тромбоцитов.

**2. Осмотическое давление крови зависит от содержания:**

- а) альбуминов;
- б) глобулинов;
- в) эритроцитов;
- г) минеральных веществ.

**3. Концентрация минеральных веществ в крови млекопитающих составляет, %:**

- а) 0,1;
- б) 0,5;
- в) 0,9;
- г) 3.

**4. Осмотическое давление белков плазмы крови называется:**

- а) онкотическое;
- б) парциальное;
- в) кровяное;
- г) диффузионное.

**5. Самой мощной буферной системой крови является:**

- а) гемоглобиновая;
- б) карбонатная;
- в) фосфатная;
- г) белковая.

**6. Разрушение оболочки эритроцитов и выход из них гемоглобина, – это:**

- а) гемолиз;
- б) плазмолиз;
- в) фибринолиз;
- г) электролиз.

**7. При разрушении оболочки эритроцита хлороформом наблюдается гемолиз:**

- а) физический;
- б) химический;
- в) биологический;
- г) осмотический.

**8. При сильном встряхивании крови наступает гемолиз:**

- а) осмотический;
- б) биологический;
- в) механический;
- г) химический.

**9. С эритроцитами в воде или гипотонических растворах происходит гемолиз:**

- а) физический;
- б) химический;
- в) биологический;
- г) осмотический.

**10. При переливании крови может возникнуть гемолиз:**

- а) физический;
- б) химический;
- в) биологический;
- г) осмотический.

**11. Сила, вызывающая передвижение воды из менее к более концентрированному раствору солей, называется:**

- а) диффузия;
- б) онкотическое давление;
- в) парциальное давление;
- г) артериальное давление;
- д) осмотическое давление.

**12. Растворы, концентрация минеральных веществ в которых равна концентрации их в плазме крови, называются:**

- а) изотонические;
- б) гипотонические;
- в) гипертонические;
- г) онкотические;
- д) солевые.

**13. Растворы, концентрация минеральных веществ в которых меньше, чем их концентрация в плазме крови, это растворы:**

- а) гипертонические;
- б) изотонические;
- в) солевые;
- г) гипотонические;
- д) физиологические.

**14. Растворы, концентрация минеральных веществ в которых больше, чем их концентрация в плазме крови, это растворы:**

- а) изотонические;
- б) солевые;
- в) гипертонические;
- г) физиологические;
- д) гипотонические.

**15. Происходит набухание эритроцитов и их гемолиз в растворе:**

- а) изотоническом;
- б) гипотоническом;
- в) физиологическом;
- г) гипертоническом;
- д) Рингера.

**16. В гипертоническом растворе наступают следующие изменения в эритроцитах:**

- а) гемолизируются;
- б) набухают;
- в) сморщиваются;
- г) набухают и лопаются;
- д) не изменяются.

**17. Какие виды гемолиза наблюдаются при действии гипотонических растворов:**

- а) осмотический;
- б) химический;
- в) биологический;
- г) физический;
- д) температурный.

**18. Осмотическое давление крови теплокровных животных отвечает следующей концентрации хлористого натрия, %:**

- а) 0,6;
- б) 0,1;
- в) 0,9;
- г) 2;
- д) 7.

**19. Углекислый газ в эритроцитах связывается с гемоглобином в соединение:**

- а) оксигемоглобин;
- б) метгемоглобин;
- в) карбогемоглобин;
- г) карбоксигемоглобин;
- д) миоглобин.

**20. Соединение гемоглобина с угарным газом называется:**

- а) оксигемоглобин;
- б) метгемоглобин;
- в) карбогемоглобин;
- г) карбоксигемоглобин;
- д) миоглобин.

**21. Метгемоглобин содержит железо:**

- а) двухвалентное;
- б) трехвалентное;
- в) четырехвалентное;
- г) переменная валентность.

**22. При действии на гемоглобин сильных окислителей он превращается:**

- а) в оксигемоглобин;
- б) карбоксигемоглобин;
- в) миоглобин;
- г) метгемоглобин.

**23. В какой форме находится железо в гемоглобине?**

- а) двухвалентной;
- б) трехвалентной;
- в) четырехвалентной;
- г) шестивалентной.

**24. Соединение гемоглобина с атомарным кислородом называют:**

- а) метгемоглобином;
- б) оксигемоглобином;
- в) карбогемоглобином;
- г) карбоксигемоглобином.

**25. Кровь, из которой удален белок фибрин, называется:**

- а) плазма;
- б) дефибринированная кровь;
- в) стабилизированная кровь;
- г) сыворотка.

**26. Кровь без форменных элементов и белка фибрина – это:**

- а) плазма;
- б) цитратная кровь;
- в) оксалатная кровь;
- г) сыворотка;
- д) стабилизированная кровь.

**27. Кровь без форменных элементов – это:**

- а) плазма;
- б) цитратная кровь;
- в) оксалатная кровь;
- г) сыворотка;
- д) цельная кровь.

**28. Плазмой крови называют кровь, лишенную:**

- а) форменных элементов;
- б) фибриногена;
- в) солей кальция;
- г) альбуминов;
- д) глобулинов.

**29. Сывороткой крови называют плазму, лишенную:**

- а) форменных элементов;
- б) фибриногена;
- в) солей кальция;
- г) альбуминов и глобулинов;
- д) фибрина.

**30. Кровь, находящаяся в кровеносных сосудах, называется:**

- а) депонированная;
- б) стабилизированная;
- в) циркулирующая;
- г) цельная;
- д) цитратная.

**31. Кровь, находящаяся в печени, коже, селезенке, – это кровь:**

- а) цельная;
- б) депонированная;
- в) циркулирующая;
- г) цитратная;
- д) стабилизированная.

**32. Значительное и стойкое повышение числа лейкоцитов называется:**

- а) лейкограммой;
- б) лейкоцитозом;
- в) лейкоцитарной формулой;
- г) лейкопенией;
- д) лейкопозом.

**33. Значительное и стойкое уменьшение числа лейкоцитов называется:**

- а) лейкопозом;
- б) лейкоцитозом;
- в) лейкограммой;
- г) лейкопенией;
- д) лейкоцитарной формулой.

**34. Уменьшение количества тромбоцитов в периферической крови называется:**

- а) тромбоцитоз;
- б) тромбоцитопения;
- в) тромбопения;
- г) тромбоемболия.



**35. Продолжительность жизни эритроцитов в среднем составляет:**

- а) 100 дней;
- б) 9 дней;
- в) 5 дней;
- г) несколько часов;
- д) годы.

**36. Продолжительность жизни лейкоцитов в среднем:**

- а) 100 дней;
- б) 3–4 дня;
- в) годы;
- г) 45–120 дней;
- д) 8–10 дней.

**37. Продолжительность жизни тромбоцитов составляет:**

- а) 1–2 дня;
- б) 100–120 дней;
- в) несколько часов;
- г) 3–5 дней;
- д) 8–10 дней.

**38. Количество гемоглобина определяют при помощи:**

- а) счетной камеры;
- б) аппарата Панченкова;
- в) меланжера;
- г) гемометра Сали;
- д) оксигемометра.

**39. Основную массу клеток крови составляют:**

- а) тромбоциты;
- б) лимфоциты;
- в) эритроциты;
- г) нейтрофилы;
- д) лейкоциты.

**40. Скорость оседания эритроцитов определяется при помощи:**

- а) аппарата Панченкова;
- б) счетной камеры;
- в) гемометра Сали;
- г) меланжера;
- д) оксигемометра.

**41. Свертывание крови при определении СОЭ предотвращают следующим образом:**

- а) охлаждают кровь;
- б) центрифугируют;
- в) смешивают с раствором цитрата (лимоннокислого) натрия;
- г) добавляют гепарин.

**42. Вид лейкоцитов, который обладает хорошо выраженными антитоксическими свойствами:**

- а) базофилы;
- б) эозинофилы;
- в) нейтрофилы;
- г) моноциты.

**43. Кровь имеет следующую рН:**

- а) слабощелочную;
- б) щелочную;
- в) слабокислотную;
- г) нейтральную.

**44. Кровь. Все верно, кроме:**

- а) жидкая ткань внутренней среды организма;
- б) состоит из плазмы и форменных элементов;
- в) форменные элементы представляют межклеточное вещество;
- г) кровь циркулирует в замкнутой системе сосудов.

**45. Эритроциты млекопитающих. Все верно, кроме:**

- а) цитоплазма содержит гемоглобин;
- б) оболочка эритроцитов обладает избирательной проницаемостью;
- в) образуют нестойкие соединения с  $O_2$  и  $CO_2$ ;
- г) ядра имеют овальную форму.

**46. Самой важной функцией эритроцитов является транспорт:**

- а) питательных веществ;
- б) углекислоты;
- в) кислорода;
- г) ферментов;
- д) БАВ.

**47. К незернистым лейкоцитам относятся:**

- а) лимфоциты и гистиоциты;
- б) моноциты и нейтрофилы;
- в) лимфоциты и моноциты;
- г) эозинофилы и базофилы.

**48. К зернистым лейкоцитам относятся:**

- а) нейтрофилы, гистиоциты и эозинофилы;
- б) моноциты, нейтрофилы и базофилы;
- в) лимфоциты, моноциты и эозинофилы;
- г) эозинофилы, базофилы и нейтрофилы.

**49. К клеточным элементам крови не относятся:**

- а) ретикулярные клетки;
- б) эритроциты;
- в) моноциты;
- г) лимфоциты.

**50. Лейкоциты. Все верно, кроме:**

- а) способны к движению;
- б) являются безъядерными клетками округлой формы;
- в) участвуют в защитных реакциях организма;
- г) подразделяются на гранулоциты и агранулоциты.

**51. Лейкоциты крови. Все верно, кроме:**

- а) участвуют в процессах иммунитета;
- б) способны к фагоцитозу;
- в) активно перемещаются;
- г) синтезируют коллаген.

**52. Лейкоцитарной формулой называют процентное соотношение:**

- а) разных форм лейкоцитов;
- б) форменных элементов крови;
- в) зернистых и незернистых лейкоцитов;
- г) различных видов лимфоцитов.

**53. Тромбоциты крови отвечают:**

- а) за клеточный иммунитет;
- б) фагоцитоз;
- в) аллергические реакции;
- г) свертываемость крови.

**54. Относительное постоянство реакции крови поддерживается:**

- а) различными солями;
- б) белками;
- в) буферными системами;
- г) гемоглобином.

**55. Для подсчета лейкоцитов кровь разводят:**

- а) метиленовой синькой;
- б) подкрашенной уксусной кислотой;
- в) подкрашенным физиологическим раствором;
- г) гипертоническим раствором.

**56. СОЭ зависит:**

- а) от свойств эритроцитов;
- б) количества плазмы;
- в) количества лейкоцитов;
- г) количества глобулинов.

**57. Один большой квадрат сетки Горяева разделен:**

- а) на 4 квадратика;
- б) 20 квадратиков;
- в) 80 квадратиков;
- г) 10 квадратиков;
- д) 16 квадратиков.

**58. Сетка Горяева имеет следующее количество больших квадратов:**

- а) 225;
- б) 80;
- в) 16;
- г) 5;
- д) 100.

**59. Базофилы выполняют следующие функции:**

- а) вырабатывают гепарин и гистамин;
- б) фагоцитоз;
- в) участвуют в иммунитете;
- г) участвуют в аллергических реакциях.

**60. Вещества, препятствующие свертыванию крови, называются:**

- а) гемопоэтины;
- б) коагулянты;
- в) антитела;
- г) антикоагулянты.

**61. Гепарин содержится в форменных элементах:**

- а) эритроцитах;
- б) тромбоцитах;
- в) базофилах;
- г) нейтрофилах.

***ТЕСТ «ФИЗИОЛОГИЯ КРОВИ  
(СВЕРТЫВАНИЕ КРОВИ, ГРУППЫ КРОВИ)»***

**1. Совокупность физиологических процессов, обеспечивающих остановку кровотечения, называется:**

- а) гемолизом;
- б) гомеостазом;
- в) фибринолизом;
- г) гемостазом.

**2. Коагуляцию крови вызывает белок:**

- а) альбумин;
- б) миозин;
- в) фибрин;
- г) гепарин.

**3. Остановка кровотечения – это:**

- а) гомеостаз;
- б) гемопоз;
- в) гемостаз;
- г) ретракция.

**4. При добавлении какого раствора можно предотвратить свертывание крови:**

- а) лимоннокислого натрия;
- б) хлорида натрия;
- в) глюкозы;
- г) хлорида калия.

**5. Сосудисто-тромбоцитарный гемостаз приводит к образованию первичного тромба в течение:**

- а) 10–15 с;
- б) 1–2 мин;
- в) 4–8 мин;
- г) 10–15 мин.

**6. Образование тканевой протромбиназы длится:**

- а) 5–10 с;
- б) 1–3 мин;
- в) 5–10 мин;
- г) 1–2 с.

**7. Образование кровяной протромбиназы длится:**

- а) 1–2 мин;
- б) 1–2 с;
- в) 5–10 с;
- г) 5–10 мин.

**8. Вещество, препятствующее свертыванию крови, вырабатываемое в организме животного, называется:**

- а) протромбиназа;
- б) тромботропин;
- в) тромбопластин;
- г) гепарин.

**9. Служат строительным материалом для первичного тромба клетки крови:**

- а) эритроциты;
- б) тромбоциты;
- в) базофилы;
- г) лимфоциты.

**10. Уплотнению тромбоцитарной пробки способствует белок:**

- а) фибриноген;
- б) тромбостенин;
- в) фибринолизин;
- г) протромбин.

**11. Первая фаза свертывания крови – это образование:**

- а) протромбиназы;
- б) первичного тромба;
- в) тромбина;
- г) фибрина.

**12. Вторая фаза свертывания крови – это образование:**

- а) ретрактоэнзима;
- б) тромбина;
- в) протромбиназы;
- г) фибрина.

**13. Третья фаза свертывания крови – это образование:**

- а) тромбина;
- б) протромбиназы;
- в) ретрактоэнзима;
- г) фибрина.

**14. В первую фазу коагуляционного гемостаза происходит:**

- а) образование тромбина;
- б) образование протромбиназы;
- в) образование фибрина;
- г) фибринолиз.

**15. Во вторую фазу коагуляционного гемостаза происходит:**

- а) адгезия и агрегация тромбоцитов;
- б) образование протромбиназы;
- в) образование тромбина;
- г) ретракция сгустка и фибринолиз.

**16. В третью фазу коагуляционного гемостаза происходит:**

- а) адгезия и агрегация тромбоцитов;
- б) образование протромбиназы;
- в) фибринолиз;
- г) образование фибрина.

**17. Последний этап свертывания крови (послефаза) включает в себя:**

- а) адгезию;
- б) ретракцию;
- в) агрегацию;
- г) коагуляцию.

**18. Послефаза свертывания крови включает:**

- а) адгезию и агрегацию тромбоцитов;
- б) ретракцию сгустка и фибринолиз;
- в) образование фибрина;
- г) образование тромбина.

**19. Одновременно с ретракцией кровеносного сгустка начинается процесс:**

- а) адгезии;
- б) агрегации;
- в) фибринолиза;
- г) спазма.

**20. Функцией фибринолиза является:**

- а) сужение просвета сосудов для остановки кровотечения;
- б) уплотнение тромба;
- в) образование первичного тромба;
- г) восстановление просвета сосудов, закупоренных тромбом.

**21. После образования сгустка крови ретракция заканчивается в течение:**

- а) 10–20 мин;
- б) 5–10 с;
- в) 1–2 мин;
- г) 2–3 ч.

**22. Переход фибриногена в фибрин вызывает фермент:**

- а) протромбиназа;
- б) тромбин;
- в) конвертин;
- г) тромботропин.

**23. Для протекания всех фаз свертывания крови необходимо участие ионов:**

- а) калия;
- б) натрия;
- в) хлора;
- г) кальция.

**24. Свертывающая способность крови повышается под влиянием:**

- а) парасимпатической нервной системы;
- б) соматической нервной системы;
- в) мотонейронов;
- г) симпатической нервной системы.



**25. При недостатке в организме витамина К время свертывания крови:**

- а) укорачивается;
- б) остается без изменений;
- в) удлиняется.

**26. Свертывание крови ускоряется при повышенном содержании в крови:**

- а) инсулина;
- б) глюкозы;
- в) адреналина;
- г) ионов натрия.

**27. Свертываемость крови может повыситься:**

- а) при сне;
- б) отдыхе;
- в) эмоциональном стрессе;
- г) физической работе.

**28. В плазме крови содержатся:**

- а) агглютиногены;
- б) антигены;
- в) агглютинины и агглютиногены;
- г) агглютинины.

**29. В эритроцитах содержатся:**

- а) агглютинины;
- б) агглютиногены;
- в) антитела;
- г) агглютинины и агглютиногены.

**30. В первой группе крови человека находятся:**

- а) агглютиногены  $\alpha$  и  $\beta$ ;
- б) агглютинины  $\alpha$  и  $\beta$ ;
- в) агглютинин  $\alpha$ ;
- г) агглютинин  $\beta$ .

**31. В четвертой группе крови человека находятся:**

- а) агглютиногены А и В;
- б) агглютинины А и В;
- в) агглютиноген А;
- г) агглютиноген В.

**32. Резус-фактор находится:**

- а) в печени;
- б) сыворотке;
- в) эритроцитах;
- г) плазме крови.

**33. Универсальным реципиентом принято считать следующую группу крови:**

- а) первую;
- б) вторую;
- в) третью;
- г) четвертую.

**34. Универсальным донором считают следующую группу крови:**

- а) вторую;
- б) четвертую;
- в) первую;
- г) третью.

**35. При переливании одногруппной, но резус-несовместимой крови развивается:**

- а) агглютинация тромбоцитов;
- б) агглютинация лейкоцитов;
- в) эритроцитоз;
- г) агглютинация эритроцитов.

## **2.2. ФИЗИОЛОГИЯ КРОВООБРАЩЕНИЯ**

### **2.2.1. Общая характеристика системы органов кровообращения**

К системе органов кровообращения относятся *сердце* и *кровеносные сосуды*, которые обеспечивают непрерывное движение крови по замкнутой сердечно-сосудистой системе.

Различают 3 вида сосудов: *артерии*, *вены* и *капилляры*.

*Артерии* – это сосуды, по которым кровь течет от сердца к органам. Самый крупный из них – аорта. В органах артерии ветвятся на сосуды более мелкого диаметра – *артериолы*, которые затем распадаются на *капилляры*. Артериальная кровь, двигаясь по капиллярам, постепенно превращается в венозную, которая течет по *венам* – сосудам, по которым кровь движется к сердцу.

**СЕРДЦЕ** представляет собой полый четырехкамерный мышечный орган, имеющий форму конуса, расположенный в грудной полости. Масса сердца у взрослого человека 240–330 г. Его расширенная часть (основание) обращена кверху, а нижняя суженная часть (верхушка) – вниз. Сердце делится на правую и левую половины сплошной перегородкой. Каждая из половин состоит из *предсердия* и *желудочка*, соединяющихся между собой *атриовентрикулярным отверстием*, которое закрывается створчатым ***атриовентрикулярным клапаном***.

В левой половине клапан состоит из двух створок (*двухстворчатый*, или *митральный*), в правой – из трех (*трехстворчатый*). Клапаны открываются в сторону желудочков. Этому способствуют сухожильные нити, которые одним концом прикрепляются к створкам клапанов, а другим – к стенкам желудочков. В правое предсердие кровь поступает из *верхней* и *нижней полых вен* и *венечных вен* самого сердца, в левое предсердие впадают четыре *легочные вены*.

От правого желудочка отходит *легочной ствол*, который делится на две ветви и несет венозную кровь к легким, т. е. в малый круг кровообращения; от левого желудочка отходит *аорта*, по которой артериальная кровь поступает в большой круг кровообращения. На границе левого желудочка и аорты и правого желудочка и легочного ствола имеются ***полулунные клапаны*** (по три створки в каждом, имеющих вид кармашков). Они закрывают просветы аорты и легочного ствола и пропускают кровь из желудочков в сосуды, но препятствуют обратному току крови из сосудов в желудочки (*рис. 42*).

Стенка сердца состоит из 3 слоев: внутреннего – ***эндокарда***, образованного клетками эпителия, среднего – ***миокарда***, состоящего из поперечно-полосатой сердечной мышечной ткани и являющегося самым толстым слоем стенки сердца, и наружного – ***эпикарда***, состоящего из соединительной ткани.

Сердце лежит в ***околосердечной сумке (перикард)*** из соединительной ткани, где присутствует жидкость, увлажняющая сердце и обеспечивающая его свободное сокращение.

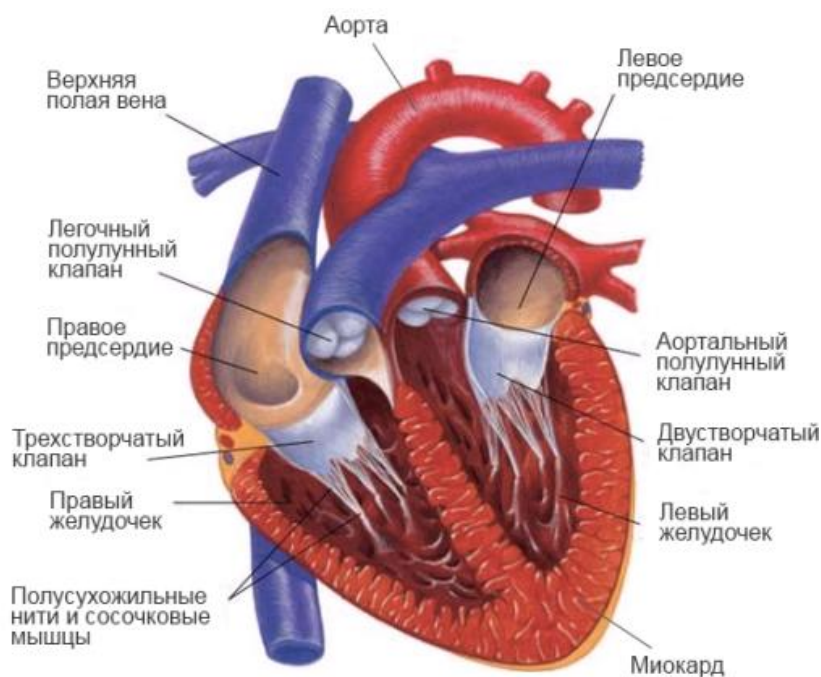


Рис. 42. Сердце человека

### 2.2.2. Физиологические свойства сердечной мышцы

Сердечная мышца (миокард) обладает следующими физиологическими свойствами:

1. **Автоматия** – это способность сердца к самопроизвольным сокращениям за счет импульсов, возникающих в самом сердце независимо от внешних условий.

Клетки, задающие ритм автоматии, называются *пейсмекеры*. Клетки миокарда находятся в состоянии непрерывной ритмической активности в результате работы ионных насосов этих клеток. Во время расслабления из клеток выходят ионы  $\text{Na}^+$ , а внутрь клетки возвращаются ионы  $\text{K}^+$ . Ионы  $\text{Ca}^{2+}$  проникают в цитоплазму и захватываются саркоплазматическим ретикулумом. Движение ионов через мембраны пейсмекеров обеспечивает процесс самовозбуждения в них, распространяющийся на миокард.

Разные отделы сердца проявляют различный автоматизм. Наибольшей автоматией обладает синоатриальный узел.

2. **Возбудимость** – это способность миокарда возбуждаться при действии раздражителя.

В основе процесса возбуждения лежит появление отрицательного электрического потенциала в возбужденном участке сердца. О возбуждении сердечной мышцы судят по изменению разности потенциалов, возникающих между возбужденным и невозбужденным участками.

3. **Проводимость** – это способность миокарда проводить возбуждение.

Проведение возбуждения в сердце осуществляется электрическим путем в результате образования потенциалов действия в клетках-пейсмекерах. Сначала процесс возбуждения возникает в синусном узле, а затем распространяется на другие отделы проводящей системы сердца.

*Проводящая система сердца* состоит из узлов и волокон (рис. 43):

1) **синоатриальный (синусно-предсердный) узел (Кис-Фляка)** – расположен в устье полых вен в стенке правого предсердия. Это главный водитель ритма сердца, так как он определяет силу и частоту сердечных сокращений. Он образован в основном клетками-пейсмекерами. Чем дальше от центра автоматии расположены узлы и волокна, тем меньше их способность к автоматии;

2) **межузловые и межпредсердные проводящие пути Бахмана, Венкенбаха и Торелла** – проходят по миокарду предсердий и межпредсердной перегородке;

3) **атриовентрикулярный (предсердно-желудочковый) узел (Ашоффа-Тавара)** – находится в нижней части межпредсердной перегородки под эндокардом правого предсердия;

4) **пучок Гиса (атриовентрикулярный пучок)** – идет от атриовентрикулярного узла по верхней части межжелудочковой перегородки. Затем делится на 2 **ножки** – **правую** и **левую**. Они образуют ветви в миокарде желудочков. Пучок Гиса связывает миокард предсердий с миокардом желудочков;

5) **волокна Пуркинье** – это концевые разветвления ветвей ножек пучка Гиса. Образуют контакты с клетками миокарда желудочков.

Возбуждение начинается в синоатриальном узле. От него по межпредсердным ветвям пучка Бахмана возбуждение распространяется по миокарду предсердий. Одновременно от синоатриального узла возбуждение по межузловым путям Венкенбаха и Торелла достигает атриовентрикулярного узла, от которого по пучку Гиса, его ножкам и их ветвям возбуждение распространяется на межжелудочковую перегородку и миокард обоих желудочков.

Скорость проведения возбуждения в разных отделах сердца неодинакова. При поражении проводящей системы ритм сердца замедляется и возникают аритмии.

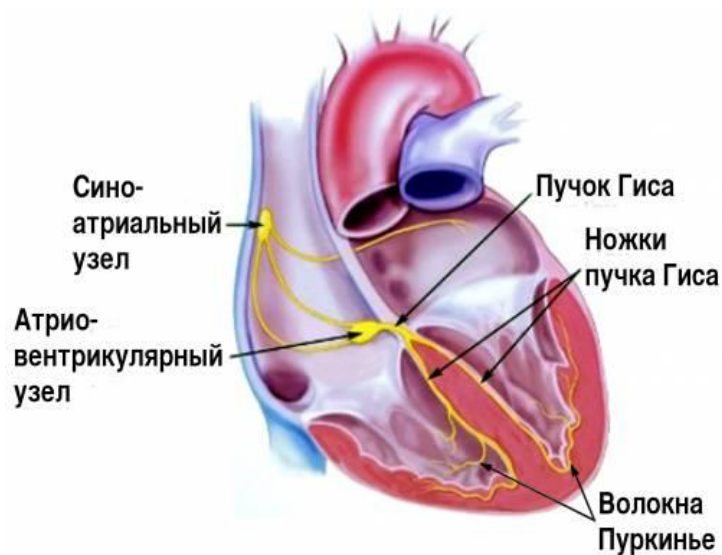


Рис. 43. Проводящая система сердца

4. **Сократимость** – это способность миокарда укорачиваться при возбуждении.

Сила сокращения сердечной мышцы прямо пропорциональна длине мышечных волокон и зависит от силы раздражения и различных нервно-гуморальных влияний.

5. **Рефрактерность** – резкое снижение возбудимости ткани в течение ее активности.

Выделяют *абсолютную* и *относительную рефрактерность*. Во время *абсолютного рефрактерного периода* сердечная мышца не отвечает возбуждением и сокращением ни на какой раздражитель. Он соответствует по времени систоле. Во время *относительного рефрактерного периода* возбудимость сердечной мышцы постепенно возвращается к исходному уровню. В этот период мышца может ответить на сильный раздражитель. Он обнаруживается во время диастолы предсердий и желудочков.

### 2.2.3. Сердечный цикл

Различают 3 фазы сердечного цикла:

- 1) *сокращение предсердий* – 0,1 с;
- 2) *сокращение желудочков (систола)* – 0,3 с;
- 3) *одновременное расслабление предсердий и желудочков (диастола)* – 0,4 с.

Сокращение сердечной мышцы называют **систолой**, а расслабление – **диастолой**. Во время систолы происходит освобождение по-

лостей сердца от крови, а во время диастолы – заполнение их кровью. Период от одного сокращения предсердий до другого называют **СЕРДЕЧНЫМ ЦИКЛОМ**. В норме частота сердечных сокращений – 60–80 в минуту (рис. 44).

Цикл работы сердца начинается с *систола предсердий*. Однако для его описания используется классическая схема. Она делит цикл сердечной деятельности на периоды и фазы. Общая продолжительность цикла составляет около 0,8 с. *Систола желудочков* включает 2 периода: *период напряжения* и *период изгнания*. *Период напряжения* делится на 2 фазы: *фазу асинхронного сокращения* и *фазу изометрического сокращения*. В фазе асинхронного сокращения происходит неодновременное сокращение волокон миокарда межжелудочковой перегородки. Затем сокращение синхронизируется и охватывает весь миокард. Давление в желудочках нарастает и атриовентрикулярные клапаны закрываются.

#### Сердечный цикл

Фаза	Время	Предсердия	Желудочки
1	0,1 с	Сокращаются	Расслабляются
2	0,3 с	Расслабляются	Сокращаются
3	0,4 с	Расслабляются	Расслабляются



Рис. 44. Сердечный цикл:

1 – сокращение предсердий; 2 – сокращение желудочков; 3 – пауза (при сокращении желудочков открываются полулунные клапаны и закрываются створчатые. В остальных фазах створчатые клапаны всегда открыты, полулунные – всегда закрыты)

При дальнейшем нарастании давления в желудочках открываются полулунные клапаны. Начинается *период изгнания*. Он включает *фазу быстрого* и *медленного изгнания*. Сначала кровь выходит из желудочков быстро, а затем ее выход замедляется. После изгнания крови из желудочков начинается *диастола желудочков*. Она включает *протодиастолический период*, *период изометрического расслабления*, *период наполнения* и *пресистолический период*. Во время *протодиастолического периода* начинается расслабление миокарда желудочков. Давление в них становится ниже, чем в аорте и легочной артерии, поэтому полулунные клапаны закрываются. После этого начинается *период изометрического расслабления*. В этот период все клапаны закрыты и расслабление происходит без изменения длины волокон миокарда. Давление в желудочках продолжает снижаться. Когда оно становится ниже, чем в предсердиях, открываются атриовентрикулярные клапаны. Начинается *период наполнения*. Он включает *фазу быстрого наполнения* и *фазу медленного наполнения*. После заполнения желудочков кровью начинается *пресистолический период*, во время которого происходит систола предсердий. В этот период в желудочки закачивается дополнительное количество крови.

Отрезок времени от начала протодиастолического периода до пресистолического, т. е. систолы предсердий, называется *общей паузой*. В момент общей паузы полулунные клапаны закрыты, а атриовентрикулярные открываются. Сначала предсердия, а затем желудочки заполняются кровью. Во время общей паузы происходит пополнение энергетических запасов кардиомиоцитов, выведение из них продуктов обмена, ионов кальция и натрия, насыщение кислородом.

#### ***2.2.4. Регуляция работы сердца***

Сердце регулируется *нервной системой* и *гуморальным путем* (рис. 45).

Рефлекторная регуляция функций сердца обеспечивается центрами продолговатого и спинного мозга, корой полушарий, а также гипоталамической областью промежуточного мозга.

Нервные импульсы поступают к сердцу из центральной нервной системы по блуждающим и симпатическим нервам.

Блуждающий и симпатический нервы передают импульсы сердцу по двухнейронным цепочкам. Раздражение блуждающего нерва вызывает замедление ритма биения сердца, уменьшение силы сокращений, понижение возбудимости сердечной мышцы и уменьшение скорости проведения возбуждения в сердце.



Раздражение симпатических нервов наоборот ускоряет ритм сердечных сокращений, усиливает сердечные сокращения, улучшает проведение возбуждений в сердце и повышает возбудимость сердца.

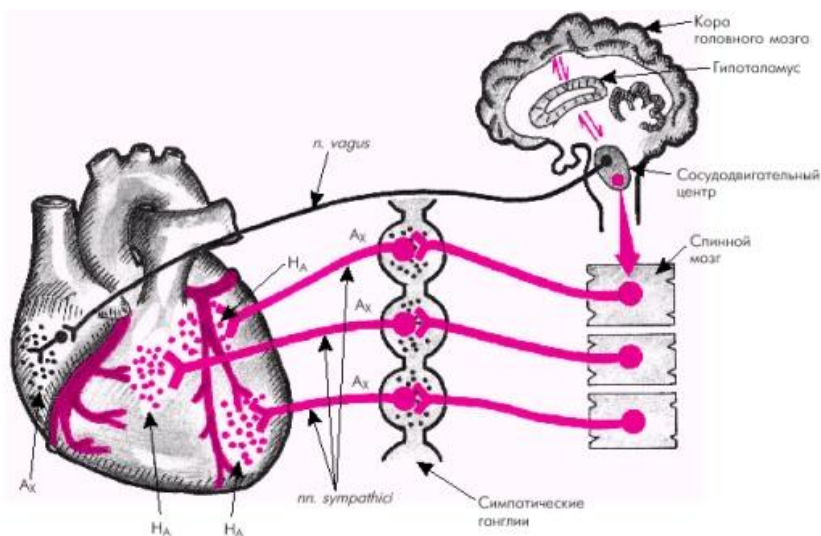


Рис. 45. Нервно-гуморальная регуляция сердца:  
 $A_x$  – ацетилхолин;  $H_A$  – норадреналин

Гуморальная регуляция деятельности сердца осуществляется химически активными веществами, выделяющимися в кровь и лимфу из желез внутренней секреции и при раздражении нервов.

При раздражении блуждающих нервов в их окончаниях выделяется *ацетилхолин*, а при раздражении симпатических – *норадреналин*. Из надпочечников в кровь поступает *адреналин*. Норадреналин и адреналин ускоряют и усиливают работу сердца, ацетилхолин – тормозит. Гормон щитовидной железы *тироксин* повышает чувствительность сердца к действию симпатических нервов.

Нормальная работа сердца обеспечивается также электролитами крови. *Ионы калия* угнетают деятельность сердца, а *ионы кальция* усиливают сердечную деятельность.

Ритм и сила сокращений сердца изменяются при эмоциональном возбуждении. Это связано с раздражением гипоталамо-гипофизарной системы и надпочечников, которые выделяют в кровь катехоламины.

На частоту сердечных сокращений влияют болевые раздражения, понижение или повышение температуры воздуха. Боль и низкая температура замедляют сердцебиения, высокая температура воздуха – учащает.

В регуляции работы сердца участвуют также рецепторы, находящиеся в определенных участках крупных кровеносных сосудов. Расположенные здесь барорецепторы и хеморецепторы образуют со-

*судистые рефлексогенные зоны.* Нервные окончания, расположенные в сосудистой стенке сонных артерий и аорты, представляют собой прессорецепторы. Их раздражение происходит при растяжении сосудистой стенки в результате повышения артериального давления. Импульсы от прессорецепторов поступают к блуждающему нерву, что замедляет и ослабляет сердцебиения.

Рецепторы имеются и в самом сердце в миокарде и эндокарде. Их раздражение изменяет работу сердца и тонус кровеносных сосудов. В правом предсердии и у устья полых вен располагаются механорецепторы, которые реагируют на растяжение, возникающее при повышении давления в предсердии или полых венах. Импульсы от этих рецепторов вызывают ускорение ритма сердца.

Хеморецепторы раздражаются гуморальным путем при изменении химического состава крови (избыток  $\text{CO}_2$ , недостаток  $\text{O}_2$  и других веществ). В легочной артерии имеются рецепторные зоны, поэтому при повышении в ней кровяного давления сердечный ритм замедляется.

На сердечный ритм влияют также сигналы от проприорецепторов скелетных мышц. При мышечной работе биотоки усиливаются, что тормозит центры блуждающего нерва и учащает сердцебиения.

# **ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ ПО ТЕМЕ «ФИЗИОЛОГИЯ КРОВООБРАЩЕНИЯ»**

## **Лабораторное занятие 8**

**Цель занятия:** ознакомиться с методами исследования сердечно-сосудистой системы: объективными методами (пальпации, перкуссии и аускультации сердца, измерением артериального давления) и функциональными (инструментальными) методами (электрокардиографией, эхокардиографией, доплерографией, радиоизотопным исследованием, магнитно-резонансной томографией, рентгенологическими методами).

### **8.1. Объективные методы исследования сердечно-сосудистой системы**

Методы исследования сердечно-сосудистой системы бывают *объективные* и *функциональные*.

#### **Объективные методы:**

1. **Метод пальпации (прощупывания)** – позволяет определить силу, площадь, высоту толчка и дрожание сердца. Для этого на грудь пациента кладут руку, основание кисти плотно прилегает к ребрам. Подушечками пальцев нащупывают область толчка сердца. При нарушении показателей толчка можно выявить некоторые заболевания сердца.

Самый распространенный метод для определения патологий – **пальпация пульса**. По его показателям можно определить интенсивность работы сердца.

**Пульс** – это колебания стенок сосудов, вызванных ритмическими последовательными сокращениями и расслаблениями сердца.

Пульс бывает *артериальный*, *венозный* и *капиллярный*. Характеристика пульса позволяет узнать о состоянии сосудов и особенностях кровотока.

Определяют следующие характеристики пульса:

1) **ритм** – чередование сердечных колебаний через равные промежутки времени;

2) **частота (ЧСС)** – количество сердечных сокращений в минуту. Ее определяют при помощи тонометра или путем пальпации на протяжении 1 мин. Существует 2 типа отклонений: 1) *брадикардия* (до 50 уд/мин) – замедление работы сердца; *тахикардия* (от 90 уд/мин) – увеличение числа пульсовых волн;

3) **величина пульсового толчка** – определяется степенью колебания стенок артерий между систолой, диастолой и эластичностью сосудов.

Различают следующие отклонения:

➤ *большой пульс* – когда по артериям перекачивается больше крови при повышенном тоне кровеносных путей;

➤ *малый пульс* – когда по артериям перекачивается меньше крови;

➤ *нитевидный пульс* – когда удары практически не прощупываются;

➤ *перемежающийся пульс* – возникает при чередовании колебаний малых и больших волн;

4) **напряжение** – определяется силой, которую надо приложить для того, чтобы полностью остановить поток крови по артерии.

Различают следующие типы отклонений:

➤ *твердый пульс* – при высоком давлении в сосуде;

➤ *мягкий пульс* – наблюдается, если артерию можно передавить без особых усилий;

5) **наполнение** – зависит от количества крови, выбрасываемого в артерии. От этого зависит степень колебания стенок сосудов. Если этот параметр в норме, то пульс считается *полным*. *Пустой пульс* указывает на то, что желудочки не выбрасывают достаточный объем крови в артерии;

6) **форма** – определяется быстротой изменения уровня давления между сокращением и расслаблением сердца.

Существуют следующие отклонения от нормы:

➤ *скорый пульс* – возникает, когда из желудочков поступает много крови при высокой эластичности сосудов. Это вызывает резкое снижение давления во время диастолы;

➤ *медленный пульс* – характеризуется малыми перепадами давления;

➤ *дикторический пульс* – наблюдается, если по сосудам кроме основной проходит дополнительная волна.



2. **Метод перкуссии (простукивания) сердца** – выстукивание границ сердца. Позволяет определить величину, конфигурацию и положение сердца.

3. **Аускультация сердца** – прослушивание звуков работы сердца при помощи фонендоскопа. Определяют свойства и изменения сердечных тонов. Выслушивают патологические шумы. Аускультацию проводят в полной тишине, выслушивая частоту, ритм, шумы, силу, тембр.



Сердечные тоны подразделяют:

- на *постоянные* – первый и второй, появляющиеся в начале систолы и диастолы желудочков;
- *непостоянные* – третий и четвертый;
- *добавочные*.

В норме должны прослушиваться только два постоянных тона.

4. **Измерение артериального давления** – проводится с помощью механического, полуавтоматического или автоматического тонометра. Позволяет выяснить наличие гипертонии или гипотонии.



## **8.2. Функциональные (инструментальные) методы исследования сердечно-сосудистой системы**

**Функциональные (инструментальные) методы** – позволяют установить, какое именно заболевание есть у пациента:

1. **Электрокардиография (ЭКГ)** – метод регистрации электрической активности сердца. Позволяет диагностировать инфаркт миокарда, ишемическую болезнь сердца, аритмию, нарушения проводимости и другие патологии сердечной деятельности. ЭКГ проводится с помощью электрокардиографа, регистрирующего электрические потенциалы сердца и графически отображающего их на бумаге.



2. **Эхокардиография (УЗИ сердца)** – метод, основанный на использовании ультразвукового оборудования для осмотра сосудов сердца и оценки особенностей кровотока в них. Позволяет визуализировать работу сердца в режиме реального времени, оценить состояние сердечных

клапанов, сократительную активность миокарда, толщину стенок органа, объем его полостей и состояние тканей.



3. **Допплерография** – метод обследования кровеносных сосудов сердца при помощи ультразвуковых волн, которые отражаются с различной частотой от движущихся объектов, т. е. эритроцитов. Позволяет оценить скорость и направление движения эритроцитов, а также особенности работы кровеносных сосудов с выявлением рисков их разрыва или формирования тромбов. Допплерографию возможно выполнять в цветной форме, при которой отображается цветное изображение обследуемого сосуда. По изменениям цвета можно судить о направлении и интенсивности кровотока на каждом отдельном участке. В цветовом режиме можно оценить проходимость сосудов, их анатомию и особенности кровотока.



4. **Радиоизотопное исследование** – основано на введении в организм пациента радиоактивных изотопов, которые скапливаются в сердце и отражают его состояние. Излучение от изотопного препара-

та фиксируют при помощи специальной гамма-камеры. При здоровом сердце и различных патологиях в органе скапливается разное количество изотопа, поэтому по результатам исследования можно судить о кровоснабжении сердечной мышцы, наличии в ней повреждений, состоянии желудочков сердца.



5. **Магнитно-резонансная томография (МРТ)** – метод позволяет оценить особенности анатомического строения сердца и коронарной системы, работу клапанного аппарата, особенности работы камер сердца, а также обнаружить структурные изменения в миокарде, выявить патологические шумы, очаги ишемии и заболевания сосудов.



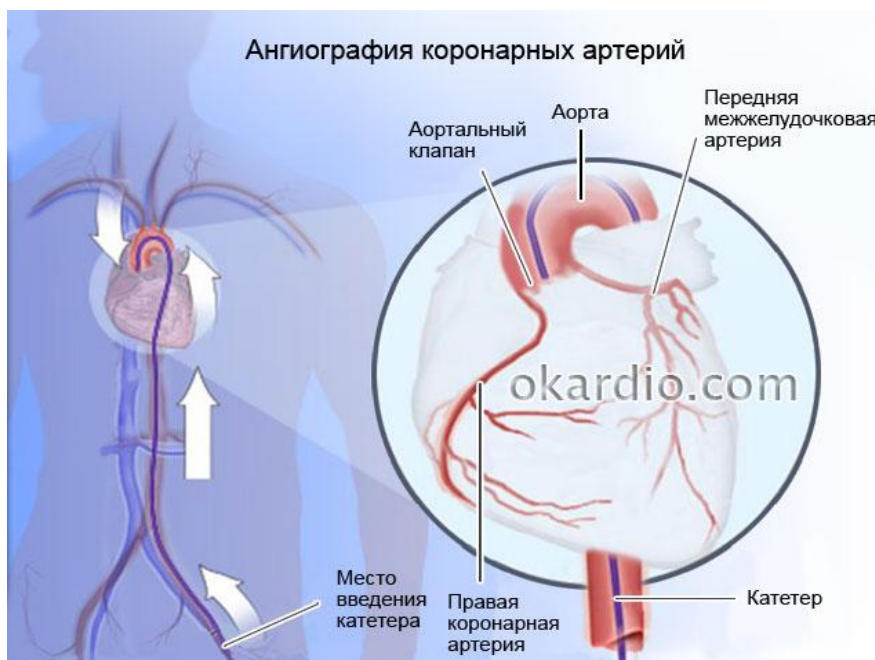
6. **Рентгенологические методы** – основаны на введении в сосуд контрастного вещества, основным компонентом которого является йод, с одновременным проведением рентгеноскопического исследования. Методика позволяет оценить состояние сосудов.

К данной группе методов относятся:

➤ **ангиокардиография** – диагностика крупных сосудов с использованием особого контрастного вещества. Метод позволяет выявлять врожденные пороки сердца;



➤ *ангиография* – рентгенография сосудов, которая проводится с использованием вещества, контрастирующего сосуды. К видам данного исследования относится *коронароангиография*, *артериография* и *флебография*.



## Лабораторное занятие 9

**Цель занятия:** освоить методику записи и анализа электрокардиограммы; овладеть техникой измерения артериального давления.

### 9.1. Запись электрокардиограммы (ЭКГ) и ее анализ

**Электрокардиография** – это запись биотоков сердца, возникающих в результате разности потенциалов между возбужденным и невозбужденным участками сердца.

Прибор, с помощью которого регистрируют биотоки сердца, называется **электрокардиограф** (рис. 46).



Рис. 46. Электрокардиограф одно-трехканальный ЭК 3Т-01-Р-Д

Схема подсоединения электродов называется *отведением*.

Кожу под электродами можно обезжирить спиртом, затем смазать специальной токопроводящей пастой или подложить под электроды марлевые салфетки, смоченные 5–10 %-м раствором хлорида натрия. Электроды типа «прищепка» прикрепляются специальными зажимами на внутренние поверхности голеней и предплечий, в нижней их трети по определенной схеме: красный – правая рука; желтый – левая рука; зеленый – левая нога; черный – правая нога. Также накладываются грудные электроды типа «присоска».

Устанавливают необходимую скорость движения ленты (25 или 50 мм/с) и записывают последовательно 12 отведений (6 отведений от конечностей и 6 грудных отведений) по 4–5 комплексов.

ЭКГ состоит из отдельных зубцов, обозначаемых буквами *P*, *Q*, *R*, *S*, *T* и интервалов между ними (рис. 47).

Зубец *P* – характеризует возбуждение правого и левого предсердий.

Зубец *Q* – характеризует возбуждение межжелудочковой перегородки, верхушки левого и основания правого желудочков.

Зубец *R* – это процесс постепенного возбуждения желудочков.

Зубец *S* – это максимум возбуждения желудочков.

Зубец *T* – характеризует потенциал покоя желудочков.

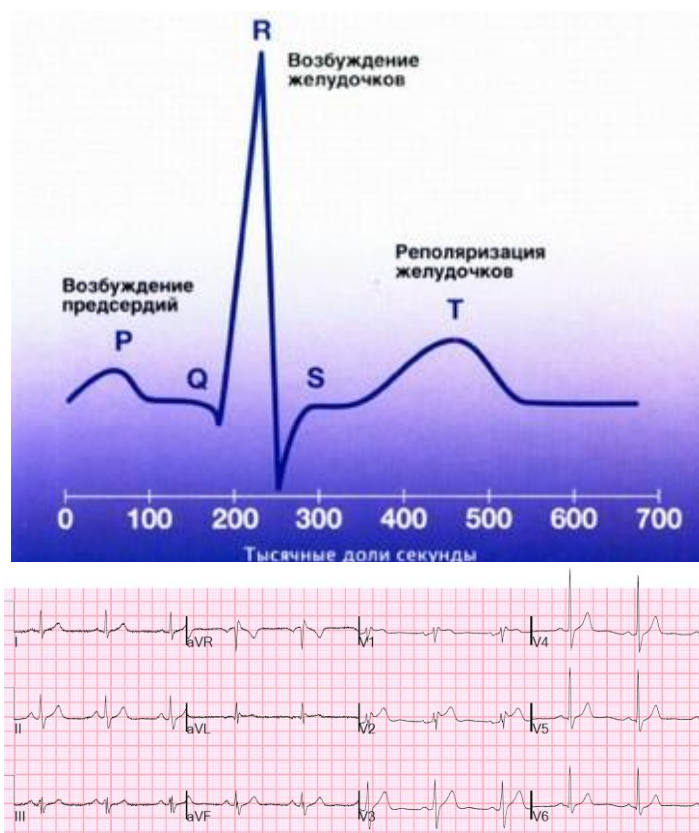


Рис. 47. Схема электрокардиограммы

Период *PQ* – это период сокращения предсердий.

Период *QRST* – это период сокращения желудочков сердца. Он состоит из периода *QRS* – максимального напряжения (опорожнения) желудочков и периода *ST* – остаточного опорожнения желудочков.

Период *TP* – это диастола сердца.

Период *PP (RR)* – один полный сердечный цикл (рис. 48).

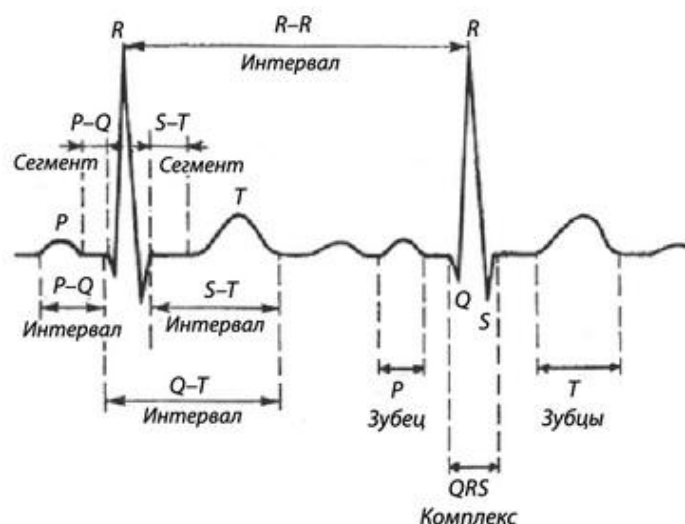


Рис. 48. Схема нормальной электрокардиограммы

**Цель работы:** записать ЭКГ и провести ее анализ.

**Материалы и оборудование:** электрокардиограф; электродный гель; 0,9 %-й раствор хлорида натрия; спирт; марлевые салфетки.

**Ход работы.** Перед наложением электродов кожу в местах контакта обезжиривают спиртом или эфиром. В качестве токопроводящей среды используют электродный гель, небольшое количество которого наносят на участки кожи в местах наложения электродов. При установке электродов обычно обращают внимание на расположение электродного кабеля. Переплетение проводов кабеля может привести к высокому уровню помех. После установки всех электродов в правой (средней) части экрана электрокардиографа появится сообщение «ГОТОВ», на экране отобразится значение пульса, и столбик-индикатор покажет амплитуду сигнала ЭКГ. Выбирают нужные скорость и режим регистрации ЭКГ, нажимают и отпускают кнопку «СТАРТ/СТОП». При этом начнется регистрация ЭКГ на бумагу (рис. 49).



Рис. 49. Запись ЭКГ у человека

После записи ЭКГ проводят необходимые расчеты.

Расчет длительности интервалов и зубцов проводится по формуле

$$T = M : V,$$

где  $T$  – длительность интервала или зубца, с;  $M$  – ширина интервала, мм;  $V$  – скорость движения ленты, мм/с.

По длительности одного полного сердечного цикла ( $RR$ ) можно рассчитать частоту сердечных сокращений ( $ЧСС$ ) в минуту по формуле

$$ЧСС = 60 : RR.$$

Таким образом, по ЭКГ можно определить:

- 1) время сокращения каждого отдела сердца;
- 2) частоту сердечных сокращений;
- 3) ритм работы сердца;
- 4) силу сокращения каждого отдела сердца по высоте зубцов;
- 5) различные патологические явления.

## 9.2. Измерение кровяного давления

В кровеносных сосудах кровь находится под определенным давлением.

**Кровяное давление** – это давление крови на стенки кровеносных сосудов и камер сердца, возникающее в результате сокращения сердца, нагнетающего кровь в сосудистую систему, и сопротивления сосудов.

Величина кровяного давления зависит от объема крови, поступающей из сердца при систоле, и от сопротивления току крови в сосудах. Артериальное давление колеблется в зависимости от фаз сердечного цикла. В период систолы оно повышается – это **максимальное (систолическое) давление**, в период диастолы снижается – это **минимальное (диастолическое) давление**. Разность между систолическим и диастолическим давлением называется **пульсовым давлением (пульсовой разностью)**. Пульсовое давление наиболее велико в артериях, находящихся близко к сердцу. Падение кровяного давления по мере удаления артерий от сердца обуславливается тем, что часть энергии затрачивается на преодоление сопротивления оттоку вязкой крови через мелкие кровеносные сосуды. Разница давления между артериями и венами создается нагнетательной деятельностью сердца в аортальную систему и всасывающей функцией из венозной системы. Эта разница давления в артериях и венах обеспечивает ток крови по сосудам.

Кровяное давление снижается в ряду:  
*аорта (150–180 мм рт. ст.) → артерии (100–120 мм рт. ст.) → артериолы (70–80 мм рт. ст.) → капилляры (20–40 мм рт. ст.) → вены (15–20 мм рт. ст.) → вены (10–15 мм рт. ст.) → полые вены (0 мм рт. ст., т. е. равняется атмосферному, или отрицательное).*

Кровяное давление зависит от следующих факторов:

- 1) вдоха и выдоха (при вдохе давление снижается, при выдохе повышается);
- 2) работы сердца (учащение сердечного ритма вызывает повышение кровяного давления, а угнетение сердечной деятельности снижает кровяное давление);
- 3) сопротивления в кровеносной системе (при увеличении сопротивления кровяное давление повышается (при сужении сосудов) и уменьшается при расширении просвета сосудов);
- 4) объема притекающей к сердцу крови (увеличение объема крови способствует повышению кровяного давления в результате увеличения силы сердечных сокращений (например при мышечной нагрузке));
- 5) вязкости крови (чем больше вязкость крови, тем выше кровяное давление);
- 6) тонуса (напряжения) кровеносных сосудов (чем выше тонус сосудов, тем выше кровяное давление);
- 7) фазы сердечного цикла (во время систолы желудочков давление поднимается, во время диастолы – понижается);
- 8) количества крови, циркулирующей в сосудистом русле (увеличение количества крови вызывает повышение кровяного давления, а уменьшение количества крови (например, при кровотечении) вызывает его падение);
- 9) возраста (с возрастом кровяное давление повышается, что связано с потерей эластичности кровеносных сосудов);
- 10) пола человека;
- 11) температуры окружающей среды (снижение температуры воздуха сопровождается повышением кровяного давления в результате сужения сосудов кожи);
- 12) физиологического состояния человека (беременность, степень тренированности и др.);
- 13) характера работы (при физической нагрузке кровяное давление выше за счет усиления работы сердца);
- 14) времени суток (ночью кровяное давление ниже, чем днем);
- 15) состояния нервной системы (эмоциональное состояние).

Таким образом, все, что усиливает работу сердца или ведет к сужению сосудов, повышает кровяное давление.

**Скорость кровотока** – это расстояние, которое проходит частица крови за секунду. Самая большая скорость кровотока – в аорте. По мере разветвления сосудов скорость кровотока падает и самой низкой становится в капиллярах.

Скорость кровотока не зависит от удаления сосудов от сердца, а обусловлена площадью поперечного сечения сосудов и объемом крови, проходящего по ним. Чем больше общий диаметр кровеносных сосудов, тем медленнее движется кровь. Поэтому скорость кровотока больше в крупных сосудах и меньше – в мелких.

**Минутный объем кровотока** – количество крови, выбрасываемой желудочками сердца в минуту.

**Систолический объем кровотока** – количество крови, определяемое путем деления минутного объема на число сокращений сердца в минуту.

Систолический и минутный объемы увеличиваются при напряженной работе.

В разных сосудах кровяное давление различно, поэтому различают **артериальное, венозное и капиллярное давление**.

Наиболее важным физиологическим показателем состояния кровеносной системы является величина артериального давления. Оно измеряется в мм рт. ст.

**Цель работы:** овладеть методами измерения артериального давления у человека.

**Материалы и оборудование:** тонометр; фонендоскоп.

**Ход работы.** Измерение артериального давления у человека производится по методу Короткова. Манжету тонометра накладывают вокруг плеча и устанавливают фонендоскоп на плечевой артерии ниже манжеты в области локтевого сгиба (рис. 50). Затем нагнетают в манжету воздух до исчезновения пульса. При помощи винтового клапана медленно снижают давление в манжете и выслушивают звуки. Момент появления звуков соответствует систолическому давлению. При дальнейшем снижении давления в манжете звуки усиливаются, а затем исчезают. Показание тонометра в этот момент соответствует диастолическому давлению.

Для измерения артериального давления используют также современные автоматические и полуавтоматические аппараты с дисплеями (рис. 50, табл. 7, 8).



**А**

**Б**

*Рис. 50. Измерение артериального давления у человека:  
А – механический измеритель давления; Б – автоматический измеритель давления*

*Таблица 7*

**Нормы артериального давления, мм рт. ст.,  
по классификации ВОЗ**

Артериальное давление (категория)	Верхнее артериальное давление	Нижнее артериальное давление
Гипотония (пониженное)	Ниже 100	Ниже 60
Оптимальное давление	100–119	60–79
Нормальное давление	120–129	80–84
Высокое нормальное давление	130–139	85–89
Умеренная гипертония	140–159	90–99
Гипертония средней тяжести	160–179	100–109
Тяжелая гипертония	Более 180	Более 110

*Таблица 8*

**Нормы артериального давления по возрасту и полу**

Возраст, лет	Систолическое		Диастолическое	
	Мужчины	Женщины	Мужчины	Женщины
До 1 года	96	95	66	65
1–10	103	103	69	70
10–20	123	116	76	72
20–30	126	120	79	75
30–40	129	127	81	80
40–50	135	137	83	84
50–60	142	144	85	85
60–70	145	159	82	85
70–80	147	157	82	83
80–90	145	150	78	79



## Контрольные вопросы по теме «Физиология кровообращения»

1. Что такое сердечный цикл и из каких фаз он состоит?
2. В какой последовательности происходит заполнение полостей сердца кровью?
3. Как изменяется давление в полостях сердца, аорте, легочной артерии во время сердечного цикла?
4. Назовите клапаны сердца и их функции.
5. Какими свойствами обладает сердечная мышца?
6. Перечислите образования проводящей системы сердца.
7. Что называется автоматией сердца, как распределяется степень автоматии в разных отделах сердца?
8. Какое значение имеет рефрактерный период для функций сердца?
9. Что такое экстрасистола? Какие различают виды экстрасистол и чем они характеризуются?
10. Что такое тоны сердца? Каков механизм их возникновения?
11. Почему возникает сердечный толчок?
12. Как записывается электрокардиограмма у человека? Из каких элементов состоит электрокардиограмма?
13. Как влияют блуждающий и симпатические нервы на деятельность сердца, механизм действия?
14. Какие гуморальные раздражители стимулируют работу сердца и какие тормозят?
15. За счет чего создается давление крови, величина давления в различных сосудах?
16. Какими методами измеряют кровяное давление?
17. Что такое артериальный пульс? Какую он дает информацию о деятельности сердца и состоянии сосудистой системы?
18. Как влияют на тонус кровеносных сосудов симпатические и парасимпатические нервы?

## **ТЕСТ «ФИЗИОЛОГИЯ КРОВООБРАЩЕНИЯ»**

**1. Способность сердца ритмически сокращаться без каких-либо внешних стимулов, под влиянием импульсов, возникающих в нем самом, называется:**

- а) возбудимость;
- б) проводимость;
- в) автоматия;
- г) сократимость;
- д) рефрактерность.

**2. Свойство сердечной мышцы, характеризующееся способностью возбуждаться от различных раздражителей, называется:**

- а) автоматия;
- б) проводимость;
- в) возбудимость;
- г) сократимость;
- д) рефрактерность.

**3. Свойство сердечной мышцы, характеризующееся проведением возбуждения, называется:**

- а) автоматия;
- б) возбудимость;
- в) проводимость;
- г) сократимость;
- д) рефрактерность.

**4. Главным водителем ритма сердца является:**

- а) атриовентрикулярный узел;
- б) пучок Гиса;
- в) волокна Пуркинье;
- г) ножки пучка Гиса;
- д) синоатриальный узел.

**5. Свойство сердечной мышцы, сопровождающееся укорочением длины мышечных волокон, называется:**

- а) автоматия;
- б) возбудимость;
- в) проводимость;
- г) сократимость;
- д) рефрактерность.

**6. Резкое снижение возбудимости ткани в течение ее активности называется:**

- а) автоматия;
- б) рефрактерность;
- в) проводимость;
- г) сократимость;
- д) возбудимость.

**7. Компонентом проводящей системы сердца, проводящим возбуждение от предсердий к желудочкам, является:**

- а) атриовентрикулярный узел;
- б) пучок Гиса;
- в) волокна Пуркинье;
- г) синусный узел;
- д) ножки пучка Гиса.

**8. Сокращение сердечной мышцы называется:**

- а) сердечный цикл;
- б) диастола;
- в) фибрилляция;
- г) мерцание;
- д) систола.

**9. Расслабление сердечной мышцы называется:**

- а) сердечный цикл;
- б) диастола;
- в) фибрилляция;
- г) мерцание;
- д) систола.

**10. По окончании систолы предсердий начинается:**

- а) диастола желудочков;
- б) систола желудочков;
- в) систола левого желудочка;
- г) систола правого желудочка;
- д) общая пауза.

**11. Сила сокращений сердечной мышцы прямо пропорционально зависит:**

- а) от фазы рефрактерности;
- б) силы раздражителя;
- в) проводимости;
- г) длины мышечных волокон;
- д) фазы сердечного цикла.

**12. Началом каждого сердечного цикла считается:**

- а) диастола предсердий;
- б) систола желудочков;
- в) систола предсердий;
- г) общая пауза;
- д) диастола желудочков.

**13. Началом каждого сердечного цикла является:**

- а) систола левого желудочка;
- б) диастола правого желудочка;
- в) систола предсердий;
- г) систола желудочков;
- д) систола правого желудочка.

**14. Освобождение полостей сердца от крови происходит во время:**

- а) сердечной паузы;
- б) диастолы;
- в) сердечного толчка;
- г) трепетания;
- д) систолы.

**15. Заполнение полостей сердца кровью происходит во время:**

- а) сердечного толчка;
- б) сердечной паузы;
- в) диастолы;
- г) систолы;
- д) фибрилляции.

**16. Правильные чередования систолы и диастолы сердца составляют:**

- а) сердечный толчок;
- б) сердечный цикл;
- в) биопотенциалы;
- г) объем кровотока;
- д) тоны сердца.

**17. При раздражении блуждающего нерва в сердце происходит:**

- а) учащение биений;
- б) улучшение проведения возбуждения;
- в) ускорение ритма;
- г) повышение возбудимости;
- д) замедление ритма.

**18. Раздражение симпатического нерва вызывает в сердце:**

- а) замедление ритма;
- б) уменьшение силы сокращений;
- в) учащение биений;
- г) понижение возбудимости;
- д) остановку сердца.

**19. Окончания симпатического нерва, иннервирующего сердце, выделяют:**

- а) ацетилхолин;
- б) адреналин;
- в) норадреналин;
- г) тироксин;
- д) серотонин.

**20. Окончания блуждающего нерва выделяют:**

- а) ацетилхолин;
- б) адреналин;
- в) норадреналин;
- г) тироксин;
- д) серотонин.

**21. Звуковые явления, сопровождающие работу сердца, называются:**

- а) сердечный цикл;
- б) биопотенциалы;
- в) тоны сердца;
- г) систолический объем кровотока;
- д) сердечный толчок.

**22. Тоны сердца можно выслушать с помощью:**

- а) тонометра;
- б) сфигмоманометра;
- в) кардиографа;
- г) фонендоскопа;
- д) пневмографа.

**23. Ритмические колебания стенок артериальных сосудов, возникающие при систоле сердца, называются:**

- а) венный пульс;
- б) скорость кровотока;
- в) пульсовое давление;
- г) артериальный пульс;
- д) давление крови.

**24. Толчкообразные колебания сосудистых стенок, вызываемые сокращениями сердца, – это:**

- а) пульс;
- б) давление;
- в) тонус;
- г) биопотенциалы;
- д) тоны.

**25. Исследование пульса проводят путем:**

- а) аускультации;
- б) визуально;
- в) электрокардиографии;
- г) миографии;
- д) пальпации.

**26. Уменьшение частоты сердечных сокращений называется:**

- а) стенокардия;
- б) тахикардия;
- в) аритмия;
- г) ишемия;
- д) брадикардия.

**27. Увеличение частоты сердечных сокращений называется:**

- а) тахикардия;
- б) брадикардия;
- в) аритмия;
- г) ишемия;
- д) стенокардия.

**28. Электрические явления в сердце, возникающие в результате разности потенциалов между возбужденным и невозбужденным участком сердца, – это:**

- а) биотоки сердца;
- б) тоны сердца;
- в) сердечный толчок;
- г) давление крови;
- д) минутный индекс.

**29. Регистрация электрической активности (биотоков) сердца проводится с помощью прибора:**

- а) электрокардиографа;
- б) электроэнцефалографа;
- в) электромиографа;
- г) пневмографа;
- д) фонендоскопа.

**30. На ЭКГ период сокращения предсердий обозначается буквами:**

- а) PP;
- б) QRS;
- в) PQ;
- г) QRST;
- д) TP.

**31. На ЭКГ период сокращения желудочков обозначается буквами:**

- а) PQ;
- б) TP;
- в) PP;
- г) QRS;
- д) QRST.

**32. На ЭКГ период диастолы сердца обозначается буквами:**

- а) PQ;
- б) TP;
- в) PP;
- г) QRS;
- д) QRST.

**33. Продолжительность систолы предсердий в среднем составляет, с:**

- а) 0,7;
- б) 0,4;
- в) 0,3;
- г) 0,8;
- д) 0,1.

**34. Продолжительность систолы желудочков составляет в среднем, с:**

- а) 0,7–0,8;
- б) 0,1;
- в) 0,4–0,5;
- г) 0,3–0,4;
- д) 0,5.

**35. Подъем кровяного давления в артериях во время систолы соответствует давлению:**

- а) пульсовому;
- б) диастолическому;
- в) систолическому;
- г) внутрисердечному;
- д) осмотическому.



**36. Спад кровяного давления во время диастолы соответствует давлению:**

- а) систолическому;
- б) пульсовому;
- в) артериальному;
- г) венозному;
- д) диастолическому.

**37. Кровяное давление, возникающее в артериях во время систолы желудочков, называется:**

- а) пульсовым;
- б) минимальным;
- в) диастолическим;
- г) максимальным;
- д) кровяным.

**38. Давление в артериях во время диастолы желудочков соответствует давлению:**

- а) кровяному;
- б) максимальному;
- в) пульсовому;
- г) систолическому;
- д) минимальному.

**39. Разность между систолическим и диастолическим давлением называется давлением:**

- а) систолическим;
- б) пульсовым;
- в) внутрисердечным;
- г) диастолическим;
- д) артериальным.

**40. Давление крови измеряют при помощи прибора:**

- а) фонендоскопа;
- б) тонометра;
- в) пульсотактографа;
- г) кардиографа;
- д) спирографа.

**41. Вызывает угнетение деятельности сердца повышение содержания в крови:**

- а) адреналина;
- б) норадреналина;
- в) ионов калия;
- г) ионов кальция.

## **2.3. ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАНИЯ**

### **2.3.1. Общая характеристика дыхательной системы**

*Дыхание* – это процесс поступления кислорода в организм и выведение из него углекислого газа.

*Различают дыхание:*

1) *внешнее* – совокупность физиологических процессов, обеспечивающих газообмен между организмом и внешней средой. Газообмен осуществляется органами дыхания;

2) *внутреннее* – окислительные процессы в клетках, в результате которых выделяется энергия. Освободившаяся в процессе внутреннего дыхания энергия идет на обеспечение жизнедеятельности организма. При освобождении энергии в качестве побочного продукта обмена образуется углекислый газ. Обеспечение клеток кислородом и выведение из них углекислого газа происходит с помощью крови.

К органам дыхания относятся *носовая полость, глотка, гортань, трахея, бронхи и легкие*.

Большинство из них представляет собой воздухоносные пути и служит для проведения воздуха в легкие. В легких происходят процессы газообмена.

*Функции дыхательной системы:*

- 1) обеспечение клеток организма кислородом;
- 2) удаление из организма углекислого газа;
- 3) окисление органических соединений с выделением энергии, необходимой для жизнедеятельности;
- 4) удаление конечных продуктов обмена веществ (аммиака, сероводорода, паров воды и др.).

### 2.3.2. Морфофизиологическая характеристика воздухоносных путей и легких

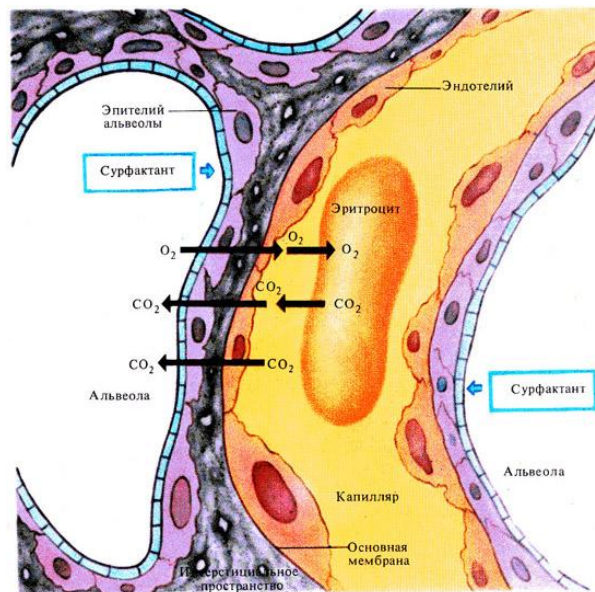
Воздухоносные пути начинаются с *носовой полости*, которая через ноздри соединяется с окружающей средой. Носовая полость делится костно-хрящевой *перегородкой* на две половины. На боковых стенках полости носа располагаются *носовые раковины* – по 3 с каждой стороны, что увеличивает внутреннюю поверхность носа, с которой соприкасается вдыхаемый воздух. Носовая полость образована тремя извилистыми *носовыми ходами*. По ним воздух проходит в носоглотку. В слизистой оболочке носовой полости расположены железы, которые выделяют слизь, увлажняющую вдыхаемый воздух. Кровеносные сосуды слизистой оболочки согревают воздух. На влажной поверхности слизистой оболочки задерживаются пылинки и микробы и обезвреживаются слизью и лейкоцитами. Слизистая оболочка выстлана мерцательным эпителием. Его клетки имеют реснички, которые сокращаются и выводят наружу из носовой полости слизь с пылинками и микробами. Также в полости носа имеются обонятельные рецепторы. Из носовой полости воздух попадает в *глотку*, а из нее – в *гортань*.

*Гортань* – имеет вид воронки, стенки которой образованы несколькими хрящами. Вход в гортань во время проглатывания пищи закрывается надгортанником и щитовидным хрящом, который можно прощупать снаружи. Гортань проводит воздух из глотки в трахею.

Гортань является органом звукообразования и членораздельной речи. В гортани между передним и задним хрящами имеются *голосовые связки*, образующие голосовую щель. Звук голоса возникает в результате колебания голосовых связок при выдыхании воздуха. В формировании речи участвуют также носовая полость, губы, язык, мягкое небо и мимические мышцы.

Гортань переходит в *трахею*, которая представляет собой трубку длиной около 10 см и диаметром 15–18 мм, стенки которой состоят из хрящевых полуколец, соединенных между собой связками. Полость трахеи выстлана реснитчатым эпителием, препятствующим проникновению в легкие пыли и других инородных тел. Задняя стенка перепончатая, содержит гладкие мышечные волокна и прилегает к пищеводу. Изнутри трахея покрыта слизистой оболочкой, содержащей железы. Трахея делится на 2 *главных бронха*, которые входят в правое и левое легкое и в них разветвляются на мельчайшие воздухоносные трубочки – *бронхиолы*, образуя *бронхиальное дерево*. На

бронхиальных веточках находятся легочные пузырьки – *альвеолы*, диаметром 0,15–0,25 мм, заполненные воздухом. *Альвеола* является функциональной единицей легких. Внутренняя поверхность альвеол покрыта пленкой из фосфолипидов – *сурфактантом*, которая препятствует слипанию их стенок в период выдоха за счет снижения поверхностного натяжения жидкости (*рис. 51*). Альвеолы оплетены капиллярами. Через их стенки происходит газообмен: в кровь из альвеолы поступает кислород, а обратно – углекислый газ. В легких имеется несколько сотен миллионов альвеол.



*Рис. 51. Барьер между кровью и альвеолярным воздухом*

*Легкие* – занимают почти всю грудную полость и представляют собой упругие губчатые органы. В центральной части легкого располагаются *ворота*, куда входят бронх, легочная артерия, нервы, а выходят легочные вены. Правое легкое делится бороздами на 3 доли (*верхнюю, среднюю и нижнюю*), а левое – на 2 доли (*верхнюю и нижнюю*). Снаружи легкие покрыты тонкой соединительнотканной пленкой – *легочной плеврой*, которая переходит на внутреннюю стенку грудной полости и образует *пристеночную плевру*. Между этими двумя пленками находится *плевральная полость*, заполненная жидкостью, уменьшающей трение при дыхании.

Цвет нормальных легких в детском возрасте бледно-розовый, а у взрослых они становятся темно-серыми с синеватым оттенком в результате отложения в них пыли.

### 2.3.3. Механизм вдоха и выдоха

У взрослого человека частота дыхания составляет 16–18 дыхательных движений в минуту. Она зависит от интенсивности обменных процессов и газового состава крови.

*Дыхательный цикл* состоит из 3 фаз:

1. **Фаза вдоха** – продолжается 0,9–4,7 с. Вдох начинается под влиянием импульсов, поступающих из дыхательного центра к дыхательным мышцам, вызывая их сокращение. Межреберные мышцы приподнимают ребра, сокращается диафрагма и становится менее выпуклой, в результате объем грудной клетки увеличивается, легкие расширяются (рис. 52). Внутриплевральное давление становится ниже атмосферного и воздух поступает в легкие.

2. **Фаза выдоха** – 1,2–6,0 с. В результате прекращения поступления импульсов к дыхательным мышцам они расслабляются, ребра опускаются, выпуклость диафрагмы увеличивается, объем грудной клетки уменьшается, легкие сжимаются. Импульсы из дыхательного центра направляются к выдыхательным мышцам и происходит выдох. При этом внутрилегочное давление становится равным атмосферному.

3. **Дыхательная пауза** – может отсутствовать.

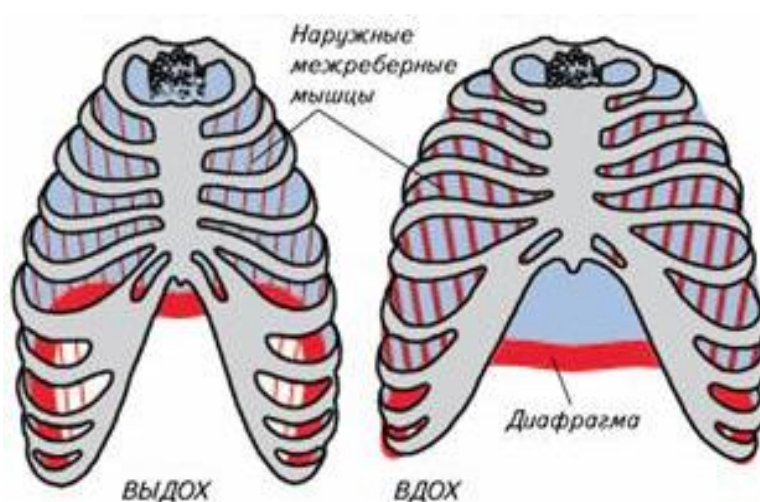


Рис. 52. Расположение ребер и диафрагмы при вдохе и выдохе

В механизме вдоха и выдоха большое значение имеет *эластическая тяга легких*, т. е. стремление легких уменьшить свой объем. Она обусловлена наличием эластических волокон в стенке альвеол и поверхностным натяжением пленки (сурфактантом), покрывающей внутреннюю поверхность альвеол.

Различают 3 типа дыхания:

- 1) *грудной* – осуществляется при участии межреберных мышц и характерен для женщин и детей до 10 лет;
- 2) *брюшной* – происходит за счет сокращений диафрагмы и характерен для мужчин;
- 3) *смешанный* – наблюдается при равномерной работе всех дыхательных мышц и отмечается у тренированных людей.

### 2.3.4. Газообмен в легких и тканях

В процессе газообмена выделяют 3 фазы (рис. 53):

- 1) *внешнее (легочное) дыхание*;
- 2) *перенос газов кровью*;
- 3) *внутреннее (тканевое) дыхание*.

**Внешнее дыхание** объединяет все процессы, происходящие в легком. Оно осуществляется дыхательным аппаратом, к которому относятся грудная клетка с мышцами, диафрагма и легкие с воздухоносными путями.

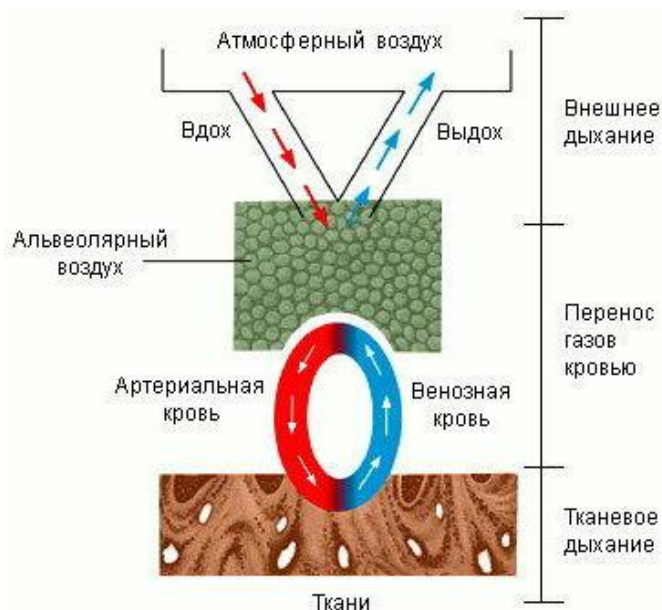


Рис. 53. Газообмен между внешней средой и организмом (этапы дыхания)

Содержание газов во вдыхаемом и выдыхаемом воздухе неодинаково. Во вдыхаемом воздухе содержится почти 21 % кислорода, 79 % азота, 0,03 % углекислого газа и небольшое количество водяных паров и инертных газов. В выдыхаемом воздухе – 16 % кислорода, 4 % углекислого газа, увеличивается содержание паров, а количество азота и инертных газов не меняется.

Переход кислорода и углекислого газа из одной среды в другую происходит по законам диффузии от большей концентрации к меньшей (рис. 54).

Кровь, которая течет к легким от сердца (венозная), содержит мало кислорода и много углекислого газа; воздух в альвеолах, наоборот, содержит много кислорода и меньше углекислого газа. В результате этого через стенки альвеол и капилляров происходит диффузия – кислород переходит в кровь, а углекислый газ поступает из крови в альвеолы. В крови кислород проникает в эритроциты и соединяется с гемоглобином (рис. 55). Кровь, насыщенная кислородом, становится артериальной и по легочным венам поступает в левое предсердие.

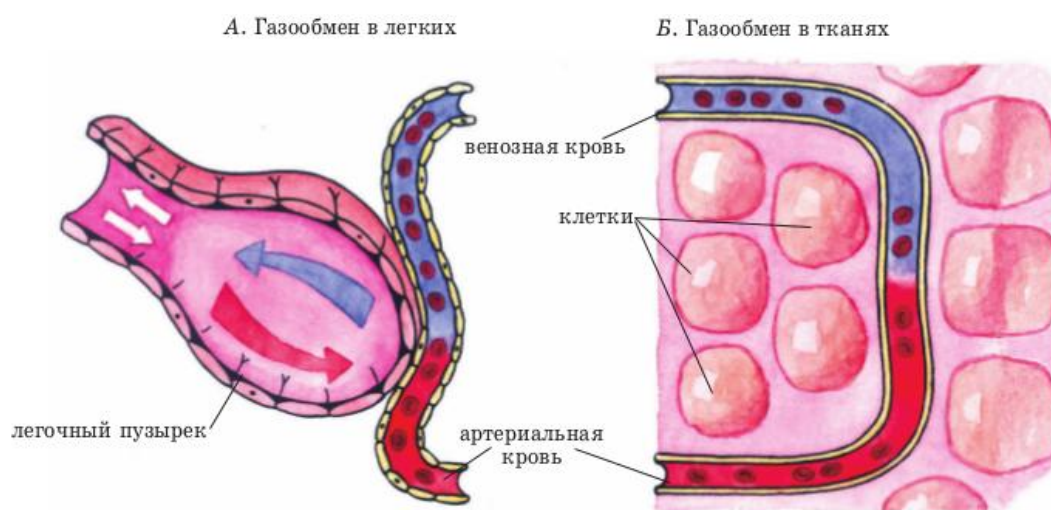


Рис. 54. Газообмен в легких и тканях

Обмен газов в тканях (**внутреннее дыхание**) осуществляется в капиллярах. Через их стенки кислород поступает из крови в тканевую жидкость и затем в клетки, где вступает в реакции окисления, а углекислота из тканей переходит в кровь. Концентрация кислорода в крови больше, чем в клетках, поэтому он легко проникает в них.

Концентрация углекислого газа в тканях выше, чем в крови. Поэтому он переходит в кровь, где связывается с химическими соединениями плазмы и гемоглобином, образуя *карбогемоглобин*, транспортируется кровью в легкие и выделяется в атмосферу. В венозной крови углекислый газ находится в связанном или растворенном состоянии в виде угольной кислоты, которая в капиллярах легких распадается на воду и углекислый газ. Угольная кислота может также вступать в соединения с солями плазмы, образуя бикарбонаты (рис. 55).

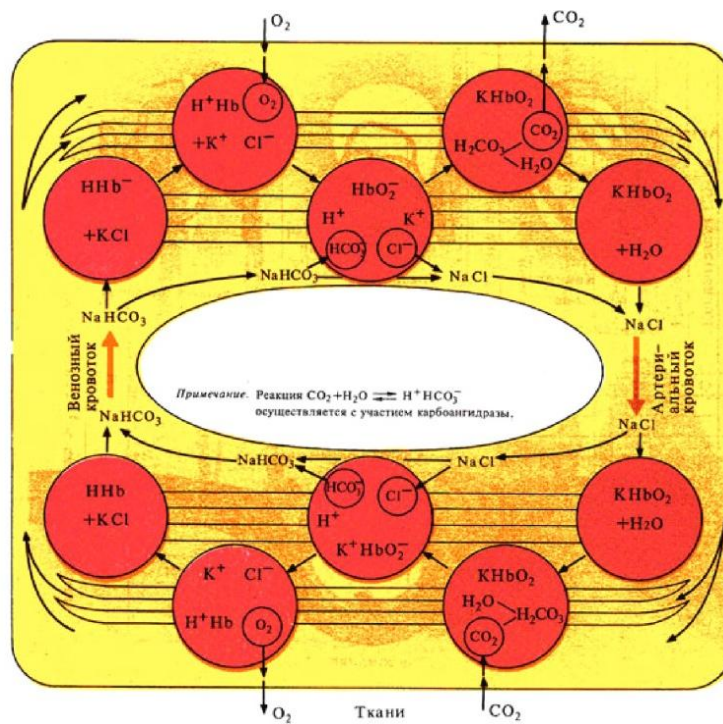


Рис. 55. Перенос газов кровью и газообмен в легких и тканях

В легких кислород насыщает венозную кровь, а углекислый газ из зоны высокой концентрации переходит в зону низкой концентрации.

### 2.3.5. Жизненная емкость легких

**Жизненная емкость легких (ЖЕЛ)** – наибольшее количество воздуха, которое человек может выдохнуть после самого глубокого вдоха.

Жизненная емкость легких состоит:

- 1) из **дыхательного объема ( $V_{дых.}$ )** – количество воздуха, поступающее в легкие при одном вдохе. В покое он равен примерно 0,5 л и соответствует объему выдыхаемого воздуха при одном выдохе;
- 2) **резервного объема вдоха ( $V_{рез. вдоха}$ )** – количество воздуха, поступающее в легкие, если после спокойного вдоха сделать усиленный дополнительный вдох. Он равен 1,5 л ( $1500 \text{ см}^3$ ) воздуха;
- 3) **резервного объема выдоха ( $V_{рез. выдоха}$ )** – количество дополнительного воздуха, выдыхаемое из легких при максимальном напряжении после спокойного выдоха. Он равен 1,5 л воздуха.

$$ЖЕЛ = V_{дых.} (0,5 \text{ л}) + V_{рез. вдоха} (1,5 \text{ л}) + V_{рез. выдоха} (1,5 \text{ л}).$$

ЖЕЛ у мужчин – от 3,5 до 4,8 л; у женщин – от 3,0 до 3,5 л.

У здоровых тренированных людей ЖЕЛ достигает 6–7 л. Измеряется жизненная емкость с помощью прибора *спирометра*.



### 2.3.6. Регуляция дыхания

Скорость и сила дыхательных движений регулируются *нервной системой*. Дыхательный центр располагается в продолговатом мозге (рис. 56).

В дыхательном центре автоматически возникают возбуждения, обеспечивающие чередование вдоха и выдоха. Саморегуляция дыхания проявляется в том, что вдох рефлекторно вызывает выдох, а выдох – вдох. Это происходит потому, что во время вдоха при растяжении легочной ткани в нервных рецепторах возникает возбуждение, которое передается продолговатому мозгу и вызывает активацию центра выдоха и торможение центра вдоха. Сокращение дыхательных мышц прекращается, они расслабляются, и происходит выдох.

При выдохе поток импульсов от рецепторов прекращается, центр выдоха перестает активизироваться, центр вдоха растормаживается, активизируется и наступает вдох.

*Гуморальная регуляция* дыхания состоит в том, что повышение концентрации углекислого газа в крови возбуждает дыхательный центр. При этом частота и глубина дыхания увеличиваются. Уменьшение содержания углекислого газа в крови понижает возбудимость дыхательного центра. При этом частота и глубина дыхания уменьшаются.

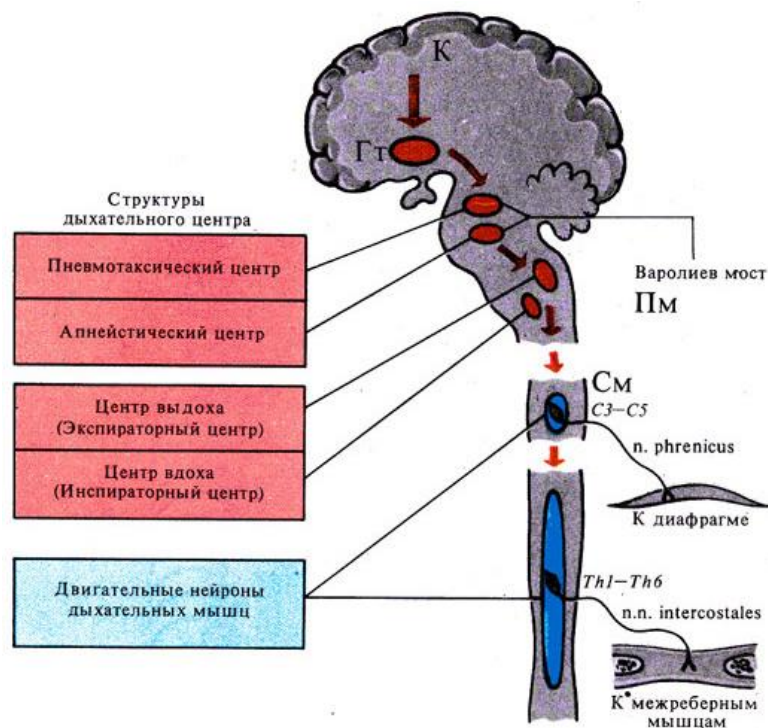


Рис. 56. Дыхательный центр и нервные структуры, участвующие в обеспечении дыхания:

К – кора мозга; Гт – гипоталамус; Пм – продолговатый мозг;  
См – спинной мозг; С – шейный отдел; Th – грудной отдел

Формой дыхательной деятельности являются *чихание* и *кашель*.

***Чихание*** – это сильный и быстрый рефлекторный выдох через ноздри после короткого глубокого вдоха, возникающий в результате раздражения рецепторов слизистой оболочки носовой полости. Чихание является защитным безусловным рефлексом. Во время чихания удаляются вещества, которые раздражают слизистую верхних дыхательных путей (пыль, слизь, вещества с резким запахом и т. д.). При этом чихание является симптомом многих респираторных и аллергических заболеваний. При чихании происходит распространение воздушно-капельным путем возбудителей многих инфекций (грипп, корь, ветряная оспа и др.).

***Кашель*** – резкий рефлекторный выдох через рот, вызванный сокращениями мышц дыхательных путей из-за раздражения рецепторов гортани. Кашель – защитно-приспособительная реакция, обеспечивающая очищение дыхательного тракта от раздражающих агентов и инородных тел. Кашель является безусловным рефлексом.

## Лабораторное занятие 10

### ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАНИЯ

**Цель занятия:** ознакомиться с методами исследования дыхательной системы – осмотром и пальпацией грудной клетки, перкуссией и аускультацией легких, инструментальными методами (рентгенологическими, эндоскопическими методами и спирометрией) и лабораторными методами исследования; освоить метод спирометрии и определить жизненную емкость легких и ее составные части у человека.

#### 10.1. Методы исследования дыхательной системы

##### Осмотр грудной клетки

Для проведения осмотра дыхательной системы необходимо знать топографию легких.

*Схема осмотра:*

➤ оценка формы грудной клетки. Различают следующие формы грудной клетки:

1) *правильная* – определяется по величине эпигастрального угла, образуемого парой нижних ребер (у нормостеников он равен  $90^\circ$ , у астеников – менее  $90^\circ$  и более  $90^\circ$  – у гиперстеников), а также по прилеганию лопаток к грудной клетке;

2) *патологическая* – бочкообразная, рахитическая, воронкообразная, ладьевидная, искривление позвоночника. Деформация грудной клетки оказывает неблагоприятное влияние на функцию дыхательной и сердечно-сосудистой систем;

➤ определение типа и частоты дыхания. Различают *грудной* и *брюшной* тип дыхания. Частота дыхания: 16–20 в 1 мин;

➤ оценка симметричности грудной клетки;

➤ мышечные симптомы;

➤ голосовое дрожание.

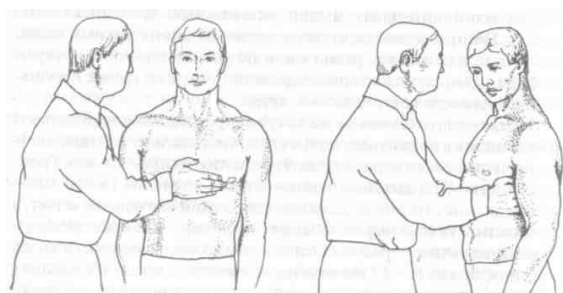
##### Пальпация грудной клетки

Позволяет уточнить форму грудной клетки и характер дыхания, установить место и степень выраженности болезненности, определить эластичность грудной клетки, феномен «голосового дрожания»,

шум трения плевры и шум плеска жидкости (рис. 57). В норме грудная клетка упругая, податливая.

*Голосовое дрожание* – это сила проведения голоса на поверхность грудной клетки. Усиление голосового дрожания наблюдается при уплотнении и безвоздушности части или целого легкого (при пневмонии, туберкулезе и др.). Ослабление голосового дрожания наблюдается при скоплении в плевральной полости жидкости или газа, которое оттесняет легкое от грудной клетки, у истощенных больных, при ожирении, закрытии просвета бронхов опухолью.

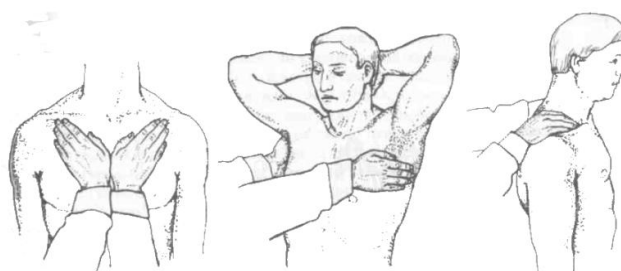
В норме голосовое дрожание выражено умеренно, одинаково над симметричными участками грудной клетки (рис. 58, 59).



**а**

**б**

*Рис. 57. Определение резистентности грудной клетки путем сдавления ее в переднезаднем (а) и поперечном (б) направлениях*

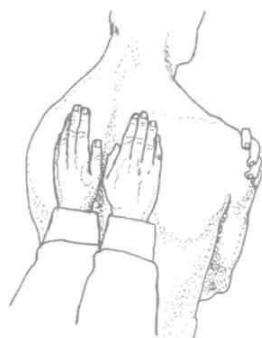


**а**

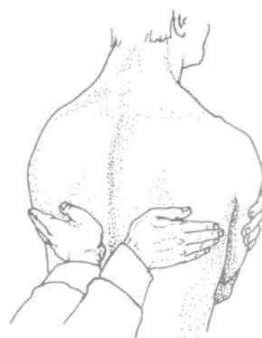
**б**

**в**

*Рис. 58. Определение голосового дрожания на передней (а) и боковых (б) поверхностях грудной клетки и над верхушками легких (в)*



**а**



**б**

*Рис. 59. Определение голосового дрожания в межлопаточном пространстве (а) и подлопаточных областях (б)*

## **Перкуссия легких**

Перкуссия позволяет получить информацию о легких через грудную стенку. Различная плотность тканей, содержащих разное ко-

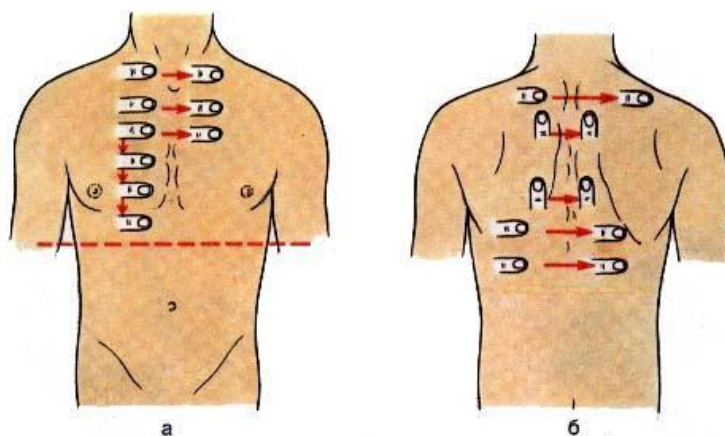
личество воздуха, соответствует разному звучанию перкуторного звука. Громкость, высота и продолжительность звука при перкуссии грудной клетки зависят от плотности и упругости перкутируемого участка. Чем меньше содержание воздуха в перкутируемой зоне и больше плотных элементов, тем звук более тихий, короткий, тупой.

Перкуторный звук над легкими в норме у здорового человека называется *ясным легочным* (это громкий, довольно низкий звук).

При патологических процессах в легких перкуторный звук становится более коротким, высоким, т. е. притупленным.

*Условия проведения перкуссии:*

- 1) положение больного сидячее или стоячее;
- 2) теплое и тихое помещение;
- 3) палец-плессиметр должен быть плотно прижат к перкутируемой поверхности;
- 4) при проведении топографической перкуссии палец-плессиметр устанавливается параллельно границе легких;
- 5) сравнительная перкуссия проводится в симметричных отделах грудной клетки (справа и слева) (*рис. 60*).



*Рис. 60. Сравнительная перкуссия (красными стрелками обозначено направление движения пальца при перкуссии; пунктиром – уровень VI ребра): а – вид спереди; б – вид сзади*

### **Аускультация легких**

Для определения дыхательных шумов используют стетоскопы.

*Условия проведения аускультации:*

- 1) положение больного стоя или сидя;
- 2) дыхание больного должно быть ровным и средней глубины;
- 3) аускультацию проводят на симметричных участках грудной клетки;

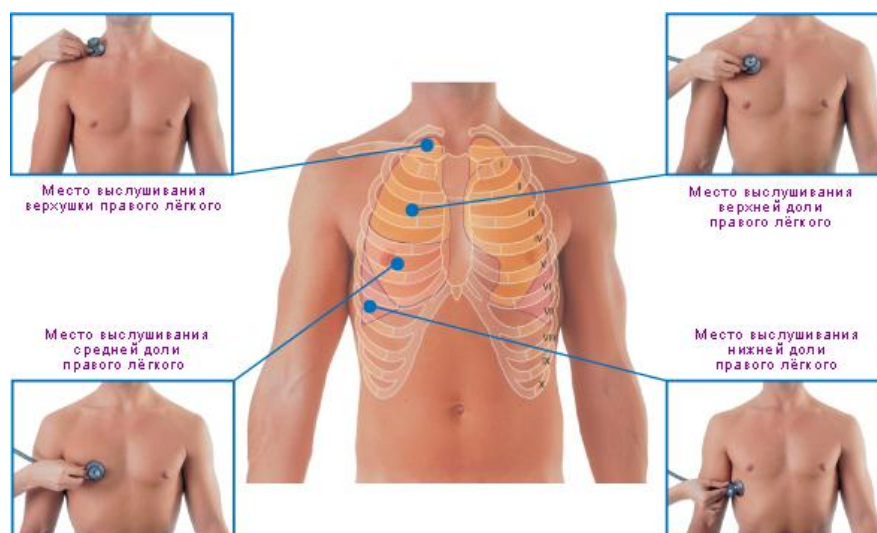
4) в месте расположения сердца легкие не выслушиваются;

5) при аускультации в боковых отделах просят больного заложить руки за голову, при выслушивании сзади просят наклониться вперед для расхождения лопаток. В каждой точке аускультацию проводят в течение 2–3 дыхательных движений (*рис. 61*).

При аускультации оценивают тембр, громкость, продолжительность звучания дыхательных шумов. При отсутствии патологии выслушиваются нормальные дыхательные шумы – *везикулярное* и *бронхиальное дыхание*.

*Везикулярное дыхание* – воспринимается как непрерывный, равномерный, мягкий, дующий шум, напоминающий звук «Ф». Оно выслушивается в течение всего вдоха и в начальной трети выдоха.

*Бронхиальное дыхание* – это дыхание выслушивается над гортанью и трахеей во время вдоха и всего выдоха, напоминает звук «Х».



*Рис. 61. Точки аускультации легких*

## **ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

### ***Рентгенологический метод***

К нему относятся *рентгеноскопия, рентгенография, томография, бронхография и флюорография*.

1) *рентгеноскопия* – позволяет определить прозрачность легочных полей, обнаружить очаги уплотнения в легочной ткани, инородные тела трахеи и бронхов, выявить наличие жидкости или воздуха в плевральной полости;

2) **рентгенография** – позволяет регистрировать на рентгеновской пленке патологические изменения;

3) **томография** – позволяет производить послойное исследование легких для более точной диагностики патологических образований в легких;

4) **бронхография** – применяется для исследования бронхов с использованием контрастных веществ. Метод направлен на диагностику опухолей, сужений и расширений бронхов;

5) **флюорография** – применяется для массового обследования населения и является методом массовой профилактической диагностики.

### ***Эндоскопические методы***

1) **бронхоскопия** – позволяет оценить слизистую трахеи и бронхов, является методом диагностики гнойных и опухолевых заболеваний бронхов. Бронхоскопия является как диагностической, так и лечебной процедурой, позволяющей удалять инородные тела, гной и вводить лекарственные средства. Многие эндоскопические приборы снабжены устройством для биопсии;

2) **торакоскопия** – применяется для осмотра плевры, разъединения плевральных спаек.

### ***Спирометрия***

**Спирометрия** – метод измерения легочных объемов с помощью спирометра.

## ***ЛАБОРАТОРНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ***

К лабораторным методам относятся **клинические, биохимические, иммунологические анализы.**

Необходимыми лабораторными методами исследования при заболеваниях органов дыхания являются:

- 1) исследование мокроты;
- 2) исследование промывных вод бронхов;
- 3) исследование плевральной жидкости.

## 10.2. Спирометрия

**Спирометрия** – метод измерения легочных объемов с помощью спирометра.

**Жизненная емкость легких (ЖЕЛ)** – максимальный объем воздуха, который можно выдохнуть после самого глубокого вдоха. У человека ЖЕЛ равна 3500–5000 мл. Испытуемый делает максимально глубокий вдох и затем максимально глубокий выдох в спирометр через мундштук. По шкале спирометра отмечают объем воздуха.

ЖЕЛ является показателем подвижности легких и грудной клетки. Даже при максимальном выдохе в легких остается немного воздуха, этот объем называют **остаточным**.

**Остаточный объем (ОО)** – это объем воздуха, который остается в легких после максимального выдоха. Равен 1000–1500 мл. Этот воздух остается в легких и после смерти. В состав ЖЕЛ остаточный воздух не входит.

**Общая (максимальная) емкость легких (ОЕЛ)** – это сумма дыхательного, резервных (вдох и выдох) и остаточного объемов, составляет 5000–6000 мл.

ЖЕЛ равна сумме резервных объемов вдоха и выдоха и дыхательного объема (рис. 62).

**Резервный объем вдоха** – это объем воздуха, который человек может вдохнуть, если после нормального вдоха сделает максимальный вдох. Равен 1500–2000 мл. Испытуемый после нескольких спокойных вдохов и выдохов делает очередной вдох, задерживает на мгновение дыхание и, взяв мундштук в рот, делает максимально глубокий вдох из спирометра. По шкале определяют показания прибора.

**Резервный объем выдоха** – это объем воздуха, который человек может выдохнуть, если после нормального выдоха сделает максимальный выдох. Равен 1500–2000 мл. Испытуемый после спокойного выдоха задерживает дыхание и производит максимальный выдох через рот в спирометр. Записывают показания спирометра.

**Дыхательный объем (ДО)** – это объем воздуха, вдыхаемого и выдыхаемого при нормальном дыхании, равный в среднем 500 мл (300–900 мл). Из него около 150 мл составляет *объем воздуха мертвого пространства* в гортани, трахее, бронхах, который не принимает участия в газообмене. Испытуемый при спокойном дыхании делает не-



сколько выдохов в спирометр (вдох через нос, выдох через рот). После 4–6 дыханий записывают показания прибора. Полученный результат делят на количество дыхательных движений и определяют дыхательный объем.

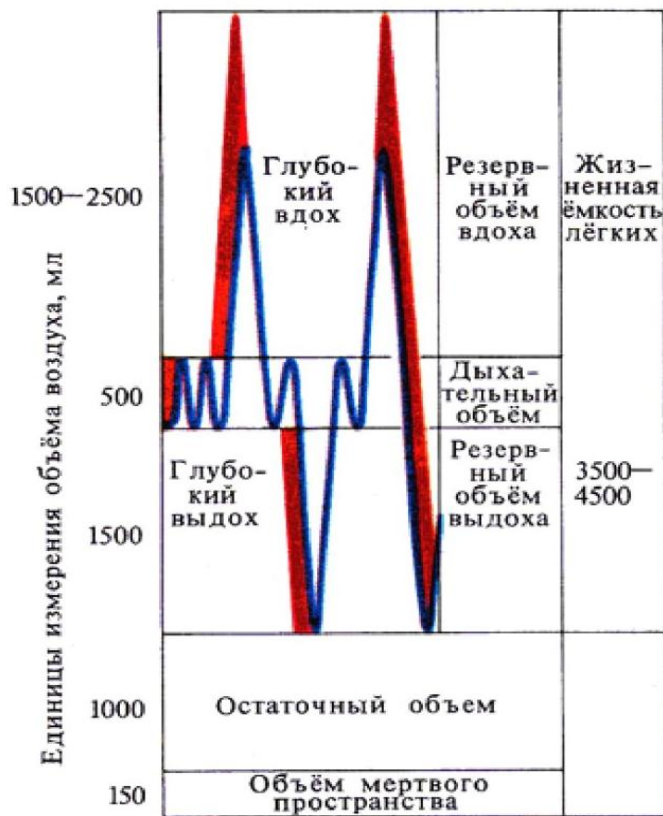


Рис. 62. Таблица легочных объемов

**Цель работы:** определить ЖЕЛ и ее составные части у человека с помощью спирометра.

**Материалы и оборудование:** спирометр сухой портативный; спирт этиловый; марлевые салфетки.

**Ход работы.** Для определения ЖЕЛ у человека используют спирометр водяной или сухой портативный (рис. 63).

Спирометр устанавливают в нулевое положение, обрабатывают мундштук и приступают к измерению легочных объемов (рис. 64).

После проведения всех измерений сумму дыхательного, дополнительного и резервного воздуха сравнивают с величиной ЖЕЛ. Разница не должна превышать 10 %.

У человека ЖЕЛ равна 3500–5000 мл, в том числе на дыхательный объем приходится 500–800 мл, на резервный объем вдоха и выдоха – по 1500–2000 мл. Величина остаточного воздуха – 1000 мл.



*Рис. 63. Спирометр сухой портативный ССП*



*Рис. 64. Измерение жизненной емкости легких*

### **Контрольные вопросы по теме «Физиология дыхания»**

1. Какое значение для организма имеет процесс дыхания? Что такое внешнее дыхание?
2. Как осуществляется вдох при спокойном дыхании?
3. Как осуществляется выдох при спокойном дыхании?
4. Роль диафрагмы в процессе вдоха и выдоха.
5. Что такое грудной и брюшной тип дыхания?
6. Какое значение имеют воздухоносные пути в процессе дыхания?
7. Факторы, обуславливающие газообмен в легких.
8. Спирометрия и ее значение.
9. Что такое жизненная емкость легких и почему в это понятие не включают объем остаточного воздуха?
10. Как определить минутный объем легких и из каких показателей он выводится?
11. Механизм газообмена в легких.
12. Перенос кислорода кровью.
13. Перенос углекислого газа кровью.
14. Обмен газов между кровью и тканями.
15. Чем по составу отличается выдыхаемый воздух от вдыхаемого?
16. Каков состав альвеолярного воздуха?
17. Дыхательный центр и его свойства.
18. Нейрогуморальная регуляция дыхания.

## **ТЕСТ «ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАНИЯ»**

### **1. Система органов дыхания включает в себя:**

- а) носовую полость, гортань, трахею, пищевод, легкие;
- б) носовую полость, глотку, гортань, пищевод, легкие;
- в) нос, носовую полость, глотку, трахею, легкие;
- г) носовую полость, глотку, гортань, трахею, легкие.

### **2. В состав процесса внешнего дыхания входит:**

- а) транспорт газов;
- б) газообмен между кровью и тканевой жидкостью;
- в) газообмен между легкими и внешней средой;
- г) газообмен между тканевой жидкостью и клеткой;
- д) газообмен между кровью и клеткой.

### **3. Внутреннее дыхание представляет собой:**

- а) потребление кислорода клетками и выделение ими углекислого газа;
- б) газообмен между альвеолярным воздухом и кровью;
- в) газообмен между легкими и внешней средой;
- г) газообмен между кровью и тканями;
- д) транспорт газов кровью.

### **4. Выведение двуокиси углерода в атмосферу осуществляется в результате процесса:**

- а) пищеварения;
- б) дыхания;
- в) кровообращения;
- г) терморегуляции;
- д) обмена веществ.

### **5. Процессом, обеспечивающим поступление кислорода в организм, является:**

- а) обмен веществ;
- б) кровообращение;
- в) дыхание;
- г) пищеварение;
- д) выделение.

**6. Процесс газообмена протекает:**

- а) в носовой полости;
- б) бронхах;
- в) трахее;
- г) легочных альвеолах;
- д) бронхиолах.

**7. При увеличении объема грудной клетки давление в плевральной полости:**

- а) уменьшается;
- б) возрастает;
- в) не изменяется.

**8. При уменьшении объема грудной клетки давление в плевральной полости:**

- а) уменьшается;
- б) возрастает;
- в) не изменяется.

**9. Когда при вдохе преобладает сокращение наружных межреберных мышц – это тип дыхания:**

- а) диафрагмальный;
- б) реберно-брюшной;
- в) грудной;
- г) смешанный;
- д) брюшной.

**10. Расширение грудной клетки, происходящее преимущественно за счет сокращения диафрагмы, наблюдается при типе дыхания:**

- а) грудном;
- б) реберном;
- в) брюшном;
- г) смешанном;
- д) реберно-брюшном.

**11. При равномерной работе всех дыхательных мышц наблюдается тип дыхания:**

- а) грудной;
- б) брюшной;
- в) диафрагмальный;
- г) реберный;
- д) смешанный.

**12. Воздух, остающийся в воздухоносных путях и не принимающий непосредственного участия в газообмене, это воздух:**

- а) альвеолярный;
- б) мертвого пространства;
- в) остаточный;
- г) резервный;
- д) выдыхаемый.

**13. Мертвое пространство – это:**

- а) легкие, бронхи, гортань;
- б) гортань, трахея, бронхи;
- в) альвеолы, легкие, носовая полость;
- г) трахея, носоглотка, альвеолы.

**14. Углекислый газ находится в венозной крови в виде:**

- а) карбоксилазы;
- б) карбамида;
- в) угольной кислоты;
- г) карбоангидразы.

**15. Углекислый газ в эритроцитах связывается с гемоглобином в соединение:**

- а) оксигемоглобин;
- б) метгемоглобин;
- в) карбогемоглобин;
- г) карбоксигемоглобин;
- д) миоглобин.

**16. Пленка, покрывающая внутреннюю поверхность альвеол, образована:**

- а) мезотелием;
- б) эндотелием;
- в) сурфактантом;
- г) гликокаликсом;
- д) стероидами.

**17. Препятствует слипанию альвеол наличие в них:**

- а) гликокаликса;
- б) эндотелия;
- в) адвентиции;
- г) мезотелия;
- д) сурфактанта.

**18. Спадению легких препятствует наличие в них:**

- а) гликокаликса;
- б) эндотелия;
- в) воды;
- г) сурфактанта;
- д) мезотелия.

**19. Функция сурфактанта:**

- а) иммунная защита;
- б) препятствует слипанию стенок альвеол;
- в) бактерицидное действие;
- г) облегчает обмен газов в легких;
- д) препятствует трению плевральных листков.

**20. Процентное содержание газов в выдыхаемом воздухе:**

- а) кислорода – 16, углекислого газа – 4, азота – 79;
- б) кислорода – 15, углекислого газа – 5, азота – 79;
- в) кислорода – 21, углекислого газа – 0,03, азота – 78,97;
- г) кислорода – 16,5, углекислого газа – 4,5, азота – 79;
- д) кислорода – 20,27, углекислого газа – 0,03, азота – 79,7.

**21. Процентное содержание газов во вдыхаемом воздухе:**

- а) кислорода – 21,97, углекислого газа – 0,03, азота – 78;
- б) кислорода – 15,5, углекислого газа – 5,5, азота – 79;
- в) кислорода – 21, углекислого газа – 0,03, азота – 79;
- г) кислорода – 15, углекислого газа – 5,03, азота – 79,97;
- д) кислорода – 16,3, углекислого газа – 4, азота – 79,7.

**22. Дыхательный центр располагается:**

- а) в продолговатом мозге;
- б) мозжечке;
- в) промежуточном мозге;
- г) коре головного мозга;
- д) среднем мозге.

**23. Приводит к полной остановке дыхания разрушение мозга:**

- а) спинного;
- б) среднего;
- в) мозжечка;
- г) продолговатого;
- д) коры.

**24. Основной отдел ЦНС, обеспечивающий чередование вдоха и выдоха, – это:**

- а) спинной мозг;
- б) продолговатый мозг;
- в) промежуточный мозг;
- г) лимбическая система;
- д) кора больших полушарий.

**25. Частота дыхательных движений в минуту в покое равна:**

- а) 6–10;
- б) 10–12;
- в) 16–20;
- г) 19–24;
- д) 25–30.

**26. Величина жизненной емкости легких равна, л:**

- а) 6–12;
- б) 3,5–5;
- в) 1–1,6;
- г) 12–15;
- д) 15–20.

**27. Объем воздуха, вдыхаемого и выдыхаемого при нормальном дыхании, называется:**

- а) остаточный объем;
- б) резервный объем;
- в) дыхательный объем;
- г) дополнительный объем;
- д) жизненная емкость легких.

**28. Объем воздуха, который человек может еще вдохнуть после очередного вдоха, называется:**

- а) остаточный объем;
- б) резервный объем вдоха;
- в) резервный объем выдоха;
- г) дополнительный объем;
- д) дыхательный объем.

**29. Объем воздуха, который человек может еще выдохнуть вслед за спокойным выдохом, называется:**

- а) остаточный объем;
- б) резервный объем вдоха;
- в) резервный объем выдоха;
- г) дополнительный объем;
- д) дыхательный объем.

**30. Дыхательный объем и резервные объемы вдоха и выдоха составляют:**

- а) общую емкость легких;
- б) жизненную емкость легких;
- в) резервную емкость легких;
- г) дыхательную емкость;
- д) остаточный объем.

**31. Как называется объем воздуха, остающийся в легких после максимального выдоха?**

- а) дыхательный объем;
- б) резервный объем;
- в) дополнительный объем;
- г) легочный объем;
- д) остаточный объем.



**32. Сумма остаточного, дыхательного и резервных объемов вдоха и выдоха составляет:**

- а) жизненную емкость легких;
- б) общую емкость легких;
- в) дополнительный объем;
- г) легочные объемы;
- д) грудное дыхание.

**33. Как называется максимальный объем воздуха, который можно выдохнуть после самого глубокого вдоха?**

- а) минутный объем дыхания;
- б) резервный объем дыхания;
- в) общая емкость легких;
- г) жизненная емкость легких;
- д) дополнительный объем дыхания.

**34. Остаточный объем легких – это объем воздуха:**

- а) оставшийся в легких после спокойного выдоха;
- б) оставшийся в легких после спокойного вдоха;
- в) оставшийся в легких после максимального выдоха;
- г) оставшийся в мертвом пространстве после вдоха;
- д) заполняющий невентилируемые альвеолы.

**35. Жизненной емкостью легких называется объем воздуха:**

- а) остающийся в легких после спокойного выдоха;
- б) выдыхаемый после спокойного вдоха;
- в) находящийся в легких на высоте самого глубокого вдоха;
- г) выдыхаемый после максимального вдоха;
- д) остающийся в легких после максимального выдоха.

**36. Резервный объем выдоха – это количество воздуха, которое можно:**

- а) максимально выдохнуть после максимального вдоха;
- б) спокойно выдохнуть после спокойного вдоха;
- в) спокойно выдохнуть после максимального вдоха;
- г) максимально выдохнуть после спокойного выдоха;
- д) обнаружить в легких после максимального выдоха.

**37. Резервный объем вдоха – это количество воздуха, которое можно дополнительно вдохнуть:**

- а) после максимального выдоха;
- б) после спокойного выдоха;
- в) после спокойного вдоха;
- г) после максимального вдоха;
- д) после гипервентиляции.

**38. Жизненную емкость легких можно определить:**

- а) оксигемометром;
- б) калориметром;
- в) тонометром;
- г) спирометром;
- д) фонендоскопом.

**39. Метод, который позволяет определить жизненную емкость легких:**

- а) пневмография;
- б) газовый анализ;
- в) спирометрия;
- г) ринография;
- д) сфигмография.

## 2.4. ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ

### 2.4.1. Сущность процесса пищеварения

**Пищеварение** – это процесс расщепления сложных органических веществ на более простые, которые могут всасываться и усваиваться организмом.

В пищеварительной системе различают:

1. **Пищеварительный канал (тракт)** – представляет собой полую трубку длиной 8–10 м, имеющую отверстия на обоих концах. Стенка канала состоит из 4 слоев (*рис. 65*):

1) **слизистая оболочка** – внутренний слой – выстлана эпителием. В нем содержатся железы, выделяющие слизь и пищеварительные соки;

2) **подслизистый слой** – образует многочисленные складки и этим увеличивает поверхность пищеварительного тракта. Он пронизан кровеносными и лимфатическими сосудами и нервными сплетениями;

3) **мышечная оболочка** – в верхних отделах пищеварительной трубки представлена поперечнополосатой мышечной тканью, а в нижних отделах – гладкой мышечной тканью. Мышцы располагаются в 2 слоя – *круговой* и *продольный*. В результате сокращения мышечной оболочки пища продвигается по пищеварительному каналу;

4) **серозная оболочка** – наружный слой – образована соединительной тканью, отделяющей пищеварительную трубку от окружающих тканей и органов.

Пищеварительный канал состоит из нескольких отделов: *ротовая полость, глотка, пищевод, желудок, тонкий и толстый кишечник*, заканчивающийся прямой кишкой и анальным отверстием. Каждый этап пищеварения проходит в определенном отделе пищеварительного тракта под действием определенных пищеварительных соков.

2. **Пищеварительные железы** – сообщаются с пищеварительным каналом через выводные протоки. К ним относятся *слюнные железы, желудочные, кишечные, поджелудочная железа и печень*. Они выполняют секреторную функцию.

В организме пищевые продукты измельчаются, смачиваются, расщепляются на более простые соединения, растворяются в воде и всасываются в кровь и лимфу. Вода, минеральные соли и витамины

усваиваются в том виде, в каком они находятся в пище. Молекулы белков, углеводов и жиров не могут пройти через стенку пищеварительного канала, поэтому подвергаются химическим изменениям под действием ферментов.

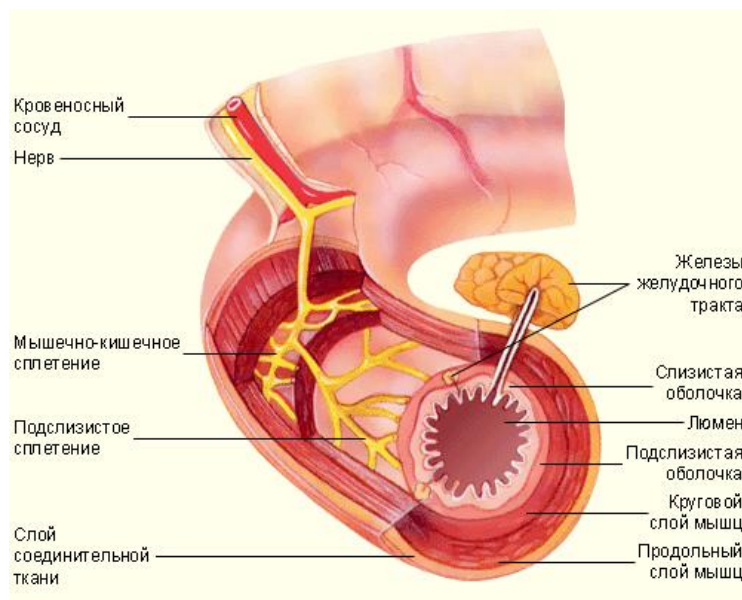


Рис. 65. Поперечный разрез желудочного тракта

**Ферменты** – биологически активные белковые вещества, которые ускоряют химические реакции.

*Свойства ферментов:*

1) специфичность действия – каждый фермент расщепляет питательные вещества только определенной группы (белки, жиры или углеводы) и не расщепляет другие;

2) действуют только в определенной химической среде (щелочной или кислой);

3) наиболее активно действуют при температуре тела, а при температуре 70–100 °С ферменты разрушаются;

4) небольшое количество фермента может расщепить большую массу органического вещества.

Химическая переработка пищи обеспечивается 3 группами ферментов:

1) *амилолитические ферменты (амилазы)* – расщепляют углеводы до глюкозы;

2) *протеолитические ферменты (протеазы)* – расщепляют белки до аминокислот;

3) *липолитические ферменты (липазы)* – расщепляют жиры до жирных кислот и глицерина.

В зависимости от места протекания процессов гидролиза выделяют 2 типа пищеварения (рис. 66):

1) *полостное пищеварение* – характеризуется перевариванием питательных веществ под действием ферментов, выделяемых в полость пищеварительного тракта;

2) *пристеночное (мембранное) пищеварение* – характеризуется перевариванием питательных веществ ферментами, расположенными на поверхности слизистой оболочки тонкого кишечника.

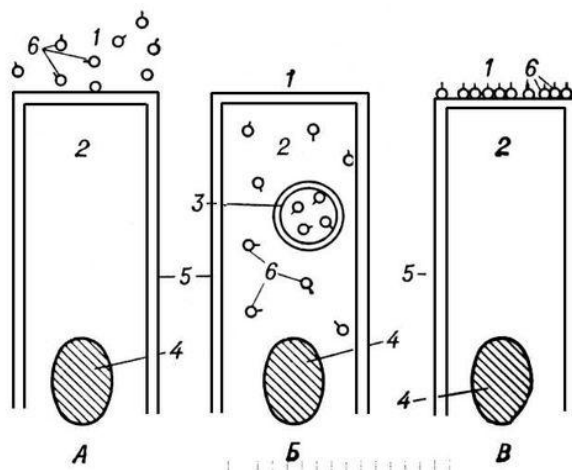


Рис. 66. Локализация гидролиза пищевых веществ при различных типах пищеварения:

*A* – внеклеточное, дистантное; *B* – внутриклеточное; *V* – мембранное пищеварение; 1 – внеклеточная жидкость; 2 – внутриклеточная жидкость; 3 – внутриклеточная вакуоль; 4 – ядро; 5 – клеточная мембрана; 6 – ферменты

### 2.4.2. Пищеварение в ротовой полости

**Ротовая полость** – начальный отдел пищеварительного тракта. У человека пища в ротовой полости находится 15–20 с. Здесь происходит механическая обработка пищи (пережевывание и измельчение) с участием зубов и языка и начальная химическая обработка углеводов пищи ферментами слюны.

В полость рта открываются протоки 3 пар слюнных желез: *околоушных, подъязычных* и *подчелюстных* (рис. 67). Имеется также много мелких слюнных желез в слизистой языка, щек и неба. Секрет слюнных желез – **слюна**. В среднем за сутки выделяется 1–2 л слюны. рН слюны 5,6–7,6. Слюна содержит 99 % воды и 1 % сухих веществ. В состав сухих веществ входят:

1) *минеральные вещества* – катионы калия, натрия, кальция, магния, анионы хлора;

2) *простые органические вещества* – мочевина, креатинин, глюкоза;

3) *ферменты* –  $\alpha$ -амилаза, мальтаза, лизоцим, небольшое количество нуклеаз;

4) *белки* – иммуноглобулины А, немного белков плазмы крови;

5) *муцин* – мукополисахарид, придающий слюне слизистые свойства.

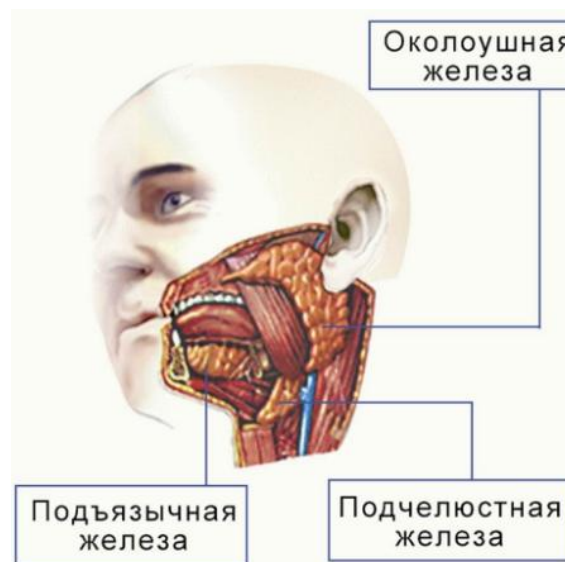


Рис. 67. Слюнные железы человека

### **Функции слюны:**

1) слюна играет защитную роль. Она смачивает слизистую рта и препятствует ее механическому раздражению. Лизоцим обладает антибактериальным действием. Защитную функцию обеспечивают также иммуноглобулины А. Со слюной из ротовой полости удаляются отвергаемые вещества;

2) смачивает пищу и растворяет ее некоторые компоненты;

3) способствует склеиванию пищевых частиц, формированию пищевого комка и его проглатыванию;

4) содержит ферменты, осуществляющие начальный гидролиз углеводов.  $\alpha$ -Амилаза расщепляет крахмал до декстринов. Мальтаза расщепляет мальтозу и сахарозу до глюкозы;

5) обеспечивает минерализацию зубов, так как содержит фосфор и кальций, т. е. выполняет трофическую функцию;

6) экскреторная функция – со слюной выделяется небольшое количество продуктов белкового обмена (мочевина, мочевая кислота), соли тяжелых металлов.

Регуляция слюноотделения происходит в основном *нервным путем* с помощью условного и безусловного рефлексов. Безусловно-рефлекторное слюноотделение возникает при раздражении рецепторов полости рта. От них нервные импульсы поступают по афферентным нервным волокнам в слюноотделительный центр продолговатого мозга. От центра импульсы по эфферентным нервам идут к слюнным железам (рис. 68). Условно-рефлекторное слюноотделение возникает на запах, вид пищи и обеспечивается корой больших полушарий, которая стимулирует центр слюноотделения.

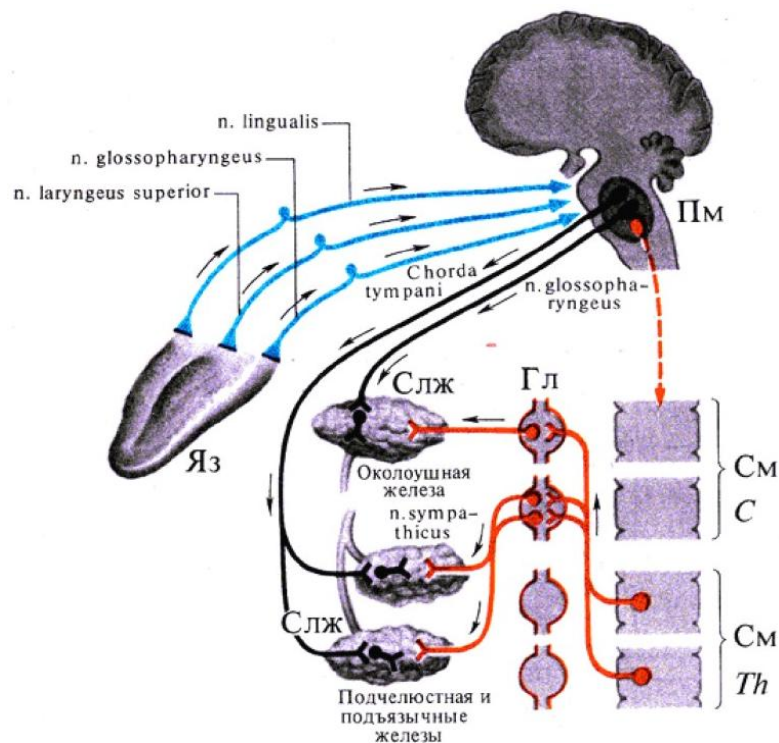


Рис. 68. Регуляция выделения слюны из околоушной, подчелюстной и подъязычной слюнных желез:

Пм – продолговатый мозг; Гл – симпатический ганглий; См – спинной мозг; С – шейный отдел; Th – грудной отдел; Яз – язык; Слж – слюнная железа

Регуляция слюноотделения осуществляется также *гуморальным путем*. Его стимулируют *ацетилхолин* и *гистамин*, а тормозит *тироксин*.

Подготовленная в ротовой полости пища проглатывается. В процессе глотания участвуют мышцы языка и глотки. При глотании пищевой комок попадает в *глотку*, а затем в *пищевод*.

**Пищевод** – трубка длиной около 25 см (рис. 69). В пищеводе никаких изменений пищи не происходит, так как в нем не секретируются пищеварительные соки. Он служит для проведения пищи в желудок.

*Желудок* – мешкообразное расширение пищеварительного канала объемом около 2–3 л. В местах впадения пищевода в желудок и перехода желудка в тонкий кишечник имеются *сфинктеры* (сжиматели), регулирующие движение пищи (рис. 70).

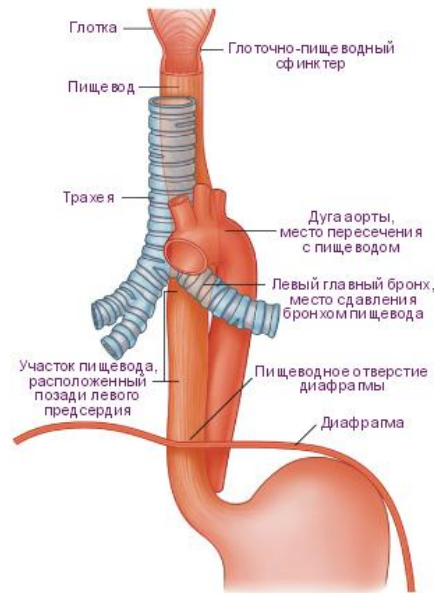


Рис. 69. Пищевод человека

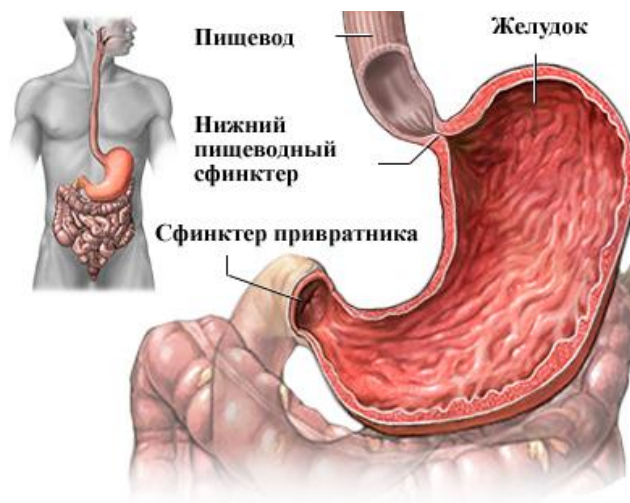


Рис. 70. Желудок человека

### 2.4.3. Пищеварение в желудке

**Желудок выполняет следующие функции:**

- 1) *депонирующая* – пища находится в желудке несколько часов;
- 2) *секреторная* – клетки слизистой желудка вырабатывают желудочный сок;
- 3) *моторная* – желудок обеспечивает перемешивание и перемещение пищевых масс в кишечник;



4) *всасывательная* – в желудке всасывается небольшое количество воды, глюкозы, аминокислот, спиртов;

5) *эксcretорная* – с желудочным соком в пищеварительный канал выводятся некоторые продукты обмена (мочевина, соли тяжелых металлов);

6) *гормональная* – в слизистой желудка имеются эндокринные клетки, вырабатывающие гормоны – *гастрин*, *гистамин*;

7) *защитная* – желудок является барьером для патогенной микрофлоры, а также вредных пищевых веществ (рвота).

Слизистая оболочка желудка содержит большое количество желез. Железы состоят из 3 типов клеток: *главных* (вырабатывают ферменты), *обкладочных* (выделяют соляную кислоту) и *добавочных* (выделяют слизь).

В результате сокращений стенок желудка пища перемешивается с соком, что способствует ее перевариванию. За сутки у человека выделяется от 1,5 до 2,5 л *желудочного сока*, который содержит 0,5 % *соляной кислоты*; *слизь*, защищающую слизистую оболочку от повреждений и переваривающего действия пепсина; а также *ферменты*:

1) *пепсин* – расщепляет сложные белки на более простые. Пепсин действует только в кислой среде, которая создается *соляной кислотой*;

2) *химозин (ренин)* – переваривает белок молока;

3) *липаза* – переваривает жиры молока.

Ферментов, действующих на углеводы, в желудочном соке нет. Крахмал пищи переваривается в желудке амилазой слюны.

Железы желудка выделяют сок только во время пищеварения.

Секреция желудочного сока происходит в 3 фазы:

1) *сложнорефлекторная фаза* – делится на *условно-рефлекторный* и *безусловно-рефлекторный периоды*. Условно-рефлекторный начинается с того момента, когда запах и вид пищи вызывают возбуждение обонятельного, зрительного и слухового анализаторов (*рис. 71*). В результате вырабатывается *запальный (аппетитный) желудочный сок*. Он обладает высокой кислотностью и большой ферментативной активностью. После попадания пищи в ротовую полость начинается безусловно-рефлекторный период. Пища раздражает рецепторы полости рта, глотки, пищевода. Нервные импульсы от них поступают по афферентным волокнам в пищевой центр продолговатого мозга. От него импульсы по эфферентным волокнам идут к желудочным железам, стимулируя их активность (*рис. 72*). Эта фаза длится около 2 ч, а пища переваривается в желудке в течение 4–8 ч;

2) *желудочная фаза* – начинается с момента поступления пищевого комка в желудок. Он раздражает рецепторы слизистой желудка, от которых нервные импульсы идут в центр пищеварения, а от него по нервным волокнам – к железистым клеткам. Одновременно импульсы поступают к эндокринным клеткам слизистой, которые начинают вырабатывать гормон *гастрин*. Гастрин стимулирует секрецию соляной кислоты. Также тучные клетки слизистой выделяют *гистамин*, который тоже усиливает выделение соляной кислоты;

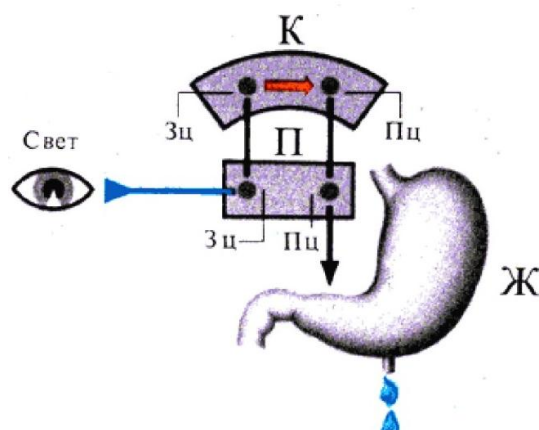


Рис. 71. Условный рефлекс на сокоотделение желудка: условный раздражитель – свет, подкрепление – пища, реакция – выделение желудочного сока; К – кора мозга; П – подкорка; Зц – зрительный центр; Пиц – пищевой центр; Ж – желудок

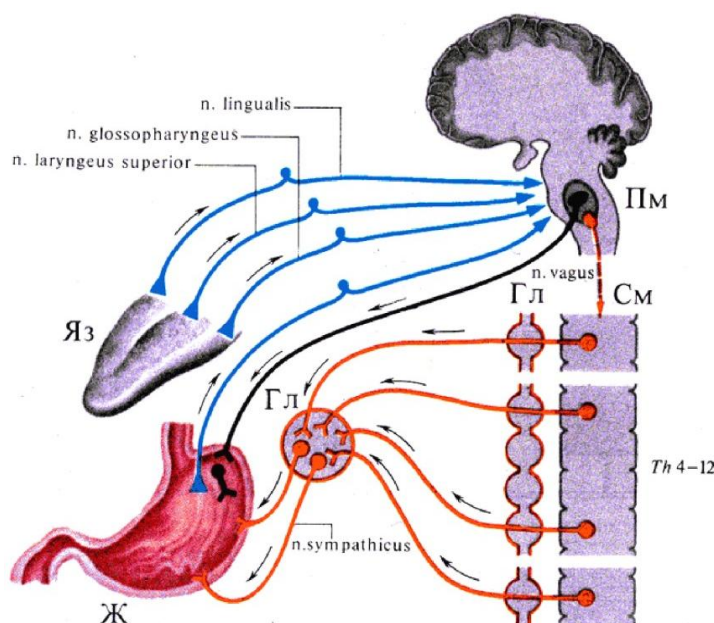


Рис. 72. Регуляция желудочного сокоотделения: Пм – продолговатый мозг; Гл – симпатический ганглий; См – спинной мозг; Th – грудной отдел; Яз – язык; Ж – желудок

3) *кишечная фаза* – начинается при переходе содержимого в двенадцатиперстную кишку. Раздражение рецепторов кишки и выделение ее эндокринными клетками гастрин стимулирует секрецию желудочного сока. Затем клетки слизистой кишки начинают вырабатывать гормон *секретин*, который тормозит желудочную секрецию. Кроме того, под влиянием жиров в кишке вырабатываются гормоны *желудочный ингибирующий пептид* и *панкреозимин*. Они также угнетают секрецию желудочного сока.

На желудочную секрецию влияет состав пищи. Наиболее сильными возбудителями секреции являются белки, а наиболее слабыми – жиры.

#### 2.4.4. Моторика желудка

Моторика желудка проявляется движениями 3 типов (рис. 73):

1) *перистальтические сокращения* – начинаются в верхних отделах желудка, откуда круговые сокращения распространяются к выходу из желудка. Перистальтика обеспечивает перемешивание и продвижение пищевой массы к кишечнику;

2) *тонические сокращения* – редкие сокращения участков желудка, способствующие перемешиванию пищевых масс;

3) *пропульсивные сокращения* – сильные сокращения конечного отдела желудка, обеспечивающие переход содержимого в двенадцатиперстную кишку. Скорость перехода пищевых масс в кишечник зависит от их консистенции и состава. Плохо измельченная пища дольше задерживается в желудке. Жидкая переходит быстро. Жирная пища тормозит этот процесс, а белковая ускоряет.

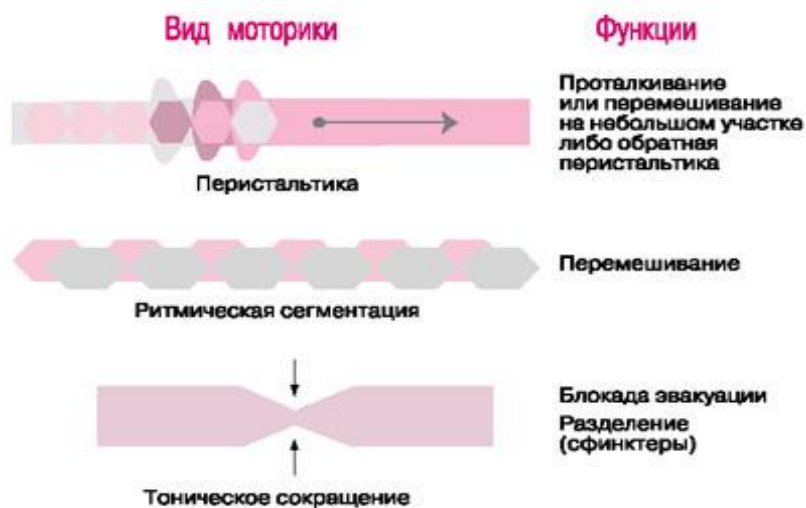


Рис. 73. Виды сокращений мышц в желудке

Регуляция моторной функции желудка осуществляется парасимпатическими и симпатическими нервами и гуморальными факторами. Симпатические нервы оказывают тормозящее влияние на моторику желудка. Гастрин и гистамин усиливают движения желудка, а секретин – тормозит.

Защитным рефлексом пищеварительного тракта является **рвота**. Она заключается в удалении желудочного содержимого. Рвоте предшествует тошнота. Рвотный центр расположен в продолговатом мозге. Рвота начинается с глубокого вдоха, после которого гортань закрывается. Желудок расслабляется. В результате сильных сокращений диафрагмы содержимое желудка выбрасывается наружу.

#### 2.4.5. Пищеварение в тонком кишечнике

**Тонкий кишечник** – имеет длину у взрослого человека 6–7 м и состоит из *двенадцатиперстной, тощей и подвздошной кишок* (рис. 74). Слизистая оболочка тонких кишок собрана в складки и покрыта ворсинками. В тонком кишечнике происходит окончательное расщепление питательных веществ и всасывание их в кровь.



Рис. 74. Тонкий кишечник человека

В двенадцатиперстную кишку открываются выводные протоки 2 пищеварительных желез – *поджелудочной железы* и *печени*. Здесь происходит переваривание пищевой массы под действием 3 *пищеварительных соков*: *поджелудочного, желчи* и *кишечного*.

**Поджелудочный сок** вырабатывается клетками поджелудочной железы. Это бесцветная жидкость щелочной реакции.  $pH = 7,4-8,4$ .

В течение суток выделяется 1,5–2 л сока. В состав сока входит 98,7 % воды и 1,3 % сухого остатка. Сухой остаток содержит:

1) *минеральные вещества* – катионы натрия, калия, кальция, магния, анионы хлора, гидрокарбонаты, фосфаты, сульфаты;

2) *простые органические вещества* – мочевины, мочевая кислота, креатинин, глюкоза;

3) *ферменты* – делятся на следующие группы:

а) *пептидазы* – трипсин, химотрипсин, эластаза, карбоксипептидазы А и В. Они расщепляют белки до полипептидов и аминокислот. Все эти ферменты выделяются в неактивной форме и активируются под действием кишечного фермента энтерокиназы;

б) *липазы* – панкреатическая липаза и фосфолипаза А. Расщепляют жиры и фосфолипиды до жирных кислот и глицерина;

в) *амилазы* –  $\alpha$ -амилаза (расщепляет крахмал до мальтозы) и мальтаза (расщепляет мальтозу до глюкозы);

г) *нуклеазы* – ДНК-аза и РНК-аза. Расщепляют нуклеиновые кислоты до нуклеотидов.

Выделяют 3 фазы поджелудочной секреции:

1) ***сложнорефлекторная фаза*** – включает *условно-рефлекторный* и *безусловно-рефлекторный периоды*. Выделение сока начинается через 2–3 мин после приема пищи. Это связано с воздействием условно-рефлекторных факторов на зрительный, слуховой и обонятельный анализаторы. При воздействии пищевых масс на рецепторы полости рта и глотки включаются безусловно-рефлекторные механизмы. Нервные импульсы от рецепторов поступают в секреторный центр продолговатого мозга. От него по эфферентным нервным волокнам они идут к клеткам поджелудочной железы (рис. 75);

2) ***желудочная фаза*** – начинается с момента поступления пищевого комка в желудок. Он раздражает рецепторы желудка, от которых импульсы идут в центр секреции и затем к поджелудочной железе. Стимуляторами секреции поджелудочного сока являются соляная кислота, продукты гидролиза жиров и углеводов, гастрин;

3) ***кишечная фаза*** – начинается после поступления пищевых масс в двенадцатиперстную кишку. Соляная кислота вызывает выделение клетками слизистой двенадцатиперстной кишки гормонов *секретина* и *холецистокинина-панкреозимина* (рис. 76). Также секрецию усиливают серотонин и инсулин. Тормозит выделение поджелудочного сока глюкагон и желудочный ингибирующий пептид.

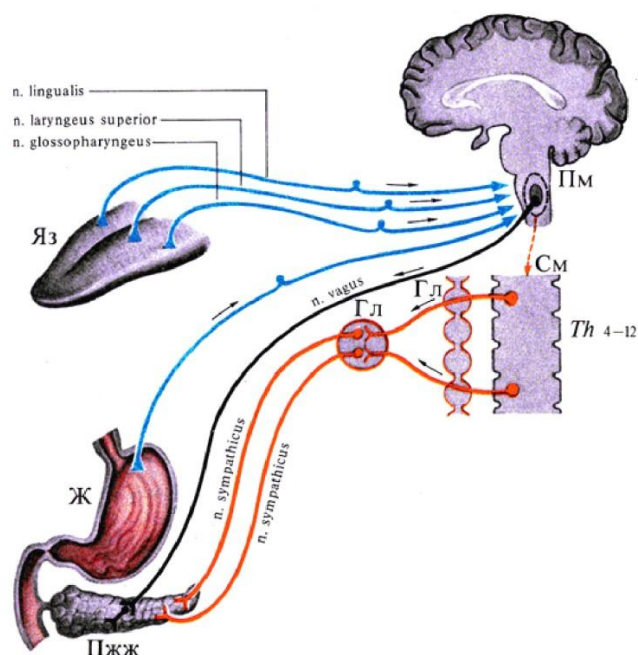


Рис. 75. Регуляция выделения сока поджелудочной железой:  
 Пм – продолговатый мозг; Гл – симпатический ганглий; См – спинной мозг;  
 Th – грудной отдел; Яз – язык; Ж – желудок; Пжж – поджелудочная железа

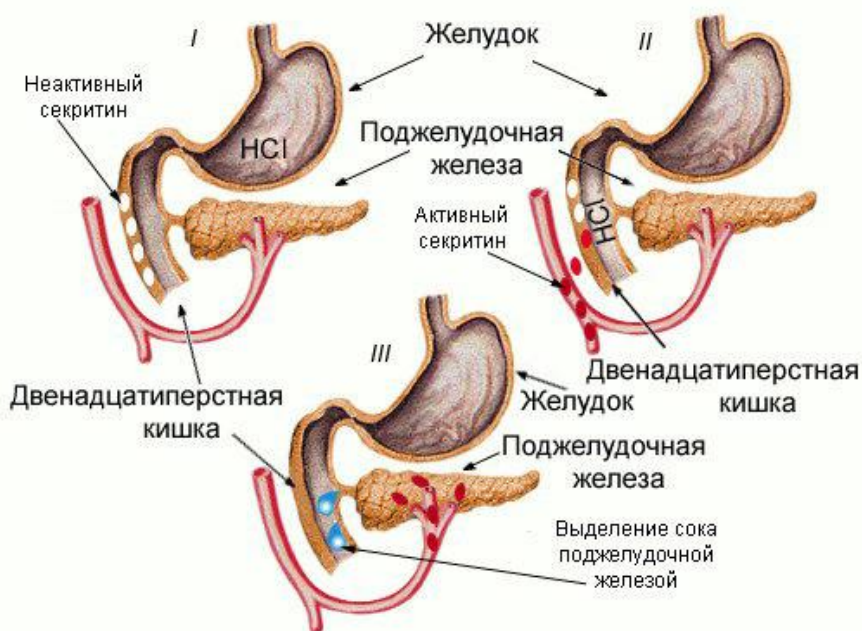


Рис. 76. Гуморальная регуляция сокоотделения поджелудочной железы:  
 I – секретин не активен, поджелудочная железа не выделяет сока;  
 II – соляная кислота активизирует секретин, который поступает  
 в сосудистое русло; III – секретин стимулирует секреторную  
 деятельность поджелудочной железы

**Желчь** вырабатывается клетками печени.

Печень – самая крупная пищеварительная железа (до 1,5 кг).

### **Функции печени:**

- 1) антитоксическая функция – в печени обезвреживаются токсические продукты, образующиеся в толстом кишечнике;
- 2) печень участвует в углеводном обмене. В ней происходит синтез и распад гликогена до глюкозы и синтез глюкозы из неуглеводных продуктов;
- 3) в печени происходит дезаминирование аминокислот и нуклеотидов. Образующийся аммиак нейтрализуется путем синтеза мочевины;
- 4) печень участвует в жировом обмене. Она преобразует жирные кислоты, в ней образуется холестерин, использующийся для синтеза ряда гормонов;
- 5) печень синтезирует альбумины и глобулины плазмы;
- 6) печень обеспечивает нормальное свертывание крови. В ней синтезируется фибриноген и гепарин;
- 7) печень является депо витаминов А, В, D, Е, К;
- 8) в печени депонируется кровь и разрушаются эритроциты с образованием из гемоглобина билирубина;
- 9) выделительная функция – печенью выделяются в желудочно-кишечный тракт холестерин, билирубин, мочевина, соединения тяжелых металлов;
- 10) в печени образуется желчь (около 1 л в сутки).

Желчь образуется в печени непрерывно, но в кишечник она поступает только при приеме пищи. Между периодами пищеварения желчь собирается в желчном пузыре.

**Печеночная желчь** – это жидкость золотисто-желтого цвета щелочной реакции. Ее рН = 7,4–8,6. Она состоит из 97,5 % воды и 2,5 % сухого остатка. В сухом остатке содержатся:

- 1) *минеральные вещества* – катионы натрия, калия, кальция, анионы хлора, гидрокарбонаты, фосфаты;
- 2) *желчные кислоты* – таурохолевая и гликохолевая;
- 3) *желчные пигменты* – билирубин и биливердин;
- 4) *холестерин и жирные кислоты*;
- 5) *мочевина, мочевая кислота, креатинин*;
- 6) *муцин*.

**Пузырная желчь** содержит 92 % воды и 8 % сухого остатка. Она более темная и густая.

### **Функции желчи:**

- 1) желчные кислоты эмульгируют жиры, превращая крупные жировые частицы в мелкие капли;

- 2) активирует ферменты кишечного и поджелудочного сока;
- 3) влияет на всасывание в тонком кишечнике, способствуя всасыванию жирных кислот и жирорастворимых витаминов;
- 4) нейтрализует кислую реакцию пищевых масс, поступающих из желудка;
- 5) стимулирует секрецию поджелудочного и кишечного соков;
- 6) усиливает моторику кишечника;
- 7) оказывает бактерицидное действие и препятствует развитию гнилостных процессов в кишечнике.

Регуляция желчеобразования и желчевыделения осуществляется нервными и гуморальными механизмами. Стимуляторами желчеобразования являются желчные кислоты и секретин (рис. 77). Парасимпатические нервы стимулируют выработку желчи, симпатические – тормозят.

В слизистой оболочке тонкой кишки имеется также много желез, выделяющих кишечный сок.

**Кишечный сок** – продукт желез и энтероцитов тонкого кишечника. Это жидкость желтоватого цвета с щелочной реакцией. рН сока 7,6–8,6. Он содержит 98 % воды и 2 % сухого остатка. В состав сухого остатка входят:

- 1) *минеральные вещества* – катионы натрия, калия, кальция, анионы хлора, бикарбонаты, фосфаты;
- 2) *простые органические вещества* – мочевины, креатинин, мочевая кислота, глюкоза, аминокислоты;
- 3) *муцин*;
- 4) *ферменты* – делятся на следующие группы:
  - а) *пептидазы* (энтерокиназа, аминополипептидаза, дипептидаза, катепсины) – расщепляют полипептиды до аминокислот;
  - б) *амилазы* (амилаза, сахараза, лактаза, мальтаза) – расщепляют полисахариды до мальтозы и глюкозы;
  - в) *липазы* – играют незначительную роль в переваривании жиров;
  - г) *фосфатазы* – отщепляют фосфорную кислоту от фосфолипидов;
  - д) *нуклеазы* (РНКаза и ДНКаза) – расщепляют нуклеиновые кислоты до нуклеотидов.

Регуляция секреции кишечного сока осуществляется нервными и гуморальными механизмами.



## 2.4.6. Пищеварение в толстом кишечнике

**Толстый кишечник** – имеет длину до 1,5 м и состоит из *слепой кишки, ободочной и прямой кишок* (рис. 78). Слизистая оболочка толстого кишечника не имеет ворсинок и содержит железы, вырабатывающие кишечный сок, содержащий мало ферментов, но много слизи.

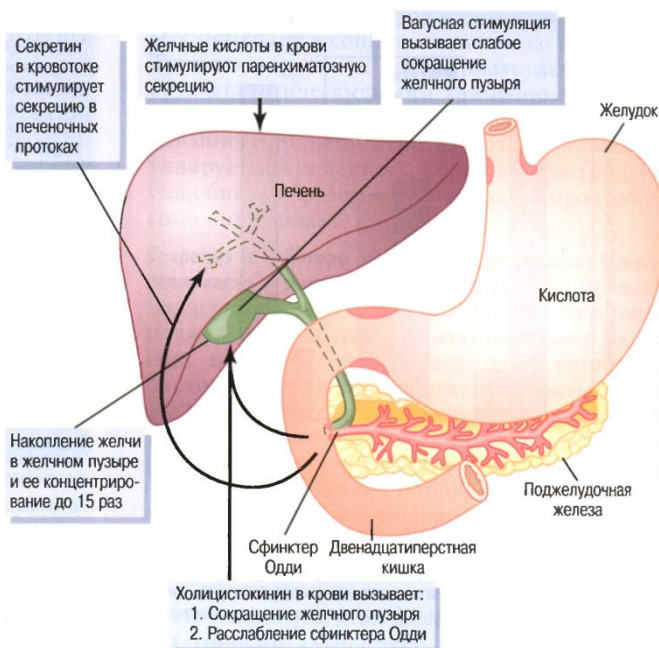


Рис. 77. Образование желчи и опорожнение желчного пузыря

**Кишечный сок** имеет щелочную реакцию, его рН = 8,0–9,0. Сок состоит из 99 % воды и 1 % сухого остатка. В его состав входят:

- 1) *минеральные вещества* – катионы натрия, калия, кальция, анионы хлора, гидрокарбонаты, фосфаты, сульфаты;
- 2) *простые органические вещества* – продукты белкового обмена;
- 3) *ферменты* – пептидазы, липазы, амилазы, нуклеазы, фосфатазы;
- 4) *муцин*.

В толстом кишечнике присутствует микрофлора.

**Функции толстого кишечника:**

- 1) формирование каловых масс;
- 2) выделительная функция – выводятся непереваренные остатки, в основном клетчатка;
- 3) заключительное пищеварение – происходит под действием ферментов тонкого и толстого кишечника. Особую роль играет микрофлора. Белки подвергаются гнилостному разложению и образуются токсины индол, фенол, скатол. Микроорганизмы расщепляют клет-

чатку до глюкозы, а также сбраживают углеводы до молочной и уксусной кислот;

4) синтез витаминов – микрофлора кишечника синтезирует витамин В<sub>6</sub>, В<sub>12</sub>, К, Е;

5) защитная функция – нормальная микрофлора кишечника подавляет развитие патогенной и стимулирует иммунитет.

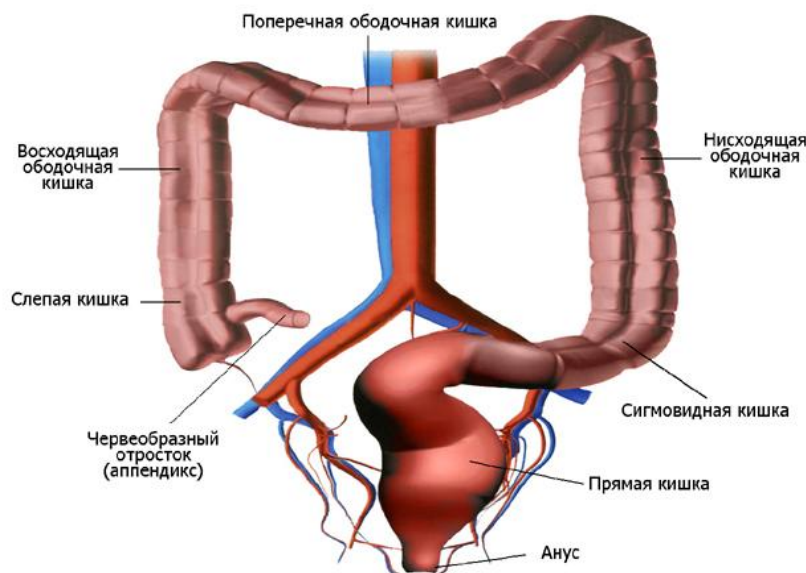


Рис. 78. Толстый кишечник человека

#### 2.4.7. Механизмы всасывания веществ в пищеварительном канале

**Всасывание** – это процесс переноса конечных продуктов гидролиза из пищеварительного канала в межклеточную жидкость, лимфу и кровь.

В результате расщепления питательных веществ образуются аминокислоты, простые сахара, жирные кислоты и глицерин (рис. 79–81). В ротовой полости и пищеводе эти вещества почти не всасываются. В желудке всасываются вода, глюкоза и соли; в толстых кишках – вода и некоторые соли. Основное всасывание питательных веществ происходит в тонком кишечнике. Слизистая оболочка тонкой кишки имеет большое количество *ворсинок*. Они сокращаются и способствуют оттоку крови и лимфы, насыщенных питательными веществами. Продукты расщепления белков и углеводов всасываются в кровь, а переваренные жиры – в лимфу.

Всасывание происходит путем диффузии, осмоса и активного транспорта.

Аминокислоты захватываются энтероцитами и переносятся через их мембрану с помощью активного транспорта. Молекула amino-

кислоты связывается с белком-переносчиком. Затем этот белок соединяется с натрием, который переносит их в клетку. Моносахариды также переносятся с помощью натрий-зависимого активного транспорта в соединении с переносчиком. Жирные кислоты поступают в энтероциты, а затем в кровь путем диффузии. Вода и минеральные вещества всасываются путем осмоса и диффузии.

Процессы всасывания регулируются нервной и гуморальной системами, а также витаминами группы В, D и аскорбиновой кислотой.

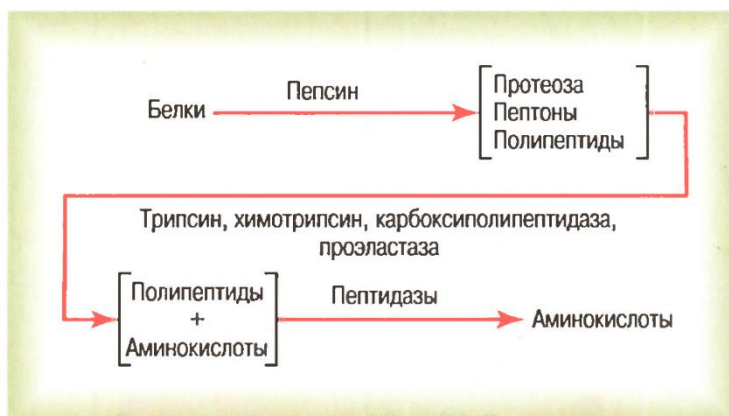


Рис. 79. Переваривание и всасывание белков



Рис. 80. Переваривание и всасывание углеводов

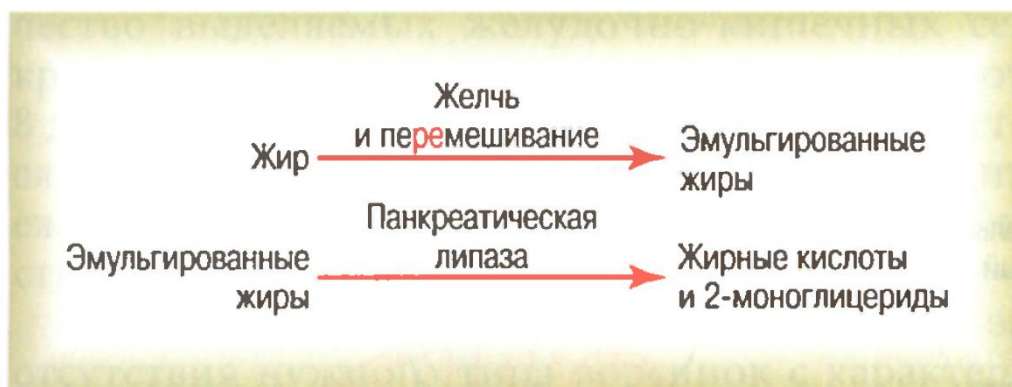


Рис. 81. Переваривание и всасывание жиров

## 2.4.8. Моторная функция тонкого и толстого кишечника

В тонком кишечнике различают следующие типы сокращений (рис. 82):

1) *непропульсивная перистальтика* – это волна сужения кишки, образующаяся за счет сокращения циркулярных мышц. Такие волны обеспечивают продвижение пищевых масс на небольшое расстояние;

2) *пропульсивная перистальтика* – это распространяющееся локальное сокращение циркулярного слоя мышц. Такие волны более сильные и служат для перехода пищевых масс в толстый кишечник;

3) *ритмические сокращения* – это местные сокращения циркулярных мышц, в результате которых на кишечнике образуются множественные перетяжки, разделяющие его на небольшие сегменты. Благодаря этому происходит перемешивание пищевых масс;

4) *маятникообразные сокращения* – происходят при попеременном сокращении и расслаблении продольного слоя мышц участка кишки. В результате отрезок кишки движется назад-вперед и происходит перемешивание пищевых масс.

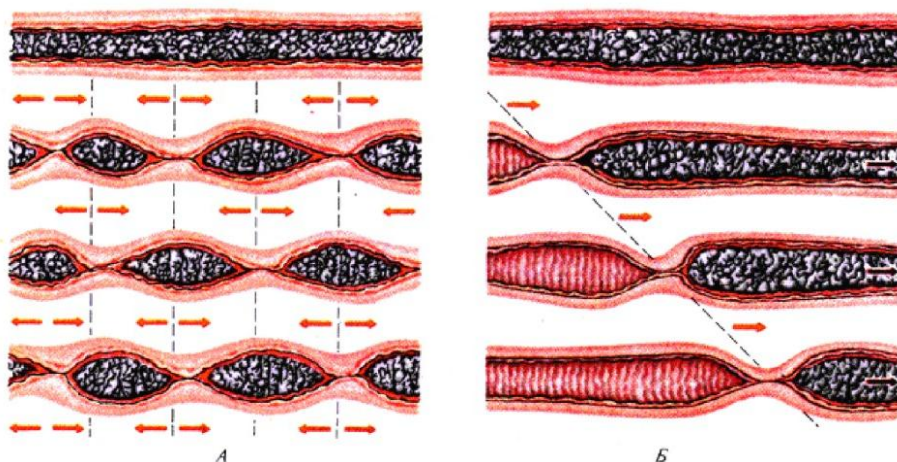


Рис. 82. Моторика кишечника:

А – маятникообразное движение (ритмическая сегментация);

Б – перистальтические движения

В толстом кишечнике различают следующие виды сокращений:

1) *маятникообразные сокращения*;

2) *ритмические сокращения*;

3) *пропульсивная перистальтика* – возникает 2-3 раза в день и способствует быстрому переходу содержимого в прямую кишку;

4) *волны гаустрации* – это вздутия кишки, возникающие в результате локального сокращения и расслабления продольных и циркулярных мышц. Эти волны служат для передвижения содержимого.

Регуляция моторики кишечника осуществляется нервными и гуморальными механизмами, а также за счет способности гладкомышечных клеток к автоматии (рис. 83). Парасимпатические нервы стимулируют моторику, а симпатические тормозят (рис. 84). Тормозят моторику адреналин и норадреналин, а стимулируют ацетилхолин, серотонин, гистамин.

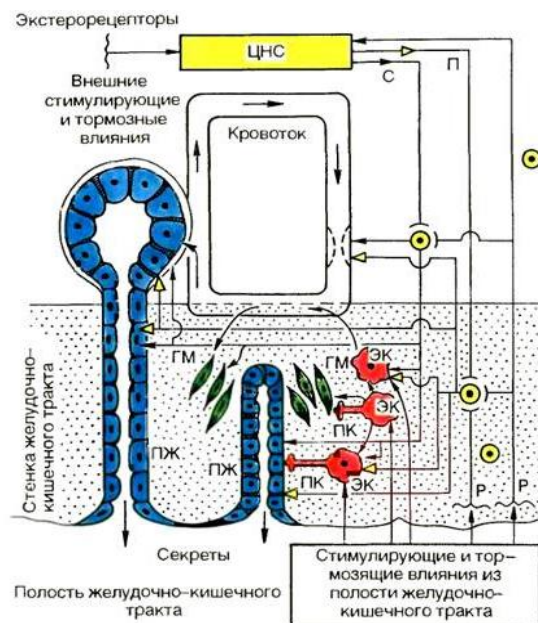


Рис. 83. Механизмы регуляции секреции и моторики пищеварительного тракта: ПЖ – пищеварительные железы; ГМ – гладкие мышцы; ЭК – эндокринные клетки; Р – рецепторы; С и П – аксоны симпатических и парасимпатических преганглионарных нейронов; ПК – паракринные влияния; ЦНС – центральная нервная система

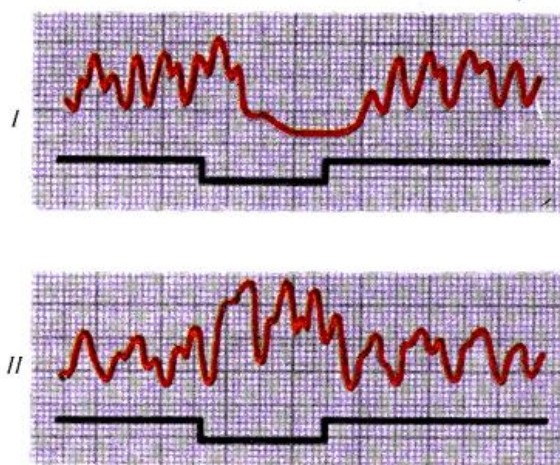


Рис. 84. Регуляция моторики кишечника:  
I – результат раздражения симпатических нервов;  
II – результат раздражения блуждающего нерва

## **ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ ПО ТЕМЕ «ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ»**

### **Лабораторное занятие 11**

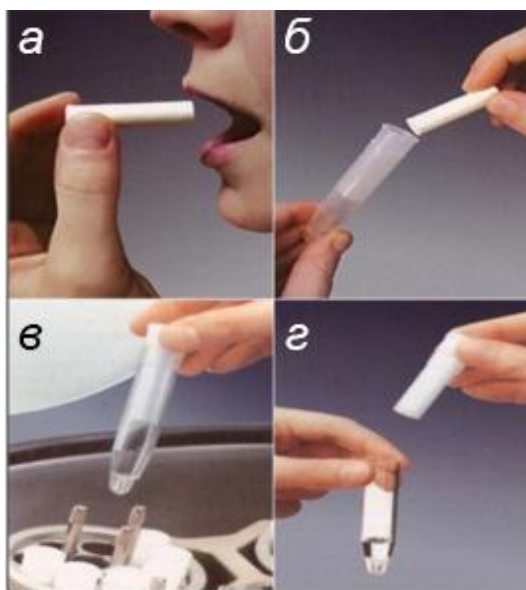
**Цель занятия:** ознакомиться с методами сбора слюны у человека. Изучить физико-химические и ферментативные свойства слюны.

#### **11.1. Методы сбора слюны**

Слюну без стимуляции у человека можно собирать в разное время суток. При любом способе получения смешанной слюны, если измеряется скорость ее секреции, испытуемый не должен проглатывать слюну. Скорость секреции определяется в мл/мин. Часто слюну собирают спустя 1–2 ч после приема пищи в отсутствии действия дополнительных раздражителей. Обследуемому необходимо наклонить подбородок вниз к груди, и слюна стекает в приставленную к нижней губе градуированную центрифужную пробирку. Используется и стимуляция с помощью активных движений языка и жевательной мускулатуры щек с последующим сплевыванием в пробирку.

Стимулирование секреции слюны вызывают различными средствами (пищевыми или механическими раздражителями). При этом можно получить большое количество слюны за короткий промежуток времени. Применение пищевых раздражителей и кислот имеет недостаток, так как они примешиваются к слюне, меняя ее некоторые химические и физико-химические показатели. Для получения слюны без примеси раздражителя используют механические раздражители (жевание парафина, резины и др.), которые удобны в связи с легкостью отделения от них слюны (рис. 85). Также можно использовать и термическое воздействие (холодный раствор на заднюю половину языка). Сбор слюны за определенное время дает возможность определить скорость ее тока (мл/мин), что важно при анализе многих показателей.

Для изучения влияния слюны на состояние органов полости рта и процессы, происходящие в ней, недостаточно только исследования слюны покоя и стимулированной слюны. Как интенсивное стимулирование, так и состояние полного покоя являются лишь периодами в функционировании слюнных желез. Поэтому исследование слюны покоя и стимулированной слюны необходимо проводить при различных функциональных состояниях желез, а также в сравнительном аспекте.



Сбор слюны абсорбирующим методом:

- а – слюна собирается жуя ватный тампон;
- б – тампон, содержащий слюну, помещается в пробирку;
- в – центрифугирование сборки;
- г – слюна отделяется от тампона и готова к анализу

Рис. 85. Сбор слюны

## 11.2. Определение пищеварительной функции слюны

**Цель работы:** доказать наличие ферментов в исследуемой слюне и установить, какие условия (температура, среда) благоприятны для переваривания крахмала слюной.

**Материалы и оборудование:** слюна человека; 1 %-й вареный крахмал; 15 %-й сырой крахмал; 10 %-й NaOH; 1 %-й  $\text{CuSO}_4$ ; 1 %-я HCl; раствор Люголя или йода; термостат; холодильник; пробирки; штатив; держатели для пробирок; пипетки; спиртовка.

**Ход работы.** Нумеруют 4 пробирки. В первые 3 наливают по 2 мл 1 %-го вареного крахмала, в 4-ю – 2 мл сырого крахмала. Затем в 1-ю и 4-ю пробирки добавляют по 1 мл слюны, во 2-ю – 1 мл предварительно прокипяченной и охлажденной слюны, а в 3-ю – 1 мл слюны, подкисленной 2 каплями 1 %-й HCl. Все 4 пробирки ставят в термостат при температуре 38 °С на 10 мин. Затем вынимают все пробирки, содержимое каждой пробирки разделяют на две равные части и проводят пробу на крахмал и на сахар.

**Проба на крахмал.** Пробу на крахмал проводят с раствором Люголя или слабым раствором йода, которые добавляют по 1-2 капли в каждую пробирку. Появление синего цвета указывает на наличие крахмала.

**Проба на сахар по Троммеру.** К содержимому пробирки добавляют по 1,5 мл 10 %-го NaOH и по каплям медного купороса до появления не исчезающей мути. При нагревании над спиртовкой до кипения появляется желтое окрашивание за счет гидрата закиси меди CuOH там, где под действием ферментов слюны крахмал превратился в сахар. При дальнейшем нагревании появляется бурое окрашивание за счет образования закиси меди CuO<sub>2</sub>.

Номер пробирки	Содержимое пробирки	Условия опыта	Результат реакции	
			<i>крахмал</i>	<i>сахар</i>
1	1 мл слюны + 2 мл вареного крахмала	Поставить в термостат при $t = 38\text{ }^{\circ}\text{C}$ на 10 мин		
2	1 мл прокипяченной слюны + 2 мл вареного крахмала			
3	1 мл слюны, подкисленной 1 %-м раствором соляной кислоты + 2 мл вареного крахмала			
4	1 мл слюны + 2 мл сырого крахмала			

Записать в тетради, в какой пробирке проба Троммера положительная, а в какой – отрицательная, объяснить это явление и сделать вывод.

### 11.3. Определение pH слюны

**Цель работы:** освоить методику качественного определения щелочности слюны.

**Материалы и оборудование:** слюна человека; лакмусовая бумага.

**Ход работы.** Каплю слюны помещают на универсальную индикаторную бумагу. Сравнивают полученную окраску с цветовой шкалой. Слюна в норме имеет pH, близкое к нейтральной (6,8–7,2). Сдвиг pH в кислую сторону нарушает процессы минерализации и способствует развитию кариеса. При этом также создаются условия для воздействия кислых протеиназ на ткани пародонта. Сдвиг pH в щелочную сторону может сопровождаться образованием зубного камня.

Определить щелочность слюны, записать выводы.



## Лабораторное занятие 12

**Цель занятия:** ознакомиться с методами исследования секреции желудка; изучить ферментативные свойства желудочного сока.

### 12.1. Методы исследования секреции желудка

Методы функционального исследования желудочной секреции у человека можно разделить на 2 группы:

1) **беззондовые методы исследования желудочной секреции** – определение уропепсина в моче, десмоидная проба или тест с ионообменной смолой (ацидотест) (рис. 86). Эти методы имеют только ориентировочное значение и позволяют получить ответ лишь на вопрос, сохранена ли секреторная способность желудка, да и то лишь приблизительно. Количественная характеристика секреторной деятельности желудка с помощью беззондовых методов невозможна.

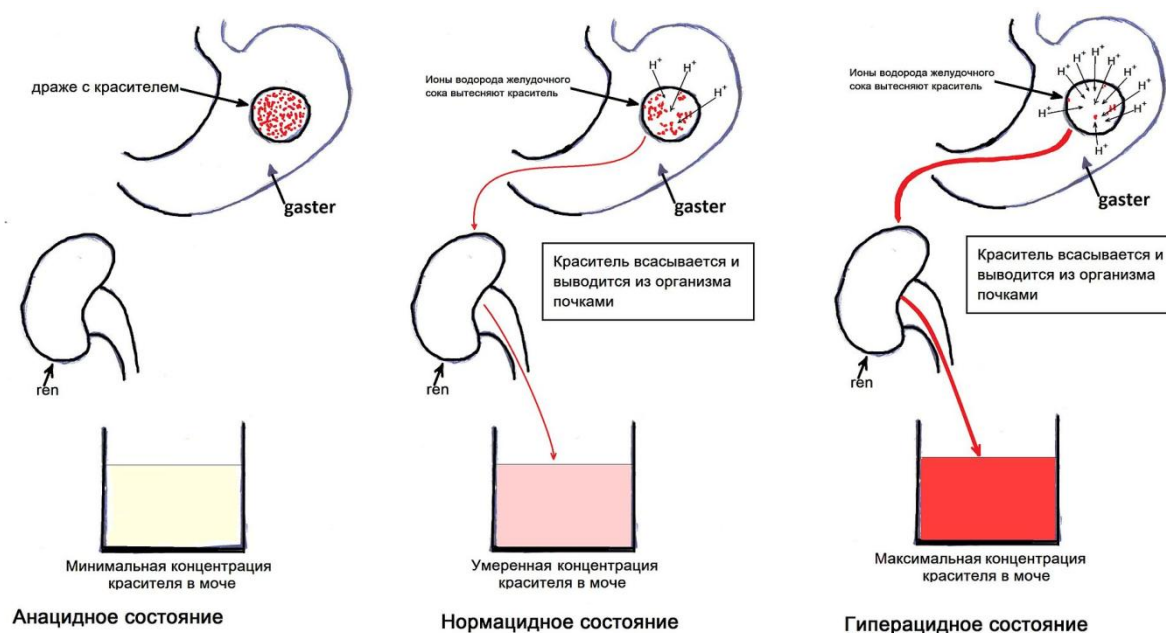


Рис. 86. Схема проведения ацидотеста

2) **зондовые методы исследования желудочной секреции** – исследование желудочного сока (секреторной функции желудка), являющееся одним из основных методов, позволяющих изучать функциональное и морфологическое состояние слизистой оболочки желудка, а также ориентировочно оценить эвакуаторную функцию желудка. Путем зондирования желудка можно определить объем желудочного

сока, его кислотность, содержание ферментов натошак и при стимуляции желудочной секреции. В качестве стимуляторов используют мясной бульон, капустный отвар, различные химические вещества (синтетический аналог гастрина пентагастрин либо гистамин). Кислотность желудочного сока определяют для оценки содержания в нем соляной кислоты (HCl).

Для получения представлений о секреторной способности желудочных желез желудок надлежит зондировать специальным (тонким желудочным) зондом и отсасывать желудочное содержимое постоянно или через определенные промежутки времени (рис. 87, 88). Во всех случаях на начальном этапе желудочного зондирования в течение 1 ч проводят исследование интенсивности секреции желудочных желез (так называемой «базальной секреции») в период их функционального покоя, т. е. как бы в межпищеварительный период.



Рис. 87. Зондирование желудка

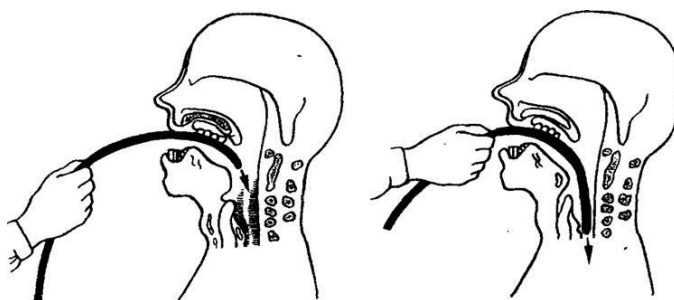


Рис. 88. Техника введения желудочного зонда

Для изучения секреторной деятельности слизистой оболочки желудка в условиях желудочного пищеварения стимуляцию секреции в ответ на пищу имитируют у пациентов подкожным введением медикаментозных стимуляторов желудочной секреции (гистамин, пентагастрин и др.). Химические раздражители желудочной секреции позволяют получить чистый, годный для лабораторного анализа желудочный сок. После инъекции гистамина у исследуемого человека могут появиться покраснение лица, ощущение давления и жара в голове, исчезающие через несколько минут. Для предотвращения побочной реакции необходимо заблаговременно (за 20–30 мин) произвести подкожную инъекцию димедрола, супрастина или других противоаллергических средств.

От применения пищевых возбuditелей желудочной секреции (кофеин, алкоголь, капустный отвар, мясной бульон и др.) в настоя-

щее время отказываются вследствие слабых стимуляторных свойств данных продуктов и невозможности получения объективной оценки состояния кислотообразования и ферментной продукции желудком.

Подготовка пациентов к проведению исследования желудочной секреции осуществляется следующим образом: вечером накануне исследования – легкий ужин не позднее 20 ч. Утром в день исследования нельзя завтракать, принимать жидкости, лекарственные препараты.

## ***12.2. Воздействие желудочного сока на белки***

***Цель работы:*** исследовать действие ферментов желудочного сока на белок куриного яйца.

***Материалы и оборудование:*** пробирки; спиртовка; желудочный сок (раствор ацидин-пепсина); яичный белок (раствор); два стакана с холодной (лед) и теплой водой (37–39 °С); термостат; холодильник; термометр; 0,5 %-й раствор NaOH.

### ***Ход работы:***

1) наливают в пробирку 1 мл белка и добавляют 5–6 мл воды, взбалтывают и нагревают на спиртовке до появления взвеси хлопьев свернувшегося белка;

2) берут три пробирки, наливают в них по 1 мл желудочного сока. Добавляют в пробирки взвесь белка, разбавленную чистой водой;

3) первую пробирку помещают в стакан с холодной водой (со льдом), вторую – с теплой водой или в термостат ( $t = 38\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) на 10–15 мин, в третью добавляют 1 мл 0,5 %-го раствора NaOH;

4) рассматривают содержимое пробирок через 10–15 мин.

Результаты эксперимента оформить в виде таблицы и объяснить произошедшие изменения. Сделать вывод об условиях действия желудочного сока. На какие вещества действует желудочный сок?

Номер пробирки	Содержимое пробирок и условия опыта	Результат реакции
1	Белок куриного яйца + вода + нагревание	
2	Белок куриного яйца + 1 мл желудочного сока + холодильник (лед)	
3	Белок куриного яйца + 1 мл желудочного сока + термостат ( $t = 38\text{ }^{\circ}\text{C}$ )	
4	Белок куриного яйца + 1 мл желудочного сока + 3 капли 0,5 % NaOH + термостат ( $t = 38\text{ }^{\circ}\text{C}$ )	

## Лабораторное занятие 13

**Цель занятия:** ознакомиться с методами дуоденального зондирования; изучить физико-химические и ферментативные свойства желчи.

### 13.1. Методы дуоденального зондирования

Дуоденальное содержимое получают путем зондирования, используя тонкий зонд, имеющий на конце металлическую оливку с многочисленными отверстиями. На зонд нанесены 3 метки: метка на расстоянии 40–45 см от оливы соответствует входу в желудок, на расстоянии 70 см – расстоянию до привратника и 90 см – до Фатерова соска в двенадцатиперстной кишке.

Зондирование проводят утром натощак, через 12 ч после легкого ужина.

Начинают введение зонда в положении обследуемого сидя. Оливку кладут на корень языка и просят пациента делать глотательные движения, при этом олива проскальзывает в пищевод. Пройдя зев, олива и зонд самостоятельно опускаются благодаря перистальтическим движениям пищевода и тяжести оливы.

Когда зонд продвинется до метки 40–45 см, что соответствует входу в желудок, пациента укладывают на правый бок без подушки. На область печени кладут теплую грелку и подкладывают валик так, чтобы нижняя часть туловища была приподнята. В таком положении обследуемый проглатывает зонд до метки 65–70 см. Затем через 40–60 мин зонд самостоятельно, благодаря перистальтике желудка, проходит в двенадцатиперстную кишку. Олива при этом должна расположиться в углу между горизонтальной и нисходящей частями двенадцатиперстной кишки, вблизи Фатерова соска (*рис. 89*).

Конец зонда помещают в одну из пробирок в штативе, стоящем ниже изголовья обследуемого. Пока зонд находится в желудке, из него поступает мутное, бесцветное содержимое кислой реакции. При попадании оливы в двенадцатиперстную кишку появляется прозрачная желтоватая жидкость с рН более 7,0.

С момента попадания оливы в полость двенадцатиперстной кишки дальнейшая процедура зависит от того, какой метод зондирования планируется проводить.

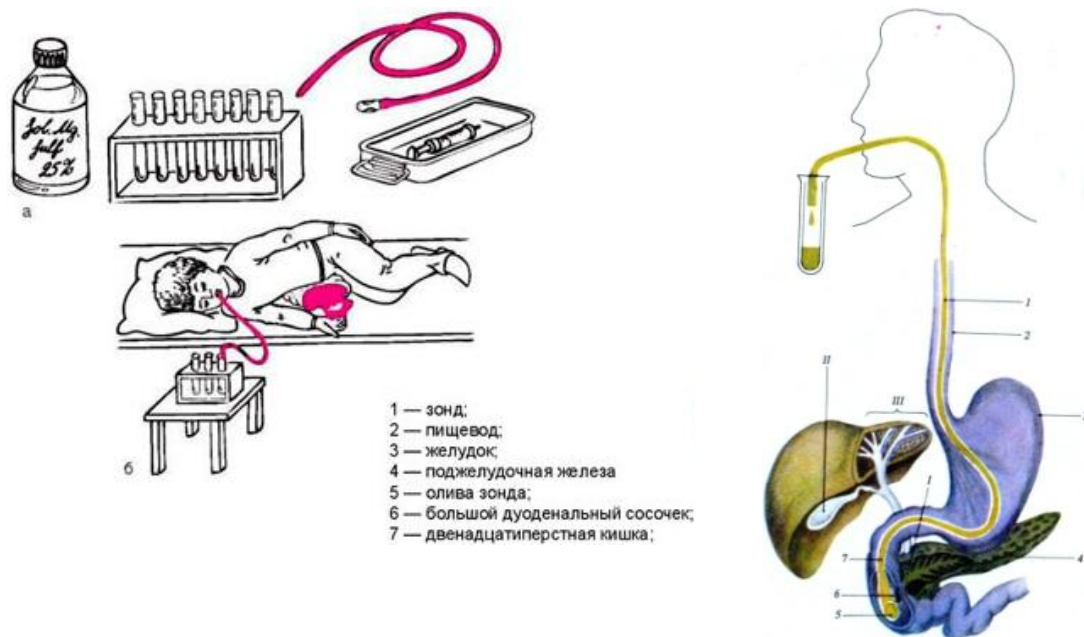


Рис. 89. Схема дуоденального зондирования:

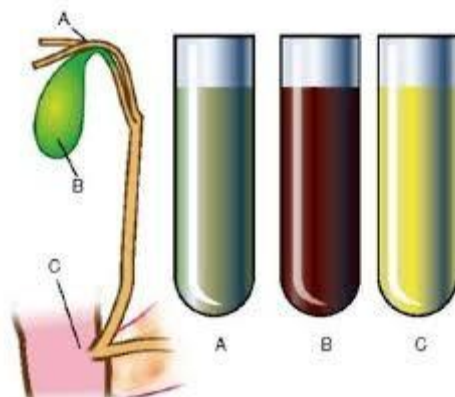
а – инвентарь (штатив с пробирками, 25 % раствор сульфата магния, дуоденальный зонд, шприц); б – положение пациента во время манипуляции; I – общий желчный проток (поступает порция А); II – желчный пузырь (поступает порция В); III – печеночные протоки (поступает порция С)

Разработано несколько методов дуоденального зондирования:

1. **Классическое (трехфазное) зондирование** – наиболее распространенный метод предусматривает получение трех порций желчи – А, В, С:

➤ **первая порция желчи (порция А)** поступает самостоятельно из общего желчного протока. Это прозрачная жидкость золотисто-желтого цвета с  $\text{pH} \geq 7,0$ . Скорость выделения желчи около 1 мл/мин. Объем этой порции 20–35 мл;

➤ **вторую порцию желчи (порцию В)** получают из желчного пузыря после введения желчегонных препаратов. Стимулятор вводят медленно в течение 5–7 мин, после чего зонд завязывают или накладывают зажим. Через 5–10 мин после введения стимулятора выделяется небольшое количество желчи из дистального отдела общего желчного и пузырного протоков (**порция А**), а затем в двенадцатиперстную кишку начинает поступать желчь из желчного пузыря – темно-оливкового цвета, щелочной реакции (**порция В**). Выделение желчи порции В продолжается 25–30 мин, а затем она постепенно заменяется на печеночную желчь порции С;



➤ *третья порция желчи (порция С)* – желчь из печеночных протоков – светло-желтого цвета, щелочной реакции. Обычно собирают 2-3 пробирки этой желчи и на этом зондирование заканчивают.

2. **Многомоментное (минутированное) зондирование** – позволяет регистрировать 5 фаз желчеотделения, измерять количество содержимого каждые 5 мин и определять продолжительность каждой фазы (рис. 90). Данный метод в настоящее время является наиболее прогрессивным, с помощью которого можно выявить дискинезии желчевыводящих путей. Результаты исследования отображают в виде диаграммы:

➤ *I фаза* – общего желчного протока. Начинается с момента попадания зонда в двенадцатиперстную кишку и продолжается в течение 10–20 мин до вливания туда желчегонных средств. При этом выделяется 20–30 мл дуоденального содержимого, которое является смесью желчи из общего желчного протока и панкреатического сока приблизительно в равных объемах с незначительной примесью секрета двенадцатиперстной кишки. Относится к порции А;

➤ *II фаза* – закрытого сфинктера Одди. Начинается с введения желчегонного средства. В течение II фазы желчь не выделяется. В норме II фаза длится 2–6 мин и заканчивается открытием сфинктера Одди, т. е. появлением новой порции желчи;

➤ *III фаза* – пузырьного рефлекса. Это время от раскрытия сфинктера Одди до появления темной пузырьной желчи. Продолжается 3–4 мин. При этом выделяется 3–5 мл желчи порции А1 из общего желчного и пузырьного протоков;

➤ *IV фаза* – получение пузырьной желчи порции В. Сокращение желчного пузыря продолжается 20–30 мин, в течение которых выделяется 60–80 мл желчи темно-оливкового цвета со скоростью ~ 3 мл/мин. Каждые 5 мин зонд переносят в новую пробирку;

➤ *V фаза* – получение желчи порции С (печеночной). Ее собирают в пробирки 20–30 мин.

3. **Хроматическое зондирование** – комбинация дуоденального зондирования с введением красителя. За 14 ч до зондирования (накануне вечером) обследуемый проглатывает желатиновую капсулу с 0,15 г метиленового синего, а утром проводят зондирование двенадцатиперстной кишки. Порции А и С при этом имеют обычный желтый цвет, так как в печени краситель восстанавливается с образованием бесцветного соединения.

В желчном пузыре краситель вновь окисляется, приобретает свой цвет и придает пузырной желчи синюю окраску. Метод позволяет точно оценить объем желчного пузыря и время рефлекса, что особенно важно при нарушении концентрационной способности желчного пузыря, когда все порции желчи имеют один цвет.

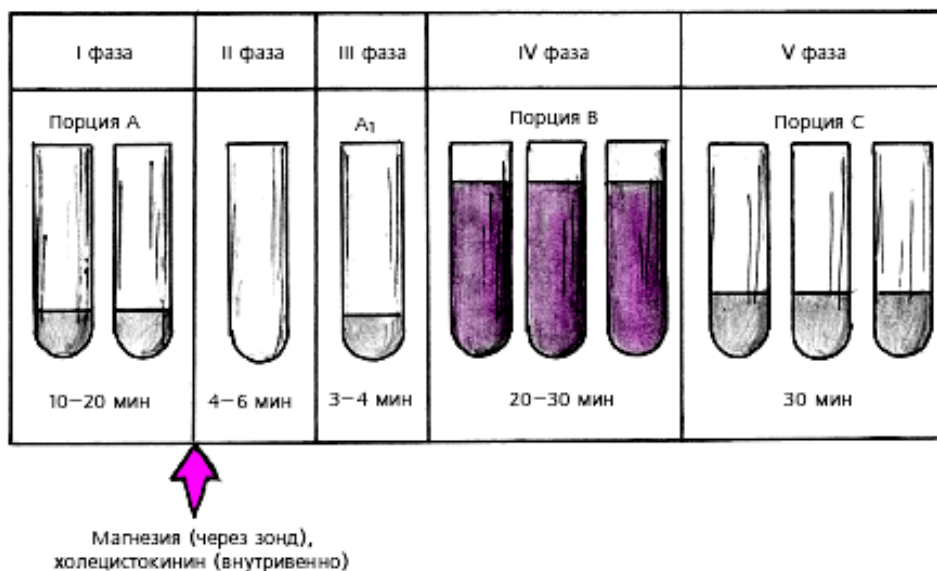


Рис. 90. Фазы фракционного дуоденального зондирования

4. **Гастродуоденальное зондирование** с использованием 2-канального спирального зонда, один из каналов которого служит для отсасывания желудочного сока.

Для получения пузырной желчи применяют различные желчегонные (холецистокинетические) средства, вызывающие сокращение желчного пузыря и раскрытие сфинктеров. Через зонд медленно вводят один из препаратов, подогретый до температуры тела: 30–50 мл 33 %-го раствора сульфата магния, 30 мл растительного масла, 50 мл 10 %-го раствора сорбита, 2 яичных желтка. Наилучшим раздражителем желчного пузыря является холецистокинин – гормональный препарат, который вводится внутривенно в дозе 75 ед.

### 13.2. Влияние желчи на фильтрацию жира

**Цель работы:** исследовать влияние желчи на фильтрацию жира.

**Материалы и оборудование:** желчь; подсолнечное масло; дистиллированная вода; пробирки; стеклянные воронки; пипетка; бумажные фильтры.

**Ход работы.** В две пробирки вставляют стеклянные воронки с бумажными фильтрами. Один фильтр смачивают водой, другой – желчью. Наливают в каждую воронку по 2–3 мл растительного масла. Через 45 мин проверяют результаты и делают выводы по полученным данным.

### **13.3. Эмульгирование – свойство желчи**

**Цель работы:** установить участие желчи в эмульгировании жиров.

**Материалы и оборудование:** желчь; растительное масло; дистиллированная вода; пробирки; пипетка.

**Ход работы.** В две пробирки наливают по 0,5 мл растительного масла. В первую пробирку добавляют 5 мл желчи, во вторую – 5 мл воды. Зажав пробирки пальцем, тщательно взбалтывают их и наблюдают за устойчивостью полученной эмульсии.

Сделать анализ данных и записать выводы.

### **13.4. Реакции на желчные кислоты и желчные пигменты**

**Цель работы:** установить наличие желчных кислот и желчных пигментов в желчи.

**Материалы и оборудование:** желчь; концентрированная серная кислота; концентрированная азотная кислота; 20 %-й раствор сахарозы; часовое стекло; пробирки; пипетки.

**Ход работы:**

1) Для *определения наличия желчных кислот* в желчи ставят часовое стекло на белую бумагу. Пипеткой наносят на него 2 капли желчи и 2 капли 20 %-го раствора сахарозы, тщательно перемешивают их стеклянной палочкой. Рядом по краям жидкости добавляют 3-4 капли концентрированной серной кислоты. Если через некоторое время на месте слияния появляется розовая окраска, переходящая при стоянии в красную или красно-фиолетовую, то это свидетельствует о наличии желчных кислот. Эту окраску дает оксиметилфурфурол, который образуется из фруктозы в присутствии серной кислоты, взаимодействуя с желчными кислотами.

2) Для *определения желчных пигментов* в пробирку наливают 2 мл концентрированной азотной кислоты и осторожно пипеткой накладывают 1 мл желчи. Если на границе жидкостей появляется цветное кольцо, состоящее из желтого, красного, фиолетового, синего и зеленого цвета (соответствуют разной степени окисления билирубина), то это свидетельствует о наличии желчных пигментов.



## Контрольные вопросы по теме «Физиология пищеварения»

1. Сущность пищеварения, основные функции органов пищеварения.
2. Перечислите отделы пищеварительной системы. Какие органы входят в различные отделы системы?
3. Пищеварение в полости рта. Секреторная деятельность слюнных желез.
4. Состав и свойства слюны.
5. Механизм слюноотделения и его регуляция.
6. Методы получения слюны.
7. Методы изучения желудочной секреции.
8. Состав и свойства желудочного сока.
9. Какие вещества и ферменты вырабатываются главными, обкладочными и добавочными клетками желудочных желез?
10. Какова роль соляной кислоты в процессах пищеварения?
11. Рефлекторная и гуморальная фазы секреции желудочного сока.
12. Моторика желудка, регуляция.
13. Состав и свойства поджелудочного и кишечного соков.
14. Механизмы секреции поджелудочного и кишечного соков и их регуляция.
15. Моторика кишечника, регуляция.
16. Пристеночное (мембранное) пищеварение.
17. В чем заключаются основные особенности слизистой оболочки тонкого кишечника?
18. Процессы всасывания в кишечнике.
19. Пищеварительные процессы в толстом отделе кишечника.
20. Методы получения желчи.
21. Состав желчи и ее роль в процессах пищеварения.
22. Желчеобразование и желчевыведение. Нейрогуморальная регуляция образования и выведения желчи.

## **ТЕСТ «ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ»**

**1. Система органов пищеварения включает в себя:**

- а) ротоглотку, пищевод, желудок, мочевой пузырь;
- б) ротоглотку, пищевод, желудок, кишечник;
- в) ротоглотку, желудок, трахею, кишечник;
- г) глотку, пищевод, желудок, тимус.

**2. Процесс превращения питательных веществ из сложных химических соединений в более простые, доступные для усвоения, называется:**

- а) ассимиляция;
- б) пищеварение;
- в) инкреция;
- г) метаболизм;
- д) экскреция.

**3. Стенку пищеварительного канала составляют оболочки:**

- а) слизистая, подслизистая, мышечная, адвентициальная;
- б) слизистая, подслизистая, мышечная, серозная;
- в) слизистая, мышечная, адвентициальная;
- г) слизистая, мышечная, серозная.

**4. Биологическими катализаторами, ускоряющими переваривание питательных веществ, являются:**

- а) гормоны;
- б) ферменты;
- в) углеводы;
- г) инкреты;
- д) липиды.

**5. Переваривание питательных веществ ферментами, локализованными на поверхности слизистой оболочки тонкого кишечника, называется:**

- а) внеклеточное;
- б) кишечное;
- в) внутриклеточное;
- г) полостное;
- д) пристеночное.

**6. Переваривание питательных веществ ферментами, выделяемыми в полость пищеварительного тракта, называется:**

- а) внеклеточное;
- б) кишечное;
- в) внутриклеточное;
- г) полостное;
- д) пристеночное.

**7. Передвижение пищи по пищеварительному каналу осуществляется в результате функции:**

- а) секреторной;
- б) экскреторной;
- в) всасывательной;
- г) моторной;
- д) инкреторной.

**8. Переход воды и расщепленных частей пищи в кровь и лимфу осуществляется в результате функции:**

- а) моторной;
- б) инкреторной;
- в) всасывательной;
- г) секреторной;
- д) экскреторной.

**9. Перечислите основные слюнные железы:**

- а) щитовидная, околощитовидная;
- б) околоушная, подчелюстная, подъязычная;
- в) тимус, околоушная;
- г) губные, щечные, язычные, небные.

**10. Фермент слюны, который действует на крахмал, расщепляя его до декстринов:**

- а) пепсин;
- б) химозин;
- в)  $\alpha$ -амилаза;
- г) мальтаза;
- д)  $\alpha$ -глюкозидаза.

**11. Фермент слюны, который расщепляет мальтозу и сахарозу до глюкозы:**

- а) птиалин;
- б) пепсин;
- в) лизоцим;
- г) мальтаза;
- д)  $\alpha$ -амилаза.

**12. Ферментативная активность слюны обеспечивается:**

- а) амилазами;
- б) протеазами;
- в) липазами.

**13. Бактерицидное действие слюны обусловлено содержанием в ней:**

- а) лейкоцитов;
- б) лизоцима;
- в) антител;
- г) ионов водорода.

**14. Слизистые свойства слюны зависят от количества:**

- а) лизоцима;
- б) амилазы;
- в) птиалина;
- г) муцина;
- д) мальтазы.

**15. рН слюны человека:**

- а) 4,5–5,5;
- б) 5,6–7,6;
- в) 7,6–8,3;
- г) 8,1–9,0.

**16. По афферентным нервным волокнам импульсы из ротовой полости поступают в слюноотделительный центр, расположенный:**

- а) в мозжечке;
- б) продолговатом мозге;
- в) среднем мозге;
- г) гипоталамусе;
- д) четверохолмии.

**17. Вырабатывают ферменты клетки желез желудка:**

- а) обкладочные;
- б) париетальные;
- в) главные;
- г) добавочные;
- д) шеечные.

**18. Соляную кислоту вырабатывают клетки желудочных желез:**

- а) главные;
- б) обкладочные;
- в) добавочные;
- г) шеечные;
- д) слизистые.

**19. Слизь желудочного сока вырабатывается клетками:**

- а) париетальными;
- б) главными;
- в) обкладочными;
- г) шеечными;
- д) добавочными.

**20. Обкладочные клетки фундальных желез желудка выполняют функцию:**

- а) вырабатывают хлориды;
- б) вырабатывают слизь;
- в) участвуют в регенерации;
- г) секреторируют пепсиноген.

**21. Укажите функции добавочных клеток фундальных желез желудка:**

- а) образование хлоридов;
- б) образование слизи;
- в) синтез гормонов;
- г) участие в регенерации.

**22. Хлориды соляной кислоты желудка выделяют клетки:**

- а) эндокринные;
- б) главные;
- в) обкладочные;
- г) добавочные.

**23. В желудочном соке содержится фермент, расщепляющий белки:**

- а) трипсин;
- б) липаза;
- в) пепсин;
- г) амилаза;
- д) химотрипсин.

**24. Желудочный сок содержит ферменты:**

- а) пептидазы;
- б) липазу, пептидазы, амилазу;
- в) протеазы, липазу;
- г) протеазы.

**25. Пищеварительные ферменты:**

- а) оссеин и липаза;
- б) пепсин и трипсин;
- в) фибрин и фибриноген.

**26. На молочный белок действует фермент желудочного сока:**

- а) химозин;
- б) пепсин;
- в) трипсин;
- г) желатиназа;
- д) липаза.

**27. Пепсин активен в среде:**

- а) нейтральной;
- б) слабощелочной;
- в) щелочной;
- г) кислой.

**28. Секретция желудочного сока на вид и запах пищи и раздражение вкусовых рецепторов происходит в фазу:**

- а) кишечную;
- б) сложнорефлекторную;
- в) желудочную;
- г) нейрогуморальную;
- д) гуморальную.

**29. Выработка гормонов эндокринными клетками желудка происходит в фазу:**

- а) кишечную;
- б) гуморальную;
- в) желудочную;
- г) нейрогуморальную;
- д) сложнорефлекторную.

**30. Выделение желудочного сока при поступлении пищевого комка в двенадцатиперстную кишку происходит в фазу:**

- а) кишечную;
- б) гуморальную;
- в) желудочную;
- г) нейрогуморальную;
- д) сложнорефлекторную.

**31. Центр пищеварения располагается:**

- а) в мозжечке;
- б) таламусе;
- в) гипоталамусе;
- г) продолговатом мозге;
- д) коре больших полушарий.

**32. Основная роль гастрина:**

- а) активирует ферменты поджелудочной железы;
- б) превращает в желудке пепсиноген в пепсин;
- в) стимулирует секрецию желудочного сока;
- г) тормозит секрецию поджелудочной железы.

**33. Вещество, которое при введении в кровь вызывает обильную секрецию желудочного сока:**

- а) энтерогастрон;
- б) адреналин;
- в) атропин;
- г) гистамин.

**34. Вещества, которые являются естественными эндогенными стимуляторами желудочной секреции:**

- а) гистамин, секретин;
- б) гистамин, гастрин;
- в) гистамин, энтерокиназа;
- г) соляная кислота, секретин.

**35. Роль секретина в процессе пищеварения:**

- а) стимулирует секрецию HCl;
- б) тормозит секрецию желчи;
- в) стимулирует секрецию сока поджелудочной железы;
- г) стимулирует секрецию желудочного сока.

**36. Тонкий отдел кишечника. Все верно, кроме:**

- а) имеет значительную протяженность;
- б) служит для активного переваривания и всасывания пищи;
- в) включает печень и поджелудочную железу, связанные с двенадцатиперстной кишкой;
- г) образован двенадцатиперстной, тощей, ободочной кишками.

**37. Тонкий кишечник представляют кишки:**

- а) двенадцатиперстная, тощая, ободочная;
- б) двенадцатиперстная, тощая, подвздошная;
- в) слепая, ободочная, прямая;
- г) тощая, подвздошная, слепая.

**38. Укажите функции тонкого отдела кишечника:**

- а) защитная, увлажнение пищи, механическая;
- б) химическая обработка пищи, всасывание;
- в) формирование и выведение каловых масс;
- г) увлажнение и выведение каловых масс.

**39. Секрет поджелудочной железы имеет реакцию:**

- а) щелочную;
- б) кислую;
- в) слабокислую;
- г) нейтральную.



**40. Функции печени. Все верно, кроме:**

- а) синтез гликогена;
- б) секреция желчи;
- в) обезвреживание ядовитых веществ;
- г) секреция гормонов.

**41. В двенадцатиперстную кишку ограничено поступление желчи. Это приведет:**

- а) к нарушению расщепления белков;
- б) нарушению расщепления углеводов;
- в) торможению моторики кишечника;
- г) нарушению расщепления жиров.

**42. Вставьте пропущенные слова: желчь образуется в ... и депонируется в ....**

- а) поджелудочной железе, печени;
- б) печени, желчном пузыре;
- в) желчном пузыре, печени.

**43. Толстый кишечник представляют кишки:**

- а) двенадцатиперстная, тощая, ободочная;
- б) слепая, подвздошная, прямая;
- в) слепая, ободочная, прямая;
- г) тощая, подвздошная, слепая.

**44. Функции толстой кишки. Все верно, кроме:**

- а) всасывание воды и солей;
- б) активное переваривание питательных веществ;
- в) формирование каловых масс;
- г) выделение конечных продуктов обмена.

**45. Основное всасывание питательных веществ происходит:**

- а) в ротовой полости;
- б) пищеводе;
- в) желудке;
- г) тонком кишечнике;
- д) толстом кишечнике.

## 2.5. ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ. ТЕПЛООБМЕН

### 2.5.1. Общая характеристика обмена веществ

Обмен веществ и энергии является необходимым условием существования организма. Сущность этого обмена заключается в том, что поступающие в организм питательные вещества после биохимических превращений используются как пластический материал. Образующаяся при этом энергия восполняет энергозатраты организма.

Обмен веществ состоит из 2 процессов (рис. 91):

1) **ассимиляция (анаболизм)** – синтез сложных специфичных для организма органических веществ из простых соединений, всасывающихся в кровь. В процессе ассимиляции накапливается запас энергии;

2) **диссимиляция (катаболизм)** – распад веществ организма до конечных продуктов (углекислого газа, воды, аммиака и др.), сопровождающийся выделением энергии. Реакция идет с поглощением кислорода, поэтому расщепление веществ связано с окислением, а освободившаяся при этом энергия идет на синтез АТФ, необходимой для ассимиляции. Конечные продукты распада выводятся из клетки, а затем из организма.

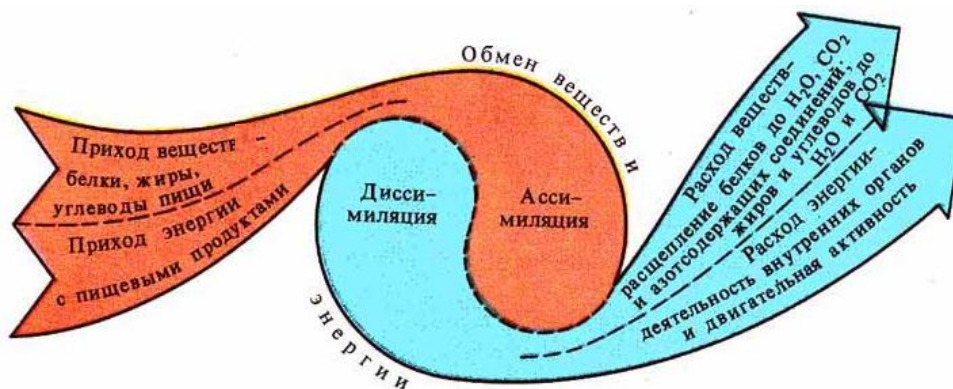


Рис. 91. Общее представление об обмене веществ и энергии

Анаболизм и катаболизм тесно связаны посредством АТФ и НАДФ. С их помощью энергия, образующаяся в результате диссимиляции, передается для ассимиляции (рис. 92). При изменении этих процессов нарушается весь обмен веществ.

В организме человека протекает *белковый, жировой, углеводный, водный и солевой обмен*. Распад и окисление органических соединений возможны только при их постоянном пополнении в клетках за счет пищи.



Рис. 92. Схема обмена веществ

### 2.5.2. Обмен белков, углеводов и жиров

**БЕЛКИ** – основной пластический материал, из которого построены клетки и ткани организма. Они входят в состав клеточных мембран и органелл. Белки пищи расщепляются в пищеварительном тракте до аминокислот. В клетках из аминокислот синтезируются специфические для данной ткани белки. Конечными продуктами расщепления белков являются вода, углекислый газ, аммиак, мочевая кислота и др. (рис. 93). Углекислый газ выводится из организма легкими, вода – почками, легкими и кожей. Ядовитый аммиак с током крови доставляется в печень и преобразуется в мочевины, которая выводится из организма почками и кожей (с потом). Образование мочевины происходит в печени в результате орнитинового цикла. Начальным этапом синтеза мочевины является соединение аммиака с угольной кислотой и АТФ, в результате чего образуется карбамилфосфат. Карбамилфосфат присоединяется к орнитину и образуется цитрулин, который переходит в аргинин. Аргинин под действием аргиназы распадается на мочевины и орнитин.

В запас белки не откладываются. При избытке белковой пищи она преобразуется в жиры и гликоген. Потребность в белках в сутки составляет 100–118 г.

**УГЛЕВОДЫ** в основном играют энергетическую роль и служат основным источником энергии для клеток. Углеводы имеют также

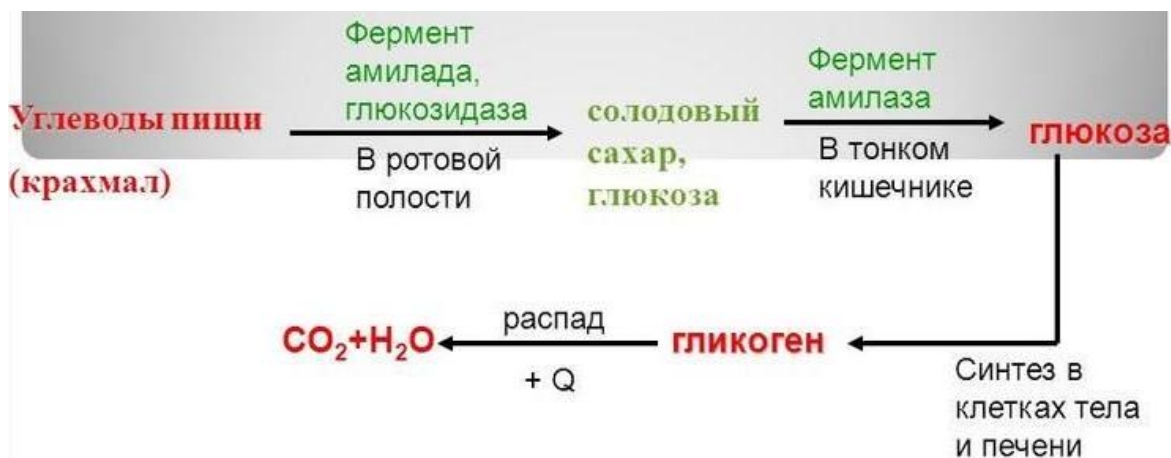
пластическое значение, так как глюкоза необходима для образования нуклеотидов и синтеза некоторых аминокислот. Они поступают в организм с растительной и животной пищей, а также синтезируются в нем из продуктов расщепления аминокислот и жиров. Углеводы в организме человека расщепляются до глюкозы, которая всасывается в кровь и разносится по всему телу.



При расщеплении 1 г белка образуется 17,6 кДж энергии

Рис. 93. Обмен белков

Содержание глюкозы в крови постоянно. При избытке глюкозы в крови она превращается в печени в гликоген, который накапливается, а при необходимости снова распадается до глюкозы. При расщеплении углеводов освобождается энергия (рис. 94). Часть энергии служит источником тепла, а другая часть идет на синтез АТФ. При избытке углеводов в организме они превращаются в жиры.



При расщеплении 1 г глюкозы образуется 17,6 кДж энергии

Рис. 94. Обмен углеводов

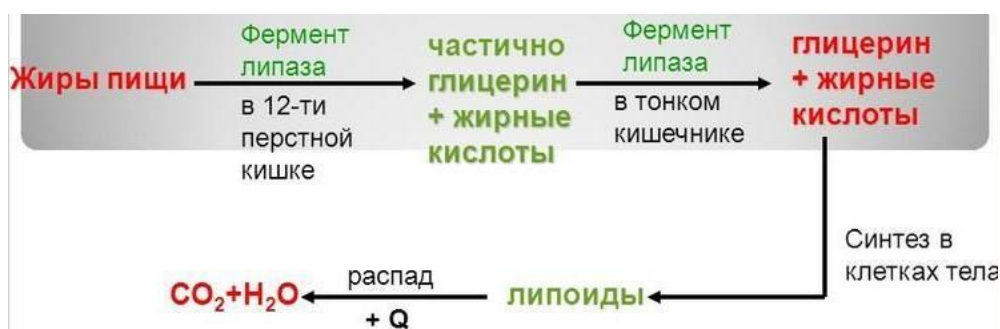
В организме человека использование гликогена и глюкозы клетками и тканями происходит 2 путями:

1) **анаэробный гликолиз** – распад углеводов без участия кислорода. При этом вначале образуется *пировиноградная кислота*, которая затем восстанавливается в *молочную кислоту*. Этот путь окисления углеводов энергетически менее выгоден, чем аэробное их окисление. Образующаяся молочная кислота окисляется в аэробных условиях до  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  или снова превращается в гликоген;

2) **аэробный гликолиз** – распад углеводов с участием кислорода. Конечными продуктами окисления углеводов в тканях являются *диоксид углерода* и *вода*. При этом полностью освобождается заключенная в углеводах энергия.

Суточная потребность в углеводах составляет 450–500 г.

**ЖИРЫ** являются источниками энергии. В желудочно-кишечном тракте они расщепляются ферментами липазами при участии желчи до глицерина и жирных кислот. При окислении жиров выделяется углекислый газ, вода и освобождается энергия (рис. 95). Часть жира откладывается в запас, другая часть поступает в клетку и служит пластическим материалом, входя в состав клеточных мембран и органелл. Жиры также покрывают внутренние органы и защищают их от механических воздействий. Они являются и источниками воды, а также растворителями витаминов групп А, D, Е, К. Особую функцию выполняет бурый жир, за счет которого усиливается теплопродукция. Большое значение имеют незаменимые жирные кислоты, без которых невозможен синтез фосфолипидов, задерживается рост и развитие организма.



При расщеплении 1 г жира образуется 38,9 кДж энергии

Рис. 95. Обмен жиров

Жиры входят в состав растительной и животной пищи и могут синтезироваться в организме из углеводов и белков. Суточная потребность в них для человека – 100 г.

### 2.5.3. Обмен энергии, теплообмен и регуляция температуры тела

Для жизнедеятельности организма необходима энергия. Она существует в нем в 4 формах: *химической, механической, электрической и тепловой*. Основная роль принадлежит химической энергии (АТФ), которая может превращаться во все другие виды энергии.

**Обмен энергии** – это совокупность процессов превращения различных форм энергии между собой, а также накопление и использование макроэргических соединений.

**Макроэргические соединения** – это биологически активные соединения, обладающие непрочной химической связью, при расщеплении которой выделяется большое количество энергии для совершения полезной работы в клетке (транспорта веществ, мышечного сокращения и др.).

Энергия расходуется на осуществление различных физиологических функций, на внешнюю работу, поддержание температуры тела. Пополнение запасов энергии происходит в результате приема пищи. Все виды энергии отдаются в окружающую среду в виде тепловой энергии (рис. 96).

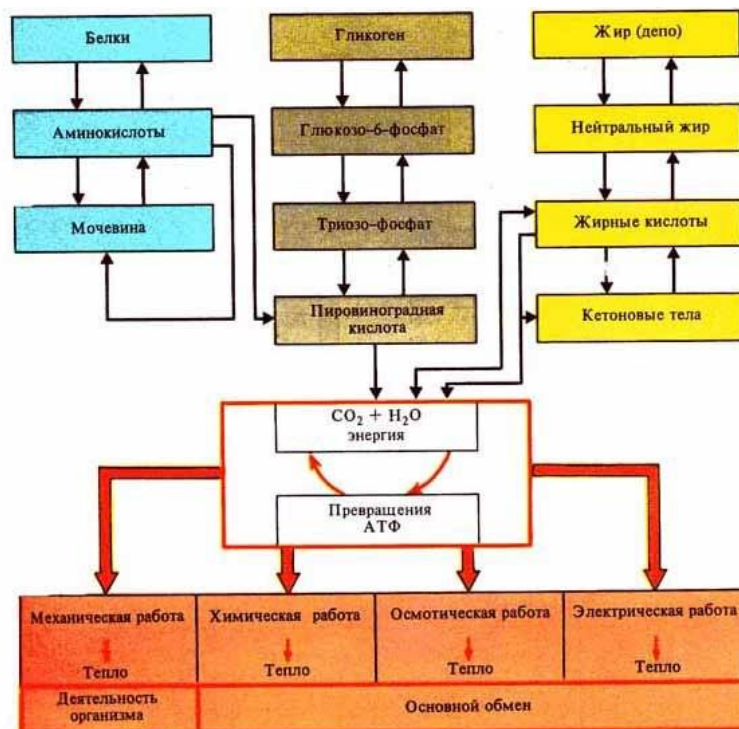


Рис. 96. Схема превращения веществ и энергии в организме

Соотношение количества энергии, поступающей с пищей, и энергии, расходуемой организмом, называется **энергетическим ба-**

*лансом*. Он может быть *положительным, равновесным и отрицательным*. При избыточном питании энергетический баланс положительный, при недостаточном питании – отрицательный.

Обмен энергии человека складывается из следующего:

1. **Основной обмен** – минимальный уровень обмена веществ и энергетических затрат в состоянии мышечного покоя, натощак и при температуре окружающей среды 18–20 °С. Для мужчин основной обмен равен 1700 ккал в сутки. У женщин он на 5–10 % ниже (1550 ккал/сут). У детей он выше, а в пожилом возрасте снижается. Зимой основной обмен возрастает, летом снижается.

2. **Рабочая прибавка** – увеличение энергетических затрат организма при мышечной работе.

После приема пищи интенсивность обмена веществ и энергии увеличивается. Расход энергии зависит от профессии человека. Суточный расход энергии для людей умственного труда составляет 3000 ккал, а для лиц, занимающихся физическим трудом, около 5000 ккал/сут.

Наибольшее количество энергии тратится на поддержание постоянства температуры тела. В норме температура тела равна 36–37 °С. Наиболее высокая температура наблюдается во второй половине дня в 16–18 ч, наиболее низкая – в 3–4 ч утра. В течение суток температура тела колеблется на 0,5–0,7 °С. При снижении температуры до 27–30 °С наблюдаются нарушения всех функций. При 25 °С наступает холодовая смерть. При повышении температуры тела до 40 °С также возникают тяжелые нарушения. При 42 °С может наступить тепловая смерть.

Способность организма поддерживать температуру обеспечивается за счет процессов *теплообразования* и *теплоотдачи*. При этом теплообразование должно равняться теплоотдаче, что обеспечивается *терморегуляцией*.

Процесс образования тепла в организме называется *химической терморегуляцией*, а процесс, обеспечивающий удаление тепла из организма, – *физической терморегуляцией*.

Образование тепла происходит в результате окислительных реакций в различных тканях и органах.

Пути повышения теплопродукции:

- 1) мышечная деятельность и двигательная активность;
- 2) непроизвольное сокращение мышц, проявляющееся в виде дрожи;

- 3) повышение интенсивности обменных процессов в мышечной ткани без ее сокращения (*недрожательный термогенез*);
- 4) интенсификация образования тепла печенью и почками.

Физическая терморегуляция (т. е. теплоотдача) осуществляется следующими процессами:

- 1) *конвекцией* – путем движения и перемещения нагреваемого телом воздуха;
- 2) *радиацией* – путем теплоизлучения, т. е. отдачи тепла в виде лучистой энергии инфракрасных лучей;
- 3) *теплопроводением* – отдачей тепла веществам, соприкасающимся с поверхностью тела;
- 4) *испарением воды с поверхности кожи и легких*.

При повышении температуры внешней среды в организме человека теплопродукция уменьшается, теплоотдача увеличивается, а при понижении температуры – наоборот: теплопродукция увеличивается, а теплоотдача уменьшается.

#### ***2.5.4. Регуляция теплообмена, обмена веществ и энергии***

*Регуляция теплообмена* осуществляется 2 механизмами:

1. *Рефлекторный механизм* – с помощью *безусловных* и *условных рефлексов*. *Безусловно-рефлекторная регуляция* состоит в том, что колебания температуры окружающей среды воспринимаются холодовыми и тепловыми рецепторами кожи. От терморецепторов нервные импульсы по афферентным путям через спинной мозг достигают промежуточного мозга и коры больших полушарий. Основным центром терморегуляции и регуляции температуры является гипоталамус. В центре имеется 3 типа нейронов. Первый – термочувствительные нейроны. Они реагируют на изменение температуры крови, проходящей через мозг. Вторая группа – интернейроны. Они получают информацию от периферических температурных рецепторов и служат для поддержания определенной температуры тела. Третий тип нейронов – эфферентные. Они обеспечивают регуляцию теплообразования. Возбуждение из гипоталамуса передается по эфферентным нервам к органам теплообразования (мышцы, печень) и теплоотдачи (сосуды, потовые железы) и изменяет их деятельность. *Условно-рефлекторная регуляция* осуществляется с участием коры больших полушарий. Свои влияния на исполнительные механизмы центр терморегуляции



осуществляет через симпатическую и периферическую нервную системы, железы внутренней секреции. Симпатическая нервная система усиливает теплопродукцию. Симпатические нервы расширяют или суживают сосуды кожи и влияют на потоотделение.

2. *Гуморальный механизм.* Гормон щитовидной железы тироксин повышает обмен веществ и увеличивает теплообразование. Гормон надпочечников адреналин усиливает окислительные процессы и увеличивает образование тепла.

*Регуляция обмена веществ и энергии* в организме осуществляется нервной и эндокринной системами. Центры регуляции обмена белков, жиров, углеводов, воды и солей, а также энергии расположены в гипоталамусе. В нем находятся нервные центры «голода» и «насыщения». Нервные клетки этого центра реагируют на концентрацию глюкозы в крови, а также на концентрацию минеральных веществ, регулируя их выведение или задержание в организме. Гипоталамус влияет на обмен веществ и энергии через вегетативную нервную систему и гипоталамо-гипофизарную систему. Симпатический отдел ВНС стимулирует диссимиляцию, а парасимпатический отдел – ассимиляцию.

На обменные процессы большое влияние оказывают эндокринные железы (рис. 97–99). Гормоны тироксин, гормон роста (соматотропин), инсулин, половые гормоны усиливают синтетические процессы, особенно синтез белка. Гормоны коры надпочечников (глюкокортикоиды) и щитовидной железы усиливают распад белков. Гормон инсулин регулирует углеводный и жировой обмены. При этом инсулин тормозит выход жира из депо. Антидиуретический гормон гипофиза усиливает всасывание воды из канальцев почек в кровь. Гормон коры надпочечников альдостерон участвует в регуляции минерального обмена.

Основная роль в регуляции энергетического обмена принадлежит тиреоидным гормонам, которые усиливают его. Значительно повышает энергетический обмен адреналин и норадреналин надпочечников. Их большое количество выделяется при голодании.

Большую роль в регуляции обмена веществ играет печень, в которой происходят биохимические превращения органических соединений (белки и углеводы могут превращаться в жиры, жиры – в углеводы). В печени синтезируются белки крови, витамин А, откладываются в запас витамины D и К.

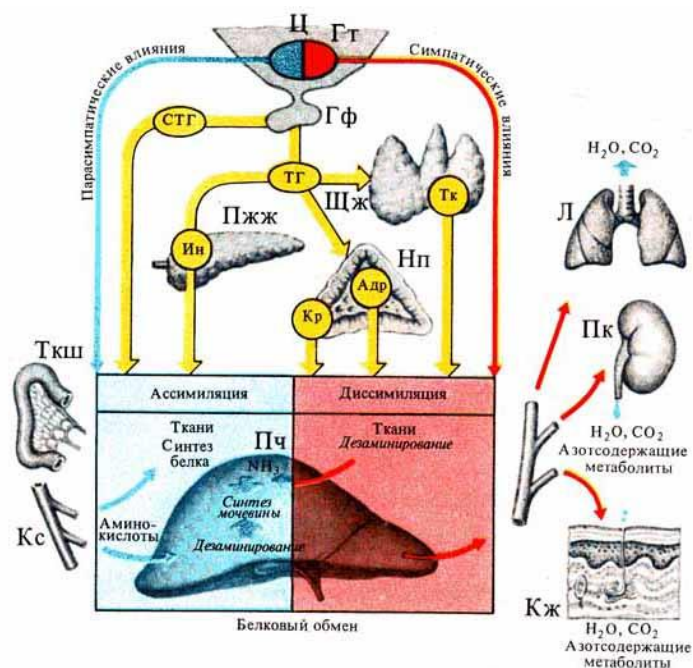


Рис. 97. Регуляция белкового обмена:

Ц – центры, контролирующие белковый обмен; ТГ – «тропные» гормоны; Тк – тироксин; Кр – кортикоиды; Адр – адреналин; Ин – инсулин; СТГ – соматотропный гормон; Гт – гипоталамус; Гф – гипофиз; Пжж – поджелудочная железа; Щж – щитовидная железа; Нп – надпочечник; Ткш – тонкий кишечник; Кс – кровеносные сосуды; Л – легкие; Пк – почка; Пч – печень; Кж – кожа

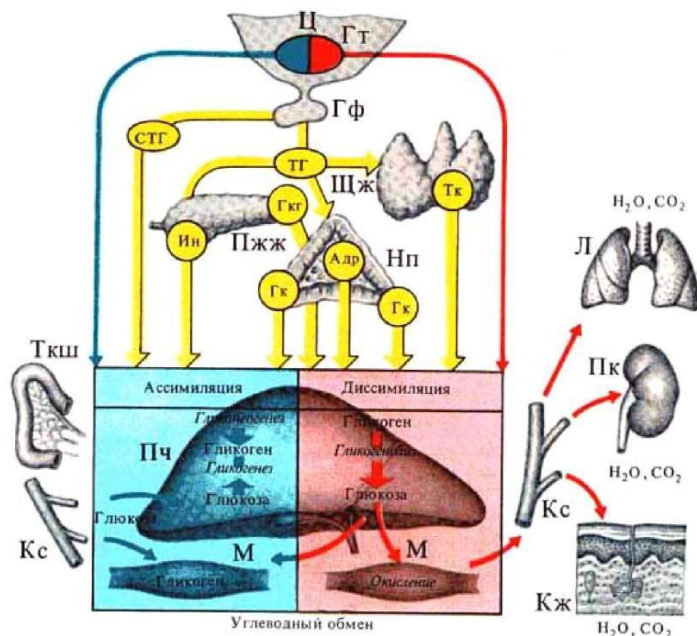


Рис. 98. Регуляция углеводного обмена:

Ц – центры, контролирующие углеводный обмен; ТГ – «тропные» гормоны; Тк – тироксин; Гк – глюкокортикоиды; Гкг – глюкагон; Адр – адреналин; Ин – инсулин; СТГ – соматотропный гормон; Гт – гипоталамус; Гф – гипофиз; Пжж – поджелудочная железа; Щж – щитовидная железа; Нп – надпочечник; Ткш – тонкий кишечник; Кс – кровеносные сосуды; Л – легкие; Пк – почка; Пч – печень; М – мышцы; Кж – кожа

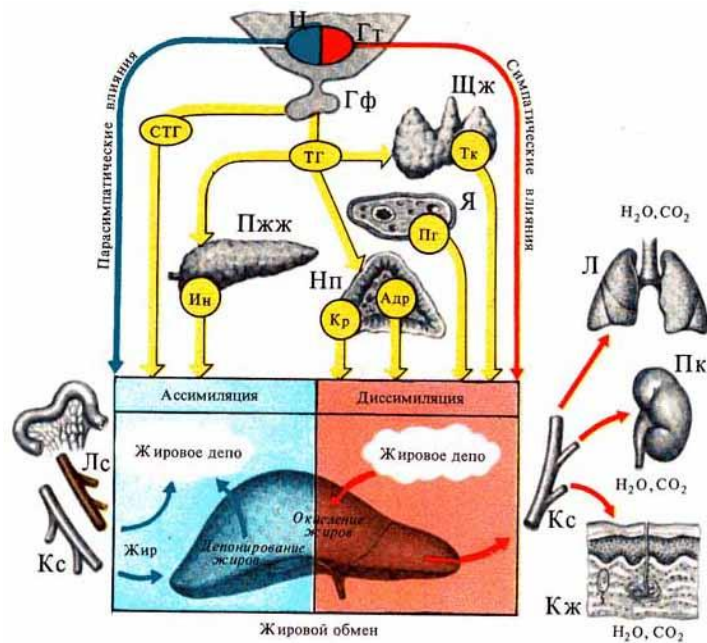


Рис. 99. Регуляция жирового обмена:

Ц – центры, контролирующие жировой обмен; ГГ – «тропные» гормоны; Тк – тироксин; Кр – кортикоиды; Пг – половые гормоны; Адр – адреналин; Ин – инсулин; СТГ – соматотропный гормон; Гт – гипоталамус; Гф – гипофиз; Пжж – поджелудочная железа; Щж – щитовидная железа; Нп – надпочечник; Я – яичник; Кс – кровеносные сосуды; Лс – лимфатические сосуды; Л – легкие; Пк – почка; Кж – кожа

## Лабораторное занятие 14

### ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ

**Цель занятия:** ознакомиться с методами изучения обмена веществ и энергии (балансовыми, манометрическими, хроматографическими, автордиографическими, гистохимическими, спектрофотометрическими, ферментативными методами и электрофорезом); освоить различные способы измерения температуры тела.

#### *14.1. Методы изучения обмена веществ*

Для изучения обменных процессов в организме используются различные методические подходы на разных уровнях организации живого: целостного организма, изолированных органов, тканевых срезов, гомогенатов, экстрактов, субклеточных структур, биожидкостей и др. При этом используются современные физико-химические и биохимические методы выделения, разделения, идентификации и количественного определения веществ:

1. **Балансовые методы** – на целостном организме определяют общие количественные сдвиги веществ с их поглощением и выделением конечных продуктов обмена (расчет баланса прихода-расхода).

Определение содержания введенного в организм вещества и продуктов его распада, выведенных из организма (с мочой, калом, потом и выдыхаемым воздухом), дает возможность расчета баланса, т. е. разницы между поступлением и расходом данного вещества. На основе определения баланса можно сделать важные выводы относительно потребности организма в том или ином веществе.

Для изучения состояния обмена белков большое значение имеет определение **азотистого баланса** – разницы между количеством азота, поступившего в организм с пищей, и количеством азота, выводимого из организма в виде конечных азотистых продуктов обмена.

Азотистый баланс может быть *положительным, равным нулю (равновесие)* или *отрицательным (рис. 100)*. В случае положительного азотистого баланса происходит задержка азота в организме. Это показывает, что происходит накопление белка в тех или иных органах и тканях. В норме положительный баланс имеет место в молодом растущем организме или у женщин во время беременности. Азоти-

стое равновесие наблюдается, если взрослый человек с пищей потребляет достаточное количество белка. Если же азота выводится из организма больше, чем был введен, то имеет место отрицательный баланс. Это свидетельствует о том, что в организме происходит распад белков органов и тканей, который не компенсируется белками пищи. Отрицательный азотистый баланс наблюдается при различных заболеваниях, связанных с усиленным распадом белков тканей, при голодании, в преклонном возрасте. Определение азотистого баланса важно при установлении нормы белков в питании.

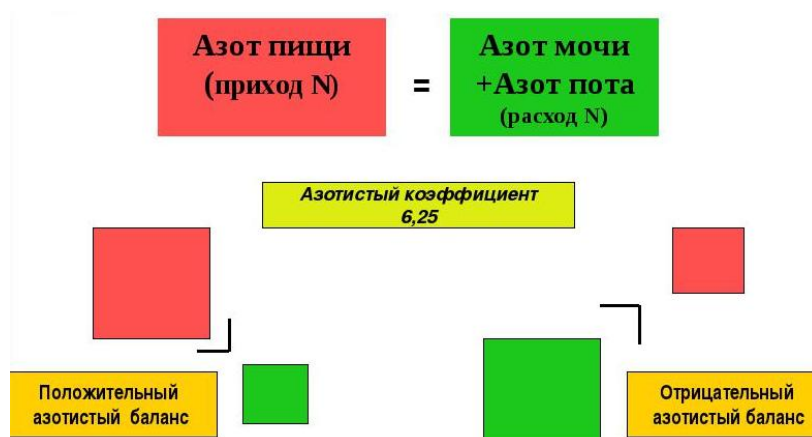
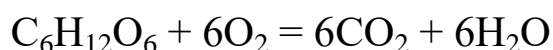


Рис. 100. Азотистый баланс

Аналогичным путем изучается **газовый обмен** – поступление через легкие в организм кислорода и выделение углекислого газа. При этом определяется **дыхательный коэффициент** – соотношение объема выделенного за определенный промежуток времени углекислого газа и объема поглощенного за это же время кислорода ( $\text{CO}_2/\text{O}_2$ ). Установлено, что дыхательный коэффициент имеет разную величину в зависимости от того, какие вещества в организме окисляются во время измерения. Для углеводов он равен единице, что следует из уравнения окисления углерода (гексозы):



Поскольку грамм-молекула любого газа при данных условиях занимает определенный объем, то при окислении гексозы объем поглощенного кислорода будет равен объему образованного углекислого газа.

Дыхательный коэффициент для липидов меньше единицы – он равен 0,7, т. е. объем выделенного углекислого газа будет меньше,

чем объем поглощенного кислорода, поскольку в своей молекуле липиды содержат меньше кислорода, чем углеводы. Дыхательный коэффициент для белков, хотя и больше (0,8), чем для липидов, но все же меньше, чем единица, поскольку по процентному содержанию кислорода белки занимают промежуточное место между углеводами и липидами. При смешанном питании величина дыхательного коэффициента равна 0,85–0,9. Дыхательный коэффициент становится больше 1,0 при тяжелой физической работе, гипервентиляции, увеличении кислотности организма и переходе углеводов в жиры. Менее 0,7 он бывает при переходе жиров в углеводы. По дыхательному коэффициенту по таблицам рассчитывают *калорический эквивалент кислорода* (КЭО<sub>2</sub>).

- **ДЫХАТЕЛЬНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ (ДК)**  
**- отношение объема выделенного углекислого газа к объему потребленного кислорода**
- **ДК для углеводов = 1,0**
- **ДК для белков = 0,8**
- **ДК для жиров = 0,7**

Это количество энергии, выделяемой организмом при потреблении 1 л кислорода. Его величина также зависит от характера окисляемых веществ. Для углеводов он составляет 5 ккал; белков – 4,5; жиров – 4,7 ккал.

Величина поступившей в организм энергии определяется количеством и энергетической ценностью пищевых веществ. Во время окисления в организме 1 г липидов до конечных продуктов освобождается энергии 38,9 кДж/моль, 1 г белков или углеводов – 17,2 кДж/моль. Количество освобожденной энергии определяется путем сжигания веществ в калориметрической бомбе.

Количество потребленных белков, жиров и углеводов должно зависеть от возраста, пола и профессии:

- 1) лица умственного труда – их энергозатраты 2200–3300 ккал/сут;
- 2) работники, занятые механизированным трудом, – 2350–3500 ккал/сут;
- 3) лица, занятые частично механизированным трудом, – 2500–3700 ккал/сут;
- 4) занятые тяжелым немеханизированным трудом – 2900–4200 ккал/сут.

2. **Манометрические методы** – для изучения общих обменных процессов в специальных аппаратах.

Для изучения обмена веществ в различных тканях и мельчайших организмах, микроорганизмах и тому подобном используют аппарат, предложенный немецким ученым Варбургом. Принцип метода заключается в том, что срезы тканей или другие объекты помещают в особые сосуды, соединенные с манометрами, с помощью которых можно измерить поглощение или выделение газа при изменении давления в системе с постоянной температурой и постоянным объемом.

3. **Хроматографические методы** – для определения наличия и количественных сдвигов тех или иных молекул;

4. **Авторадиографические методы** – с использованием меченых атомов для установки на целостном организме распределения, биосинтеза и распада тех или иных веществ в органах и тканях;

5. **Гистохимические методы** – для установления наличия тех или иных молекул в клетках различных органов и тканей;

6. **Спектрофотометрические методы** – для определения количественных сдвигов по спектру поглощения;

7. **Электрофорез** – для разделения, идентификации и количественного определения веществ;

8. **Ферментативные методы** – по специфичности действия ферментов и др.

Чаще всего при изучении обмена веществ применяется одновременно несколько подходов. Информация, полученная с помощью различных методов, затем объединяется, что и дает возможность ответить на вопрос, какие изменения в обмене веществ происходят в норме и при различных патологических состояниях.

## **14.2. Способы измерения температуры тела**

Обычно измерение температуры тела проводится 2 раза в день (в 7–9 ч утра и в 17–19 ч вечера). Как правило, систематическое измерение температуры тела 2 раза в день дает возможность получить представление об ее суточных колебаниях, поэтому измерять температуру через более короткие промежутки (6-4-2 ч) нет необходимости.

Температуру тела можно измерять разными способами:

- в подмышечной впадине;
- в паховой складке;
- в ротовой полости;
- в ушном канале;
- в прямой кишке;
- во влагалище.

Результаты могут различаться: температура в ротовой полости обычно на 0,5 градуса ниже ректальной (измеренной в прямой кишке) и на 0,5 градуса выше температуры тела, измеренной под мышкой. Температура тела в ушном канале равна или несколько выше ректальной. Температура тела, измеренная в паховой складке, близка температуре в полости рта.

### **Измерение температуры тела в подмышечной впадине**

Подмышечная ямка чаще всего используется для измерения температуры тела, так как это практически удобно. Но при этом следует знать, что измерение температуры тела в подмышечной ямке является ненадежным, потому что при нем получаются наименее точные результаты, чем при измерении в других полостях. Кроме того, температура может быть неодинаковой в левой и правой подмышечных впадинах (чаще слева на 0,1–0,3 °С выше). Если при сравнительном измерении температуры разница больше 0,5 °С, то это указывает на воспалительный процесс на той стороне, где наблюдаются более высокие цифры, или же на неточность измерения.



Перед установкой термометра в подмышечную впадину необходимо протереть кожу салфеткой. Этим предупреждается охлаждение градусника во время измерения температуры вследствие испарения пота. Устанавливать термометр надо так, чтобы весь ртутный резервуар со всех сторон соприкасался с телом в самой глубокой точке подмышечной впадины, никуда не смещаясь на протяжении всего времени измерения температуры тела. Необходимо следить за тем, чтобы воздух не попадал в подмышечную ямку, а термометр плотно прилегал к коже. Для этого надо прижать плечо и локоть к телу, чтобы подмышечная ямка была закрыта. При измерении температуры



тела у маленьких детей и больных, находящихся в бессознательном состоянии, необходимо дополнительно придерживать руку, пока не завершится измерение.

Время измерения температуры тела в подмышечной впадине – 5 мин.

Нормальная температура тела при измерении в подмышечной ямке – 36,3–36,9 °С.

### **Измерение температуры тела в паховой складке**

Это не лучший способ измерения температуры тела, но его допустимо использовать у грудных детей. Ребенка укладывают на спину и сгибают его ногу в тазобедренном суставе, приводя бедро к туловищу. Удерживают бедро в таком положении в течение всего времени измерения температуры тела (в течение 5–10 мин в зависимости от типа используемого термометра).

### **Измерение температуры в полости рта**

Данный способ измерения температуры тела распространен в англоязычных странах и является довольно надежным. Но он противопоказан детям до 4–5 лет, детям с повышенной возбудимостью и психическим больным, при наличии у пациентов заболеваний полости рта и/или расстройства носового дыхания.



Температура в полости рта может изменяться при недавнем курении или приеме холодных / горячих жидкостей, а увеличение частоты дыхания на каждые 10 дыхательных движений выше нормы может снижать температуру в ротовой полости на 0,5 °С.

Перед измерением наконечник термометра помещают под язык справа или слева от его уздечки. Просят больного держать рот плотно закрытым, чтобы не поступал холодный воздух.

Время измерения температуры тела в полости рта ртутным термометром – 3 мин.

Нормальная температура тела при измерении в полости рта – 36,8–37,3 °С.

### **Измерение температуры тела в ушном канале**

Довольно редкий способ, при котором используют специальный ушной инфракрасный термометр. Мочка уха оттягивается вверх и назад, чтобы выпрямить ушной канал, после чего кончик термометра осторожно вводится в ухо приблизительно на глубину 1 см.



### **Измерение температуры тела в прямой кишке**

Прямая кишка представляет собой замкнутую анальным сфинктером полость с устойчивой температурой, поэтому при измерении температуры тела в прямой кишке получают наиболее точные результаты. Кроме того, температура в прямой кишке ближе всего к температуре внутренних органов.



Этот способ измерения температуры применяют у детей до 4–5 лет, истощенных и ослабленных больных (у которых градусник в подмышечной области не плотно охватывается мягкими тканями). Противопоказания: задержка стула, понос, заболевания прямой кишки.

Перед введением в прямую кишку кончик термометра надо смазать вазелином или маслом. Взрослый пациент занимает положение на боку, маленького ребенка укладывают на живот. Градусник плавно вводится в прямую кишку на глубину 2–3 см. После введения пациент должен лежать, термометр удерживается пальцами лежащей на ягодицах кисти. Ягодицы должны плотно прилегать одна к другой, чтобы исключить влияние холодного воздуха. Нельзя резко вводить термометр, жестко фиксировать его в прямой кишке, двигаться во время измерения температуры тела.

Время измерения температуры тела в прямой кишке ртутным термометром – 1–2 мин.

Нормальная температура тела при измерении в прямой кишке – 37,3–37,7 °С.

После измерения температуры тела градусник обязательно помещают в дезраствор. Термометр, использованный для измерения температуры в прямой кишке, хранят отдельно от других термометров.

### **Измерение температуры тела во влагалище**

Этот способ измерения температуры тела используется главным образом для определения времени овуляции.

Измерение температуры тела проводят утром, не вставая с постели. Термометр вводят глубоко во влагалище.

Время измерения температуры тела во влагалище ртутным термометром – 5 мин.

Нормальная температура тела при измерении во влагалище (зависит от фазы менструального цикла) – 36,7–37,5 °С.

После измерения температуры тела градусник обязательно помещают в дезраствор. Термометр, использованный для измерения температуры во влагалище, хранят отдельно от других термометров.

## **Контрольные вопросы по теме «Обмен веществ и энергии. Теплообмен»**

1. Какие вещества необходимы для жизнедеятельности организма? В каком виде поступают эти вещества в кровь из пищеварительного тракта?
2. Понятие об общем, основном и промежуточном обмене веществ.
3. Что такое ассимиляция и диссимиляция?
4. Назовите основные этапы обмена веществ.
5. Что такое полноценные и неполноценные белки?
6. Какие функции выполняют белки в организме?
7. Как превращаются в организме всосавшиеся аминокислоты?
8. Понятие об азотистом балансе, белковом минимуме. Назовите виды азотистого баланса. В каких случаях наблюдается положительный и отрицательный азотистый баланс?
9. Физиологическая роль углеводов, конечные продукты их обмена и пути выведения из организма.
10. Превращение в организме глюкозы. Что такое анаэробный и аэробный гликолиз?
11. Как осуществляется регуляция уровня глюкозы в крови?
12. В чем заключается биологическая роль жиров в организме?
13. Как превращаются в организме всосавшиеся жирные кислоты и глицерин и как выводятся из организма липиды?
14. Регуляция обмена белков, углеводов и липидов.
15. Как образуется энергия в организме?
16. Расчет распада питательных веществ по данным газообмена.
17. Что такое дыхательный коэффициент?
18. Что такое основной обмен веществ? Каковы условия его определения?
19. Что такое химическая терморегуляция? Что такое физическая терморегуляция?
20. Какие процессы обеспечивают теплоотдачу?

## **ТЕСТ «ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ»**

**1. Процесс усвоения организмом питательных веществ называется:**

- а) всасывание;
- б) диффузия;
- в) осмос;
- г) ассимиляция;
- д) диссимиляция.

**2. Процесс распада сложных органических веществ называется:**

- а) анаболизм;
- б) экструзия;
- в) экскреция;
- г) ассимиляция;
- д) диссимиляция.

**3. Катаболизм и анаболизм взаимосвязаны во времени следующим образом:**

- а) сначала происходит катаболизм, затем анаболизм;
- б) сначала происходит анаболизм, затем катаболизм;
- в) катаболизм и анаболизм происходят одновременно;
- г) катаболизм начинает и завершает анаболизм.

**4. Анаболизм всегда осуществляется:**

- а) с выделением энергии;
- б) поглощением энергии;
- в) как с выделением, так и поглощением энергии;
- г) нет правильного ответа.

**5. Катаболизм всегда осуществляется:**

- а) с выделением энергии;
- б) поглощением энергии;
- в) как с выделением, так и поглощением энергии;
- г) нет правильного ответа.

**6. Отличия анаболизма и катаболизма заключаются в следующем:**

- а) анаболизм замедляет метаболизм, катаболизм – ускоряет;
- б) катаболизм замедляет метаболизм, анаболизм – ускоряет;
- в) при катаболизме образуются высокомолекулярные вещества, при анаболизме – расщепляются вещества;
- г) при катаболизме расщепляются вещества, при анаболизме – синтезируются высокомолекулярные вещества.

**7. Совокупность химических реакций, в ходе которых происходит распад крупных органических молекул до простых соединений с одновременным высвобождением энергии, – это:**

- а) анаболизм;
- б) метаболизм;
- в) ассимиляция;
- г) катаболизм.

**8. Совокупность химических процессов, направленных на образование и обновление структурных частей клеток, – это:**

- а) анаболизм;
- б) катаболизм;
- в) диссимиляция;
- г) метаболизм.

**9. Главным поставщиком энергии для синтеза АТФ в клетках является:**

- а) минеральные соли;
- б) кислород;
- в) аминокислоты;
- г) витамины;
- д) глюкоза.

**10. АТФ образуется в результате:**

- а) расщепления сложных веществ;
- б) синтеза белков, жиров, углеводов;
- в) запасания жиров;
- г) выведения веществ из организмов.

**11. Молекулы АТФ:**

- а) являются источником энергии;
- б) являются источником тепла;
- в) участвуют в синтезе веществ;
- г) все перечисленное.

**12. Универсальным источником энергии для всех биохимических процессов является:**

- а) ДНК;
- б) АТФ;
- в) НАДФ-Н;
- г)  $C_6H_{12}O_6$ .

**13. В пищеварительном тракте белки расщепляются:**

- а) до аминокислот;
- б) углекислого газа и воды;
- в) глицерина и кислот;
- г) атомов;
- д) аммиака, воды и углекислого газа.

**14. Суточная потребность человека в белках составляет, г:**

- а) 60;
- б) 300;
- в) 20;
- г) 100;
- д) 500.

**15. Суточная потребность взрослого человека в углеводах составляет, г:**

- а) 100;
- б) 180;
- в) 500;
- г) 30;
- д) 50.

**16. Главный конечный продукт азотистого обмена у млекопитающих – это:**

- а) мочева кислота;
- б) мочевино;
- в) аммиак;
- г) креатин;
- д) гиппуриовая кислота.

**17. Центры регуляции белкового обмена находятся:**

- а) в продолговатом мозге;
- б) таламусе;
- в) гипоталамусе;
- г) среднем мозге;
- д) эпителиальном таламусе.

**18. Белки расщепляются:**

- а) до глюкозы;
- б) глицерина;
- в) аминокислот;
- г) жирных кислот.

**19. Основная функция углеводов в клетке:**

- а) двигательная;
- б) структурная;
- в) каталитическая;
- г) хранение наследственной информации;
- д) транспортная.

**20. Реакция, которая происходит при расщеплении глюкозы без участия кислорода, называется:**

- а) биосинтез;
- б) гликолиз;
- в) хемосинтез;
- г) ассимиляция;
- д) фотосинтез.

**21. Конечные продукты распада углеводов:**

- а) углекислый газ и вода;
- б) аминокислоты;
- в) глюкоза и сахароза;
- г) жиры;
- д) витамины.

**22. Углеводы в клетках человеческого тела при биологическом окислении распадаются:**

- а) на молекулы глюкозы;
- б) углекислый газ и воду;
- в) воду, аммиак, углекислый газ;
- г) аминокислоты.



**23. Основным источником энергии в организме являются:**

- а) белки;
- б) углеводы;
- в) витамины;
- г) липиды;
- д) жиры.

**24. Конечным продуктом аэробного расщепления углеводов является:**

- а) пировиноградная кислота;
- б) глюкоза;
- в)  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ ;
- г) молочная кислота;
- д) уксусная кислота.

**25. Участвуют в процессах терморегуляции и откладываются организмом в запас:**

- а) аминокислоты;
- б) минеральные соли;
- в) жиры;
- г) витамины;
- д) микроэлементы.

**26. В результате пищеварения жиры расщепляются:**

- а) до глицерина и жирных кислот;
- б) аминокислот;
- в) углекислого газа;
- г) глюкозы;
- д) воды.

**27. Органическое вещество, являющееся источником энергии и метаболической воды в клетке:**

- а) белок;
- б) крахмал;
- в) нуклеиновая кислота;
- г) жир;
- д) углевод.

**28. Жиры необходимы для обеспечения в организме:**

- а) пластических функций;
- б) энергетического обмена;
- в) пластических и энергетических функций.

**29. Обмен энергии в состоянии покоя в стандартных условиях называется:**

- а) валовый обмен;
- б) основной обмен;
- в) стандартный обмен.

**30. За регуляцию обмена веществ отвечает железа:**

- а) таламус;
- б) гипоталамус;
- в) гипофиз;
- г) тимус.

## 2.6. ФИЗИОЛОГИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ

### 2.6.1. Общая характеристика мочевыделительной системы

Основными выделительными органами являются *почки*.

*Функции почек:*

- 1) образуют и выделяют мочу;
- 2) очищают кровь от различных продуктов обмена;
- 3) регулируют водно-солевой обмен – поддерживают постоянство ионного состава и объема межклеточной жидкости организма. При этом объем крови и межклеточной жидкости регулируется содержанием натрия. При увеличении его количества в крови увеличивается прием воды и происходит ее задержка в организме. При низком содержании хлорида натрия в рационе выведение натрия и воды из организма усиливается;
- 4) поддерживают осмотическое давление крови;
- 5) поддерживают кислотно-щелочное равновесие. При сдвиге реакции крови в кислую сторону в канальцах выводятся анионы кислот, а при сдвиге реакции крови в щелочную сторону выводятся катионы щелочей;
- 6) участвуют в регуляции артериального давления – путем поддержания постоянства объема циркулирующей крови и выработки гормона *ренина*;
- 7) регулируют кроветворение – в почках вырабатывается гормон *эритропоэтин*, стимулирующий образование эритроцитов;
- 8) образуют гуморальные факторы, участвующие в свертывании крови (тромбобластин, тромбоксан);
- 9) участвуют в обмене белков, липидов и углеводов.

В паренхиме почек различают *корковое* и *мозговое вещество* (рис. 101). Структурной единицей почек является **нефрон**. В каждой почке около миллиона нефронов. Каждый нефрон состоит из *капсулы Шумлянско-Боумана*, внутри которой расположен *сосудистый клубочек*. От капсулы отходит *проксимальный извитой каналец*, который переходит в *петлю Генле*, имеющую нисходящую и восходящую части, и далее переходит в *дистальный извитой каналец*. Конечный отдел нефрона впадает в *собирающую трубку* (рис. 102).

К капиллярам клубочка подходит приносящая артериола, а от него отходит выносящая (рис. 103). Диаметр приносящей больше, чем выносящей. Клубочки, расположенные в корковом слое, называются

корковымими, а в глубине почек – юкстамедуллярными. Они отличаются своим кровоснабжением: просвет их приносящего и уносящего сосудов одинаков, поэтому высокого давления не создается.

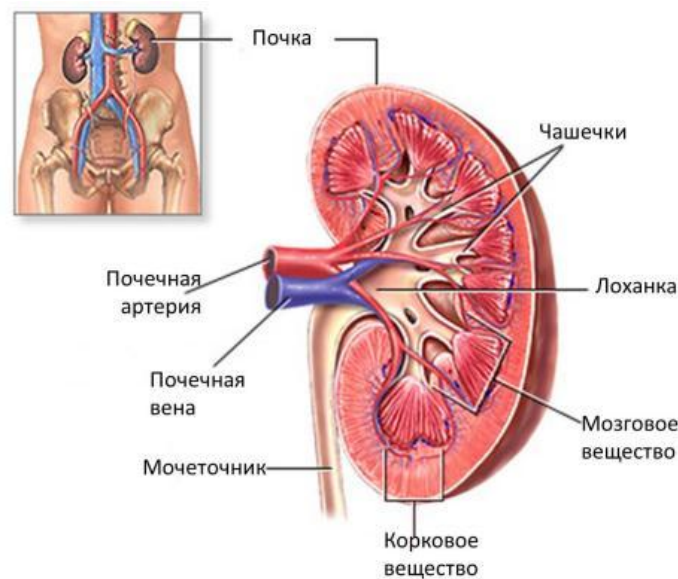


Рис. 101. Почка человека

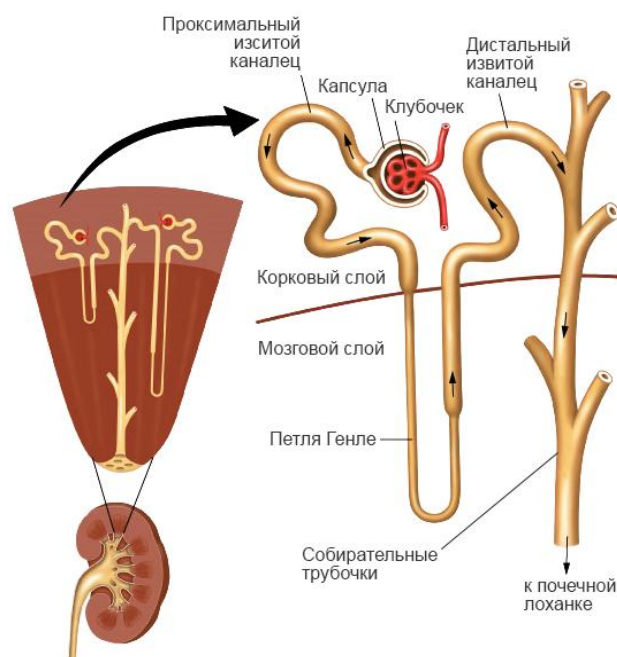


Рис. 102. Строение нефрона

В моче содержится 95 % воды и 5 % твердых веществ, основную часть которых составляют *мочевина, мочевая кислота, креатин, креатинин, соли* (соли щавелевой кислоты – оксалаты, соли мочевой кислоты – ураты, соли фосфорной кислоты – фосфаты). Также в моче присутствуют пигменты – *урохром* и *уробилин*.

В норме в моче отсутствуют следующие вещества:

- *эпителий плоский, цилиндрический (кубический)* – свидетельствует о воспалительном процессе в почечных канальцах;
- *эритроциты* – их появление в моче называется *гематурия*;
- *лейкоциты* – допускается 0–1 в поле зрения у мужчин и 0–12 у женщин. Появление в моче большого количества лейкоцитов называется *пиурия*;
- *белок* – его появление в моче называется *протеинурия*, или *альбуминурия*;
- *сахар* – его появление в моче называется *гликозурия*.

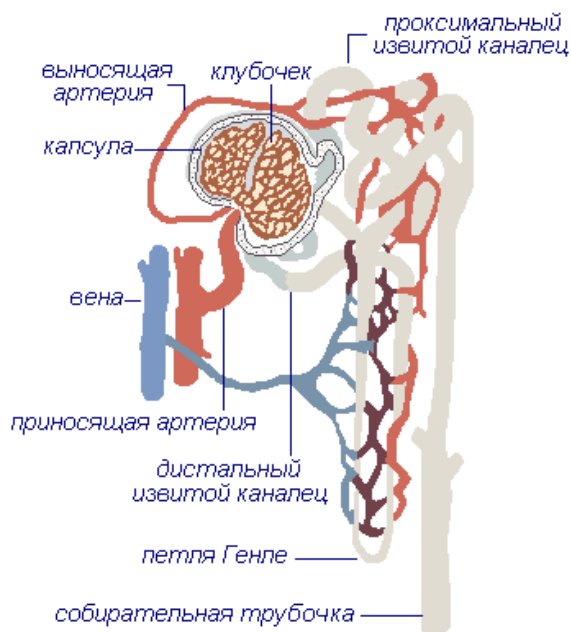


Рис. 103. Особенности кровоснабжения почек

### 2.6.2. Состав и свойства мочи

Моча обладает следующими свойствами:

1. **Количество мочи** – в норме у взрослого человека суточное количество мочи составляет 1,5–2 л. Разность между количеством выпитой и выделенной жидкости называется **диурез**. Патологическое увеличение диуреза называется *полиурия*, уменьшение диуреза – *олигурия*, а полное прекращение мочеотделения – *анурия*.

2. **Цвет мочи** – в норме колеблется от соломенно-желтого до янтарного и зависит от содержания в ней пигментов уробилина и урохрома, образующихся при распаде желчного пигмента билирубина в кишечнике и почках. При этом ночная моча более темная, чем дневная. Цвет мочи может изменяться при употреблении в пищу ок-

рашенных продуктов (морковь, свекла и др.), при приеме некоторых лекарственных препаратов, при патологии печени и почек.

3. **Реакция мочи** – у здорового человека слабокислая или нейтральная, рН – от 5,0 до 7,0. Реакция мочи может изменяться в зависимости от характера пищи. Щелочная реакция характерна для растительной диеты, а кислая реакция наблюдается при питании мясной пищей и другими белковыми продуктами.

4. **Прозрачность мочи** – в норме моча прозрачная, но при отстаивании мутнеет. Выделение мутной мочи наблюдается при содержании в ней солей, слизи, гноя, белка.

5. **Относительная плотность (удельный вес)** – в норме удельный вес дневной мочи около 1012 г/л, а ночной – 1024 г/л. Плотность зависит от концентрации в моче различных веществ и уменьшается с увеличением количества выпитой жидкости.

### **2.6.3. Механизм мочеобразования и мочевыделения**

*Мочеобразование* осуществляется за счет 3 процессов (рис. 104):

1. **Клубочковая фильтрация (ультрафильтрация)** – осуществляется в сосудистом клубочке и характеризуется фильтрацией воды и низкомолекулярных веществ из плазмы крови в капсулу почечного клубочка с образованием первичной мочи. Фильтрация происходит через эндотелий капилляра, мембрану и эпителий капсулы и осуществляется за счет высокого давления крови в капиллярах клубочка (70–80 мм рт. ст.). Высокое давление обусловлено разностью диаметра приносящей и выносящей артериол. В полость капсулы фильтруется плазма крови со всеми растворенными в ней низкомолекулярными веществами. Не фильтруются только белки, большие частицы плазмы и форменные элементы крови. Образующаяся в результате фильтрации жидкость называется **первичной мочой** и по химическому составу сходна с плазмой крови. В течение суток образуется 150–180 л первичной мочи.

2. **Канальцевая реабсорбция** – осуществляется в канальцах нефрона и характеризуется обратным всасыванием профильтровавшихся веществ и воды из первичной мочи в кровь. Вместе с водой в кровь возвращаются не все растворенные в ней вещества. Полностью реабсорбируются глюкоза и аминокислоты, частично – мочевины, не реабсорбируются креатинин и сульфаты. Реабсорбция глюкозы и аминокислот происходит с помощью транспортной системы, сопря-

женной с натрием. Реабсорбция других веществ происходит путем диффузии. Реабсорбция ионов и воды происходит в извитых канальцах и петле Генле. В проксимальном канальце и нисходящем отделе петли Генле происходит транспорт большого количества ионов натрия и воды. В восходящем отделе петли и дистальном канальце реабсорбируется небольшое количество натрия, а также вода. Всего реабсорбируется 98 % первичной мочи, при этом происходит ее концентрация. В результате за сутки из 180 л первичной мочи образуется 1,5–2 л **конечной (вторичной) мочи**, которая по своему составу резко отличается от первичной. В ней нет сахара, аминокислот и повышена концентрация мочевины.

3. **Канальцевая секреция** – перенос клетками почечных канальцев из крови в просвет канальцев ионов и органических веществ, которые не могут фильтроваться (мочевины, мочевой кислоты, креатина, креатинина и других путем диффузии).



Рис. 104. Процесс образования мочи в нефроне

## Мочевыведение

Моча постоянно вырабатывается в почках и по собирательным трубочкам поступает в лоханки, а затем по мочеточникам в мочевой пузырь. Скорость наполнения пузыря – около 50 мл/ч. В это время мочеиспускание затруднено или невозможно. Когда в пузыре накапливается 200–300 мл мочи, возникает рефлекс мочеиспускания. В стенке пузыря имеются рецепторы растяжения (рис. 105). Они возбуждаются и импульсы от них по афферентным нервам поступают в

центр мочеиспускания. Он расположен в крестцовом отделе спинного мозга. Из него импульсы поступают в таламус, а затем в кору больших полушарий. Возникают позывы на мочеиспускание и начинается опорожнение пузыря. От центра мочеиспускания по эфферентным нервам импульсы поступают к мышцам стенки пузыря. Они сокращаются и давление в пузыре растет. В основании пузыря мышцы образуют внутренний сфинктер, а ниже его – наружный сфинктер. Сокращение мышц приводит к раскрытию сфинктера и опорожнению пузыря.

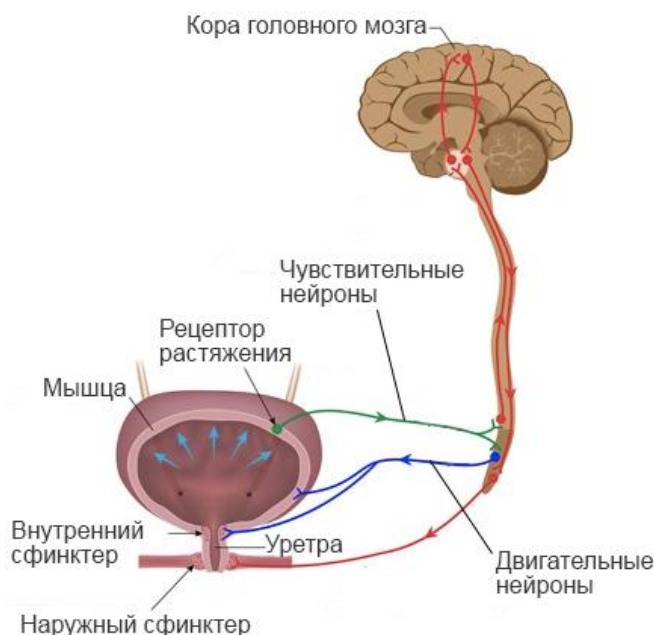


Рис. 105. Нервная регуляция мочеиспускания

#### 2.6.4. Регуляция деятельности почек

Почки имеют высокую способность к саморегуляции. Чем ниже осмотическое давление крови, тем сильнее процессы фильтрации и слабее реабсорбция и наоборот.

Регуляция деятельности почек осуществляется нервно-гуморальным путем (рис. 106).

*Нервная регуляция* осуществляется вегетативной нервной системой. Симпатические нервы являются сосудосуживающими и уменьшают количество мочи. Парасимпатические нервы являются сосудорасширяющими и увеличивают количество мочи.

*Гуморальная регуляция* осуществляется следующими гормонами:

1) *антидиуретический гормон (АДГ)* – вырабатывается в гипоталамусе, а накапливается в задней доле гипофиза. Он обладает сосудосуживающим действием, а также увеличивает проницаемость стен-



ки почечных канальцев для воды, способствуя ее обратному всасыванию. Это приводит к снижению мочеотделения и повышению концентрации мочи;

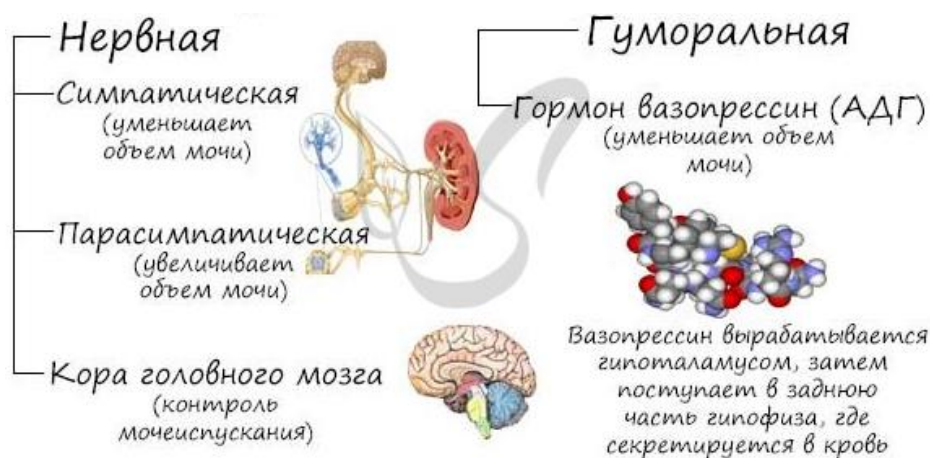


Рис. 106. Регуляция работы почек

2) *альдостерон* – гормон коры надпочечников. Он способствует выведению ионов калия и реабсорбции ионов натрия в канальцах нефронов. Это приводит к повышению осмотического давления крови и задержке воды в организме;

3) *натрийуретический гормон (атриопептид)* – образуется в левом предсердии при его растяжении, в передней доле гипофиза и надпочечниках. Он усиливает фильтрацию, снижает реабсорбцию натрия. В результате возрастает выведение натрия и хлора почками, повышается суточный диурез;

4) *паратгормон* – образуется в околощитовидной железе, усиливает реабсорбцию кальция, магния и снижает обратное всасывание фосфата;

5) *кальцитонин* – образуется в щитовидной железе и уменьшает реабсорбцию кальция и магния;

6) *ренин* – образуется в почках. Под его влиянием суживаются артериолы почек и уменьшается проницаемость стенки капилляров клубочка. В результате скорость фильтрации снижается;

7) *калликреин-кининовая система* – под влиянием фермента почек калликреина активируются белки плазмы кинины, которые расширяют почечные сосуды, увеличивают скорость клубочковой фильтрации и уменьшают интенсивность реабсорбции. Диурез возрастает;

8) *простагландины* – синтезируются в мозговом веществе почек и стимулируют выведение натрия и воды.

## Лабораторное занятие 15

### ФИЗИОЛОГИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ

**Цель занятия:** ознакомиться с основными показателями и методикой проведения общего анализа мочи.

#### 15.1. Общий анализ мочи

Общий анализ мочи включает определение *физических свойств*, *химического состава* и *микроскопическое исследование осадка* (рис. 107).



Рис. 107. Общий анализ мочи

#### Физические свойства мочи:

- **цвет мочи** – в норме колеблется от светло-желтого до насыщенного желтого и зависит от содержащихся в ней пигментов, количества выделенной мочи и ее удельного веса;
- **прозрачность** – нормальная моча прозрачна и зависит от наличия в ней эритроцитов, лейкоцитов, эпителия, бактерий, жировых капель, солей, слизи, pH,  $t^{\circ}$  хранения мочи (низкая  $t^{\circ}$  способствует выпадению солей);
- **удельный вес мочи** – зависит от количества растворенных в ней веществ;
- **pH (реакция мочи)** – в норме кислая или слабокислая и зависит от характера пищи.

#### Химическое исследование мочи

Химическое исследование включает в себя определение в моче:

- **белка** – в норме в моче содержится незначительное количество белка, которое не обнаруживается качественными пробами, поэтому считается, что белка в моче нет;

- **глюкозы** – в норме моча содержит глюкозу в виде следов, не превышающих 0,02 %, что обычными качественными пробами не выявляется;

- **кетонových тел** (ацетона, ацетоуксусной кислоты,  $\beta$ -оксимасляной кислоты) – в норме кетонные тела в моче отсутствуют. Их появление отмечается при нарушении обмена углеводов и жиров.

### Микроскопическое исследование мочи

Осадок для исследования получают путем центрифугирования мочи. В мочевом осадке выявляют *клетки эпителия, эритроциты, лейкоциты, цилиндры, бактерии, дрожжи, соли, слизь*:

- **эритроциты в моче** – в норме в осадке мочи отсутствуют или встречаются единичные в препарате;

- **лейкоциты в моче** – в норме в моче отсутствуют или выявляются единичные в поле зрения (не более 5–6);

- **эпителий в моче** – в норме в осадке мочи обнаруживаются единичные в поле зрения клетки плоского и переходного эпителия. Почечный эпителий у здоровых людей отсутствует;

- **цилиндры в моче** – представляют собой слепки из белка или клеточных элементов, образующихся в просвете канальцев. В норме в осадке мочи отсутствуют;

- **бактерии в моче** – в норме отсутствуют или их количество не превышает 2000 клеток в 1 мл;

- **слизь и кристаллы солей** – в норме в осадке мочи практически отсутствуют. Наиболее часто в осадке мочи обнаруживаются *оксалаты, ураты* (мочекислые соли) и *фосфаты*. Выпадение солей в осадок зависит от pH мочи. Резкие колебания pH могут приводить к выпадению солей в осадок.

В *таблице 9* представлены нормальные показатели общего анализа мочи.

Таблица 9

### Нормальные показатели общего анализа мочи

Показатель	Результат
1	2
Цвет мочи	Различные оттенки желтого цвета
Прозрачность мочи	Прозрачная
Реакция мочи или pH	Кислая, pH 4,8–7,5
Удельный вес (относительная плотность) мочи, г/л	1010–1025
Белок в моче, г/л	< 0,140

1	2
Глюкоза в моче	Отсутствует
Кетоновые тела в моче	Отсутствуют
Эритроциты в моче (микроскопия)	0–3 в поле зрения для женщин 0–1 в поле зрения для мужчин
Лейкоциты в моче (микроскопия)	0–6 в поле зрения для женщин 0–3 в поле зрения для мужчин
Эпителиальные клетки в моче (микроскопия)	0–10 в поле зрения
Цилиндры в моче (микроскопия)	Отсутствуют
Соли в моче (микроскопия)	Отсутствуют
Бактерии в моче	Отсутствуют

### 15.2. Определение реакции мочи

**Цель работы:** измерить рН мочи человека с помощью лакмусовой бумаги.

**Материалы и оборудование:** моча человека; лакмусовая бумага; пипетки.



**Ход работы.** Набирают мочу в пипетку и капают на лакмусовую бумагу. Цвет диагностической зоны полоски меняется в зависимости от рН исследуемой мочи. Зона тест-полоски, изменившая свою первоначальную окраску, сравнивается с цветной шкалой сразу же после извлечения

полоски из пробы. Если окраска диагностической зоны соответствует одному цвету, то полученный результат представляется в виде целой цифры. Если окраска диагностического поля оказывается между двумя цветами, то полученный результат может быть представлен в виде промежуточного значения с диапазоном 0,5 единицы.

Определить реакцию мочи, записать и сделать выводы.

### **15.3. Определение белка в моче (проба Геллера)**

**Цель работы:** определить белок в моче, используя пробу Геллера.

**Материалы и оборудование:** моча человека; концентрированная азотная кислота; пробирки; пипетки; штатив.

**Ход работы.** В пробирку по стенке наливают 1–2 мл концентрированной азотной кислоты. Спустя несколько минут, когда кислота стечет по стенкам пробирки, производят наслоение такого же объема мочи. В присутствии белка на границе между двумя жидкостями образуется мутный белый слой – белковое кольцо. В случае же нормальной мочи на границе жидкостей образуется коричневое кольцо в результате изменения мочевых пигментов под влиянием азотной кислоты. Проба с азотной кислотой способна обнаружить в моче даже небольшое содержание белка – до 0,033 %.

Провести пробу на содержание белка в моче человека, записать и сделать выводы.

### **15.4. Определение сахара в моче (реакция Фелинга)**

**Цель работы:** освоить определение сахара в моче человека с помощью реакции Фелинга.

**Материалы и оборудование:** моча человека; реактив Гайнеса; спиртовка; пробирки; пипетки; штатив; держатели для пробирок.

**Ход работы.** В пробирку наливают 2–3 мл мочи и добавляют равный объем реактива Гайнеса. Пробирку с налитыми в нее жидкостями кипятят на спиртовке. Если в моче имеется сахар, то обнаруживается выпадение коричневатого осадка закиси меди. Сахар в моче обнаруживается в период активного поступления углеводов с пищей, при нарушениях функции поджелудочной железы и других органов.

Записать результаты и сделать вывод.

### **15.5. Определение ацетоновых тел в моче (проба Ланне)**

**Цель работы:** с помощью пробы Ланне определить наличие ацетоновых тел в моче человека.

**Материалы и оборудование:** моча человека; свеженасыщенный водный раствор нитропруссид натрия; ледяная уксусная кислота; водный раствор аммиака; пробирки; пипетки; штатив.

**Ход работы.** В пробирку наливают 5–10 мл мочи, добавляют 10 капель свеженасыщенного водного раствора нитропруссид натрия и 1 мл ледяной уксусной кислоты, после чего осторожно по стенке пробирки добавляют 2–3 мл водного раствора аммиака. При наличии ацетоновых тел образуется фиолетовое или фиолетово-красное кольцо.

Ацетоновые тела представляют собой группу органических веществ: оксимасляную, ацетоуксусную кислоты и ацетон. В норме они



расщепляются до углекислого газа и воды. При нарушении обмена веществ они накапливаются в организме и являются токсичными. Выделяясь из организма, эти вещества обнаруживаются в моче, что дает возможность судить об измененном обмене веществ.

Определить наличие в моче ацетоновых тел, записать результаты и сделать вывод.

### **Контрольные вопросы по теме «Физиология выделения»**

1. Какие органы участвуют в процессе выделения? Какое физиологическое значение имеют органы выделения?
2. Что является морфофункциональной единицей почки? Строение нефрона.
3. Функции почек.
4. Что такое «чудесная сеть»?
5. Чем отличается состав клубочкового фильтрата от состава плазмы крови? Какие факторы влияют на образование первичной мочи?
6. В чем заключаются различия в составе первичной и вторичной мочи?
7. Какие вещества реабсорбируются в почках? Какие вещества секретируются в почках?
8. Какие вещества называются пороговыми?
9. Что такое фильтрация? Где она происходит?
10. Что такое реабсорбция? В каких отделах нефрона происходит реабсорбция?

11. Какие процессы происходят в нисходящем и восходящем коленах петли Генле?

12. Какие физиологические механизмы участвуют в регуляции деятельности почек?

13. Как осуществляется рефлекторная регуляция деятельности почек?

14. Как осуществляется гуморальная регуляция деятельности почек?

15. Каков механизм мочеиспускания?

### ***ТЕСТ «ФИЗИОЛОГИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ»***

**1. Основными органами выделения являются:**

- а) легкие;
- б) кожа;
- в) почки;
- г) слюнные железы;
- д) кишечник.

**2. Желтый цвет моче придает пигмент:**

- а) билирубин;
- б) биливердин;
- в) гемоглобин;
- г) уробилин;
- д) меланин.

**3. Кислая реакция мочи обусловлена наличием в корме:**

- а) белков;
- б) жиров;
- в) углеводов;
- г) крахмала;
- д) клетчатки.

**4. Среди органических веществ мочи занимают главное место:**

- а) минеральные вещества;
- б) глюкоза;
- в) липиды;
- г) азотистые соединения;
- д) гемоглобин.

**5. Присутствие в моче белка называется:**

- а) гематурия;
- б) анурия;
- в) альбуминурия;
- г) гемоглобинурия;
- д) уробилинурия.

**6. Присутствие в моче крови называется:**

- а) альбуминурия;
- б) гематурия;
- в) гемоглобинурия;
- г) глюкозурия;
- д) анурия.

**7. Первая фаза мочеобразования называется:**

- а) диффузия;
- б) экскреция;
- в) фильтрация;
- г) реабсорбция;
- д) всасывание.

**8. Вторая фаза мочеобразования называется:**

- а) фильтрация;
- б) диффузия;
- в) ультрафильтрация;
- г) реабсорбция;
- д) синтез.

**9. В капиллярах мальпигиева клубочка почечного тельца происходит этап:**

- а) реабсорбции;
- б) синтеза;
- в) фильтрации;
- г) обратного всасывания;
- д) секреции.



**10. В почечных канальцах происходит:**

- а) обратное всасывание;
- б) фильтрация;
- в) ультрафильтрация;
- г) экструзия;
- д) накопление.

**11. Моча, образующаяся в первую фазу мочеобразования, называется:**

- а) дефинитивная;
- б) первичная;
- в) конечная;
- г) изотоническая;
- д) сульфатная.

**12. В капсуле Шумлянского-Боумена образуется моча:**

- а) конечная;
- б) дефинитивная;
- в) вторичная;
- г) канальцевая;
- д) первичная.

**13. Образующийся клубочковый фильтрат называют:**

- а) конечной мочой;
- б) плазмой;
- в) дефинитивной мочой;
- г) первичной мочой;
- д) секретом.

**14. В почечных канальцах образуется:**

- а) первичная моча;
- б) конечная моча;
- в) вода;
- г) плазма;
- д) секреты.

**15. Соответствует концентрации всех веществ плазмы концентрация их в моче:**

- а) первичная;
- б) вторичная;
- в) конечная;
- г) дефинитивная;
- д) канальцевая.

**16. Замедляет процесс фильтрации первичной мочи давление:**

- а) осмотическое;
- б) парциальное;
- в) онкотическое;
- г) атмосферное;
- д) кровяное.

**17. Замедляет фильтрацию и образование первичной мочи давление:**

- а) артериальное;
- б) парциальное;
- в) венозное;
- г) онкотическое;
- д) осмотическое.

**18. При повышении онкотического давления плазмы крови клубочковая фильтрация в почках:**

- а) увеличивается;
- б) уменьшается;
- в) не изменяется.

**19. Клубочковая фильтрация повышается:**

- а) при повышении гидростатического давления в капиллярах клубочка;
- б) повышении онкотического давления в сосудах клубочка;
- в) снижении онкотического давления в сосудах клубочка;
- г) понижении гидростатического давления в капиллярах клубочка;
- д) снижении артериального давления.

**20. Процессу фильтрации в капиллярах клубочков способствует высокое давление:**

- а) атмосферное;
- б) онкотическое;
- в) осмотическое;
- г) парциальное;
- д) кровяное.

**21. Функциональными единицами почек являются:**

- а) нейроны;
- б) собирательные трубочки;
- в) нефроны;
- г) эпителиальные клетки;
- д) почечные тельца.

**22. У млекопитающих основным продуктом белкового распада является:**

- а) аммиак;
- б) мочева кислота;
- в) креатин;
- г) гиппуровая кислота;
- д) мочеина.

**23. У птиц основным продуктом белкового распада является:**

- а) аммиак;
- б) мочева кислота;
- в) креатин;
- г) гиппуровая кислота;
- д) мочеина.

**24. В моче здоровых животных отсутствуют:**

- а) вода;
- б) мочеина;
- в) мочева кислота;
- г) белки;
- д) сульфаты.

**25. В моче здоровых животных нет:**

- а) мочевины;
- б) хлористого натрия;
- в) уробилина;
- г) белков;
- д) солей калия.

**26. Вещество, которое не содержится в моче здоровых животных:**

- а) мочевины;
- б) мочева́я кислота;
- в) креатинин;
- г) уробилин;
- д) ацетоксусная кислота.

**27. В отличие от плазмы в моче нет:**

- а) сульфатов;
- б) хлоридов;
- в) мочевины;
- г) сахара;
- д) сернокислых солей.

**28. В моче в отличие от плазмы крови происходят резкие колебания:**

- а) уровня сахара;
- б) мочевины;
- в) осмотического давления;
- г) сульфатов;
- д) белков.

**29. Плазма, лишаясь кровяных клеток и белков, проходит:**

- а) в собирательные трубочки;
- б) капсулу Шумлянского-Боумана;
- в) петлю Генле;
- г) проксимальные извитые канальцы;
- д) дистальные извитые канальцы.

**30. Укажите направление транспорта веществ во время фильтрации:**

- а) из крови в капсулу Шумлянского-Боумена;
- б) из капсулы в кровь;
- в) из просвета канальцев в кровь;
- г) из крови в просвет канальцев.

**31. Укажите направление транспорта веществ во время реабсорбции:**

- а) из крови в капсулу Шумлянского-Боумена;
- б) из капсулы в кровь;
- в) из просвета канальцев в кровь;
- г) из крови в просвет канальцев.

**32. Из крови в полость капсулы Шумлянского-Боумена не фильтруются:**

- а) соли;
- б) глюкоза;
- в) мочевины;
- г) мочевая кислота;
- д) белки.

**33. В почках вырабатывается гормон:**

- а) кортизол;
- б) альдостерон;
- в) эстрогены;
- г) антидиуретический;
- д) ренин.

**34. Способствует обратному всасыванию воды из мочи в кровь гормон:**

- а) альдостерон;
- б) кортизон;
- в) адреналин;
- г) антидиуретический;
- д) окситоцин.

**35. Увеличение мочеобразования может наступить, если в крови понижается содержание гормона:**

- а) антидиуретического;
- б) адреналина;
- в) ренина;
- г) альдостерона;
- д) окситоцина.

**36. Антидиуретический гормон увеличивает:**

- а) проницаемость собирательных трубочек для воды;
- б) проницаемость проксимальных канальцев для воды;
- в) проницаемость дистальных канальцев для воды;
- г) проницаемость эндотелия капилляров мальпигиева клубочка;
- д) кровоток через почку.

**37. При возбуждении парасимпатических волокон усиливается отделение:**

- а) воды;
- б) мочевины;
- в) аммиака;
- г) хлоридов;
- д) сульфатов.

**38. Раздражение симпатических волокон вызывает повышение содержания в моче:**

- а) воды;
- б) хлористого натрия;
- в) мочевины;
- г) сульфатов;
- д) глюкозы.

**39. Суживает просвет артериальных сосудов и тем самым увеличивает фильтрационное давление в клубочках почек гормон:**

- а) вазопрессин;
- б) окситоцин;
- в) адреналин;
- г) альдостерон;
- д) норадреналин.

**40. Центр мочеиспускания находится:**

- а) в продолговатом мозге;
- б) грудном отделе спинного мозга;
- в) таламусе;
- г) гипоталамусе;
- д) пояснично-крестцовом отделе спинного мозга.

**41. При раздражении симпатического нерва в мочевом пузыре происходит:**

- а) расслабление мышц стенок мочевого пузыря;
- б) сокращение мышц стенок мочевого пузыря;
- в) выведение мочи;
- г) расслабление внутреннего сфинктера;
- д) расслабление наружного сфинктера.

**42. При раздражении парасимпатических нервов в мочевом пузыре происходит:**

- а) расслабление мышц стенок мочевого пузыря;
- б) сокращение мышц стенок мочевого пузыря;
- в) наполнение мочой;
- г) сокращение наружного сфинктера;
- д) сокращение внутреннего сфинктера.

**43. Возбуждение парасимпатических нервов вызывает в мочевом пузыре:**

- а) сокращение внутреннего сфинктера;
- б) расслабление мышц;
- в) наполнение мочой;
- г) сокращение наружного сфинктера;
- д) изгнание мочи.

**44. Образование первичной мочи из плазмы крови является функцией:**

- а) проксимальных канальцев нефрона;
- б) дистальных канальцев;
- в) собирательных трубочек;
- г) капилляров сосудистого клубочка;
- д) петли Генле.

**45. Процесс образования первичной мочи в капсуле нефрона называется:**

- а) канальцевой экскрецией;
- б) канальцевой реабсорбцией;
- в) канальцевой секрецией;
- г) клубочковой фильтрацией;
- д) мочевыделением.

**46. От разницы диаметров приносящей и выносящей артериол почечного клубочка зависит величина:**

- а) онкотического давления;
- б) секреции;
- в) реабсорбции;
- г) фильтрации;
- д) объема конечной мочи.

**47. Реабсорбция – это:**

- а) процесс прохождения бесклеточной и безбелковой части плазмы из капилляров клубочка через барьер в полость капсулы;
- б) обратное всасывание из почечных канальцев в кровь воды, органических и минеральных веществ;
- в) транспорт в мочу веществ, содержащихся в крови или образующихся в клетках эпителия канальцев;
- г) появление в первичной моче пороговых веществ;
- д) появление в первичной моче крупномолекулярных веществ.

**48. Процесс секреции заключается:**

- а) в транспорте веществ из канальцевой мочи в кровь;
- б) фильтрации в просвет канальцев плазмы крови;
- в) переносе клетками почечных канальцев из крови в просвет канальцев ионов и органических веществ;
- г) кругообороте мочевины;
- д) выведении мочи.

**49. Образование конечной мочи является результатом:**

- а) фильтрации, реабсорбции, активного транспорта;
- б) фильтрации, реабсорбции;
- в) фильтрации, реабсорбции, канальцевой секреции;
- г) активного выведения веществ из крови или из клеток канальцев в мочу;
- д) выведения мочи из собирательных трубок в лоханку почки.

**50. Суточный диурез в норме равен, л:**

- а) 2,5–5;
- б) 150–180;
- в) 1,5–2;
- г) 0,5–0,8;
- д) 15–20.



**51. Реабсорбцию натрия и секрецию калия в почках регулирует гормон:**

- а) тироксин;
- б) адреналин;
- в) антидиуретический гормон;
- г) альдостерон;
- д) кортизон.

**52. Перечислите структуры нефрона:**

- а) мозговые лучи, собирательные трубочки;
- б) почечное тельце, дистальные канальцы, почечные чашки;
- в) капсула нефрона, проксимальный каналец, петля Генле, дистальный каналец;
- г) собирательные трубочки, проксимальный каналец, петля Генле, дистальный каналец.

## **2.7. ОНТОГЕНЕЗ**

### **2.7.1. Общие закономерности онтогенеза**

**Онтогенез**, или *индивидуальное развитие организма*, – процесс развития организма с момента зарождения до конца жизни.

Во время развития организма происходят морфологические, физиологические и биохимические изменения и реализуется наследственная информация, полученная организмом от родителей (*рис. 108*).

Термин «онтогенез» ввел немецкий биолог Э. Геккель в 1866 г.

В онтогенезе выделяют 3 периода:

1) **проэмбриональный период** – развиваются и формируются женские и мужские половые клетки – *гаметы*, которые при слиянии образуют оплодотворенное яйцо – *зиготу*;

2) **эмбриональный (внутриутробный) период** – эмбриональное развитие включает *стадии зародыша и плода*. Происходит закладка основных систем органов;

3) **постэмбриональный период** – начинается после родов, продолжается всю жизнь и заканчивается смертью. В этот период завершаются процессы формирования, происходит половое созревание, размножение, старение и смерть. Постэмбриональный онтогенез человека делится на возрастные периоды, каждый из которых характеризуется различными анатомическими и физиологическими изменениями в организме.



Рис. 108. Индивидуальное развитие организма человека

В онтогенезе существуют критические периоды.

**Критический период** – это период в развитии организма, когда он максимально чувствителен к определенным воздействиям.

Критические периоды наблюдаются при формировании и развитии органов и систем. У каждого органа свой критический период, хотя интервал между 15-ми и 60-ми сут беременности является критическим для многих органов. Также критическими периодами онтогенеза являются *пубертатный период* (*период полового созревания*) и *климактерический период* (*период угасания половой функции*).

### 2.7.2. Гаметогенез и эмбриогенез

В онтогенезе различают 2 этапа:

1. **Пренатальный (внутриутробный) онтогенез** – длится от момента оплодотворения до рождения и состоит из 3 периодов (рис. 109):

➤ *начальный период* – 1–7-е сут развития. В этот период в результате митотических делений из зиготы образуется многоклеточный организм – *бластула*, которая в конце начального периода врастает в стенку матки (осуществляется процесс *имплантации*);

➤ *эмбриональной (зародышевый) период* – со 2-й до 8-й недели развития – характеризуется формированием органов и тканей;

➤ *плодный (фетальный) период* – с 3-го по 9-й месяц (с 9-й по 40-ю неделю) – характеризуется дифференцировкой тканей, увеличением размеров тела и завершением образования органов.

2. **Постнатальный (внеутробный) онтогенез** – продолжается от рождения до смерти организма.

Онтогенезу предшествует **прогенез** – развитие и созревание мужских и женских половых клеток – *гамет*, которые необходимы для возникновения нового организма. Поэтому прогенез называют **ГАМЕТОГЕНЕЗОМ**.

Прогенез включает в себя *сперматогенез* и *овогенез*. Сперматогенез осуществляется в извитых канальцах семенников, а овогенез – в яичниках.

Период	Продолжительность	
Начальный	1-я НЕДЕЛЯ	
Зародышевый	2-8-я НЕДЕЛЯ	
Плодный	С 9-й НЕДЕЛИ ДО РОЖДЕНИЯ	

Рис. 109. Периоды онтогенеза

**ЭМБРИОГЕНЕЗ** (*зародышевое развитие, эмбриональное развитие*) – период индивидуального развития организма от оплодотворения до рождения.

При слиянии мужской и женской половых клеток образуется одноклеточный зародыш – *зигота*. С этого момента начинается *пренатальный онтогенез*, который у человека длится около 280 дней (40 недель).

Различают 3 этапа зародышевого развития:

1. **Дробление** – начальный этап в эмбриональном развитии. Начинается через несколько часов после оплодотворения и заключается в

быстро следующих друг за другом митотических делениях зиготы на более мелкие клетки – *бластомеры*. Сначала образуются два бластомера, потом четыре и так далее (*рис. 110*). На стадии 32 бластомеров зародыш напоминает ягоду малины и называется *морулой*. На заключительной стадии дробления образуется *бластула* – первая многоклеточная стадия зародыша. Стенка однослойного зародыша называется *бластодермой*, а находящаяся внутри полость – *бластоцелью*. После каждого деления объем бластомеров уменьшается вдвое, число их умножается, но общий объем яйца в размерах не увеличивается.



*Рис. 110. Стадии дробления*

2. **Гаструляция** – процесс образования двуслойного зародыша – *гаструлы* (*рис. 111*). На этой стадии зародыш похож на чашу. В зародыше происходит перемещение клеточных масс и выделение клеточных слоев – зародышевых листков: наружного – *эктодермы* и внутреннего – *энтодермы*. Затем у зародыша образуется средний зародышевый листок – *мезодерма*.

3. **Образование органов (органогенез) и тканей (гистогенез)** – происходит *дифференцировка*, т. е. возникновение специализированных клеток и формирование из них органов и тканей. Сначала (на 2-й неделе) образуются осевые органы – нервная трубка, хорда (замещается позвоночником) и пищеварительная трубка (см. *рис. 111*). Из *эктодермы* развивается эпителий кожи и ее производные (волосы, ногти, сальные и потовые железы), нервная система, а также эпителий слизистых оболочек, эмаль зубов, воспринимающие клетки органов слуха, обоняния, зрения; из *энтодермы* – пищеварительный тракт и связанные с ним органы, эпителиальные ткани; из *мезодермы* – скелет, мышцы, кровеносная и лимфатическая системы, выделительная система, половые железы, соединительная ткань. К 3 месяцам внутриутробного развития формируются почти все органы.

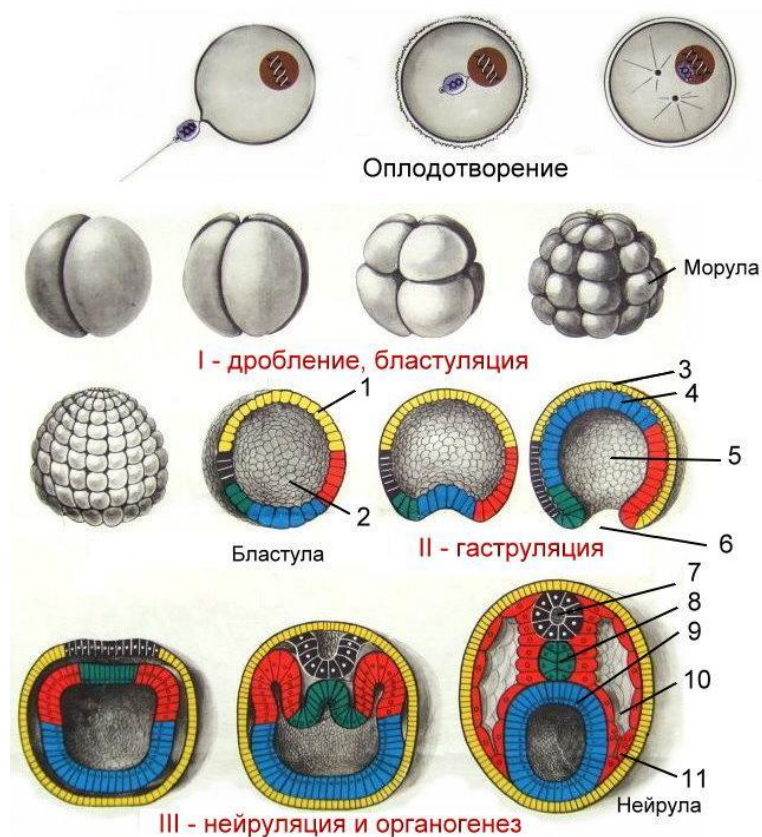


Рис. 111. Основные этапы эмбриогенеза:

1 – бластодерма; 2 – бластоцель; 3 – эктодерма; 4 – энтодерма;  
 5 – гастроцель; 6 – бластопор, первичный рот; 7 – нервная трубка; 8 – хорда;  
 9 – пищеварительная трубка; 10 – вторичная полость, целом;  
 11 – мезодермальные карманы

У человека, начиная со стадии бластулы, появляются дополнительные зародышевые оболочки (*хорион*, *амнион* и *аллантоис*), обеспечивающие защиту зародыша от высыхания и воздействий среды (рис. 112).

Вокруг бластулы развивается *хорион*. Эта оболочка покрыта ворсинками. Хорион вместе со слизистой оболочкой матки образует *плаценту*, обеспечивающую связь плода с материнским организмом, питание и дыхание зародыша. Плацента состоит из клеток двух организмов: матери и плода. Пуповина – это часть плода. Через нее проходят кровеносные сосуды, несущие кровь от плода к плаценте и от плаценты к плоду.

Второй зародышевой оболочкой является *амнион*. Амнион заполнен жидкостью, представляющей собой водный раствор белков, сахаров, минеральных солей и содержащей гормоны. Амнион предохраняет зародыш от высыхания, защищает его от механических повреждений. Количество этой жидкости к моменту родов – 1 л.

*Аллантоис* – третья зародышевая оболочка. Это зачаток мочевого мешка. У зародыша человека он исчезает на 3-м месяце эмбрионального развития. Аллантоис участвует в процессе газообмена зародыша с окружающей средой, в его полость происходит выделение жидких продуктов обмена веществ (в основном мочи).

Органогенез завершается к концу эмбрионального периода развития, а усложнение органов продолжается и в постэмбриональном периоде.



Рис. 112. Зародышевые оболочки

### 2.7.3. Постнатальный онтогенез

Различают 6 периодов постэмбрионального развития ребенка (взросления человека):

1) *период новорожденности (неонатальный период)* (рис. 113) – от момента рождения до 4 недель – новорожденный открывает рот, производит глотательные и сосательные движения, размахивает руками и ногами, поворачивает голову. Поза новорожденного напоминает положение плода в матке. Большую часть суток он спит, просыпаясь лишь ко времени кормления;

2) *грудной период* – от 4 недель до 1 года – происходит приспособление к внешней среде, начинается развитие иммунитета. Ребенок подвержен инфекционным заболеваниям, у него не развиты терморегуляция и пищеварение. Много изменений происходит в двигательной системе ребенка: в конце 1-го месяца жизни он пытается распрямить ножки, на 6-й неделе удерживает головку, на 6-м месяце сидит, в конце 1-го года жизни начинает ходить. Развивается также психика ребенка: на 2-м месяце жизни он улыбается, к 4-му месяцу исследует игрушки, начинает различать людей. К концу 1-го года жизни ребенок понимает многие фразы;

3) *раннее детство (ясельный период)* – от 1 года до 3 лет – характеризуется дальнейшим развитием органов и систем организма и более совершенной адаптацией. Развивается приобретенный иммунитет. Ребенок осваивает движения, речь, формы общения, выражает эмоции, манипулирует предметами, познает мир;

4) *дошкольный период* – от 3 до 6–7 лет – дети проявляют интерес к окружающему миру, развиваются мышление, речь и трудовая деятельность;

5) *младший школьный период* – от 6–7 до 10–12 лет – совершенствуются двигательные навыки, развивается характер, увеличивается словарный запас. Дети могут писать, рисовать, усложняются игры. Происходит половая ориентация, поведение зависит от подражания взрослым;

6) *старший школьный, или подростковый, период (период полового созревания)* – от 10 до 17–18 лет девочки и от 12 до 17–18 лет мальчики – начинается половое созревание, происходит перестройка нервной и эндокринной систем. Формируется самосознание, анализируются окружающие явления. Наблюдается эмоциональная неустойчивость. Окончательное формирование физиологических функций заканчивается к 18 годам. Формирование организма заканчивается к 22–25 годам.



Рис. 113. Индивидуальное развитие человека

После взросления различают следующие возрастные периоды (см. рис. 113):

1) *юношеский период* – от 17 лет до 21 года юноши и от 16 до 20 лет девушки – заканчивается окостенение скелета и рост организма. Организм полностью сформирован, все его параметры достигают окончательной величины;

- 2) *зрелый возраст (1-й период)* – от 21 до 35 лет мужчины и от 20 до 35 лет женщины;
- 3) *зрелый возраст (2-й период)* – от 35 до 60 лет мужчины и от 35 до 55 лет женщины;
- 4) *пожилой возраст* – от 55–60 до 75 лет;
- 5) *старческий возраст* – 75–90 лет;
- 6) *долгожители* – 90 лет и более.

#### **2.7.4. Особенности течения онтогенеза: акселерация и ретардация**

**Акселерация** – ускоренное развитие организма.

*Виды акселерации:*

1) *эпохальная акселерация* – когда имеется различие в физическом развитии между поколениями. Потомки выше и крупнее своих предшественников, живших в начале XX века. За последние 100 лет средний рост увеличился на 10 см, вес – на 3–7 кг. Быстрее стали развиваться системы жизнедеятельности организма (сердечно-сосудистая, дыхательная и др.). Ускорилося половое созревание. Сократилась продолжительность роста (раньше рост продолжался до 25 лет, теперь – до 16–19 лет);

2) *внутригрупповая (индивидуальная) акселерация* – когда акселерация наблюдается в определенных возрастных группах. Детям такой категории характерно раннее половое созревание и психическое развитие. Они отличаются большим ростом, развитой мышечной и дыхательной системами.

*Характеристики, которые изменяются в результате акселерации:*

- на 1–3 года раньше происходят физические и морфофункциональные изменения (смена зубов, окостенение скелета, формирование вторичных половых признаков);
- увеличение среднего роста, массы тела, окружности грудной клетки;
- удлинение репродуктивного периода у женщин и мужчин за счет более раннего наступления половой зрелости.

*Причины акселерации:*

- повышение качества питания и медицинского обслуживания, прием витаминов;
- миграция населения и увеличение количества смешанных браков (первое поколение обычно физически сильнее);



➤ урбанизация населения (влечение к городской жизни, в результате которого в города переселяются люди из сельской местности с более развитым интеллектом);

➤ влияние факторов среды (увеличение радиоактивного фона в результате военных, технических и природных процессов, увеличение светового дня за счет электрического освещения);

➤ улучшение санитарно-гигиенических и материальных условий жизни;

➤ научно-технический прогресс;

➤ занятия спортом.

*Минусы акселерации:*

1) несоответствие между уровнями физического и психического развития, поэтому часто современные подростки психически остаются инфантильными. Для них характерны ранимость, неустойчивость;

2) подростки одной возрастной группы различаются по своему интеллектуальному, социальному и нравственному развитию. Один может быть развит физически, а умственно и эмоционально – нет. А другой может быть на полголовы ниже сверстников, но превосходит их в интеллекте;

3) более раннее прекращение роста (в 18–20 лет, а 70 лет назад – в 24–26 лет).

**Ретардация** – явление, обратное акселерации. Означает замедление физического развития и формирования функциональных систем организма детей и подростков.

*Причины ретардации*

Механизмы ретардации мало изучены. Существует теория смены эпох акселерации и ретардации. Это связано с увеличением солнечной активности, изменением климата на планете, качеством питания.

Причины ретардации делят на 2 группы:

1) *эндогенные причины* – различные наследственные, врожденные и приобретенные в постнатальном онтогенезе нарушения (достижение показателей роста происходит на 1–2 года позже);

2) *экзогенные причины* – вредное воздействие среды, низкий материальный доход семьи, отрицательный эмоциональный микроклимат (недостаток внимания вызывает отставание в развитии на 1,5–2 года).

## Контрольные вопросы по теме «Онтогенез»

1. Понятие онтогенеза, его общие закономерности.
2. Периоды онтогенеза.
3. Критические периоды онтогенеза.
4. Периоды пренатального онтогенеза.
5. Понятие гаметогенеза.
6. Сперматогенез и овогенез, характеристика их стадий.
7. Эмбриогенез, этапы зародышевого развития.
8. Какие органы и ткани развиваются из эктодермы, мезодермы и энтодермы?
9. Дополнительные зародышевые оболочки и их функция.
10. Постнатальный онтогенез, его возрастные периоды и их характеристика.
11. Какие принципы лежат в основе выделения возрастных периодов в онтогенезе?
12. Чем отличаются понятия календарного и биологического возраста?
13. Особенности течения онтогенеза.
14. Акселерация, ее виды и причины.
15. В чем различие внутригрупповой и эпохальной акселерации?
16. Ретардация, ее причины.
17. Что представляет собой репродуктивная функция?
18. Строение, функции и онтогенетическое развитие мужских и женских половых желез.
19. Что такое половой цикл, его фазы и регуляция?
20. Понятие овуляции и желтого тела.

## **ТЕСТ «ОНТОГЕНЕЗ»**

**1. Ускорение физического и психического развития детей называется:**

- а) гиперфункция;
- б) акселерация;
- в) половое созревание;
- г) социализация;
- д) ассимиляция.

**2. Замедление физического и психического развития детей называется:**

- а) гипофункция;
- б) дегенерация;
- в) социализация;
- г) ассимиляция;
- д) ретардация.

**3. Синоним индивидуального развития:**

- а) эмбриогенез;
- б) онтогенез;
- в) симбиоз;
- г) филогенез.

**4. Онтогенез – это:**

- а) симбиоз;
- б) индивидуальное развитие организма от зарождения до конца жизни;
- в) последовательность этапов эволюции организма;
- г) постэмбриональное развитие;
- д) образование яйцеклетки в половой системе самки;
- е) слияние яйцеклетки и сперматозоида.

**5. Периоды онтогенеза:**

- а) эмбриональный, постэмбриональный;
- б) проэмбриональный, эмбриональный, постэмбриональный;
- в) проэмбриональный, постэмбриональный;
- г) эволюционный, эмбриональный, постэмбриональный.

**6. Название второго этапа онтогенеза:**

- а) гаметогенез;
- б) сперматогенез;
- в) эмбриональный;
- г) постэмбриональный.

**7. Третий этап онтогенеза называется:**

- а) гаметогенез;
- б) овогенез;
- в) эмбриональный;
- г) постэмбриональный.

**8. Этапы зародышевого развития:**

- а) дробление, гистогенез;
- б) дробление, органогенез;
- в) дробление, гастрюляция, гисто- и органогенез;
- г) гистогенез, органогенез.

**9. Первая многоклеточная стадия зародыша – это:**

- а) гастрюла;
- б) бластула;
- в) нейрула;
- г) бластомер.

**10. Гастрюла – это:**

- а) многоклеточный зародыш;
- б) однослойный зародыш;
- в) двуслойный зародыш;
- г) трехслойный зародыш.

**11. Зародышевые листки называются:**

- а) бластодерма, энтодерма, мезодерма;
- б) эктодерма, энтодерма, мезодерма;
- в) эктодерма, мезодерма, эпидерма;
- г) эктодерма, энтодерма, перидерма.

**12. Эктодерма – это:**

- а) наружный зародышевый листок;
- б) внутренний зародышевый листок;
- в) однослойный зародыш;
- г) средний зародышевый листок.

**13. Энтодерма – это:**

- а) двухслойный зародыш;
- б) однослойный зародыш;
- в) средний зародышевый листок;
- г) внутренний зародышевый листок.

**14. Мезодерма – это:**

- а) однослойный зародыш;
- б) внутренний зародышевый листок;
- в) средний зародышевый листок;
- г) двухслойный зародыш.

**15. Органогенез – это процесс формирования в онтогенезе:**

- а) зародышевых листков;
- б) зачатков органов и тканей;
- в) бластулы;
- г) гастролы.

**16. Результатом органогенеза является образование:**

- а) зародышевых листков;
- б) трехслойного зародыша;
- в) двухслойного зародыша;
- г) систем органов зародыша.

**17. В процессе органогенеза из эктодермы развиваются:**

- а) скелет, органы чувств;
- б) мускулатура, выстилка переднего и заднего отделов кишечника;
- в) эпидермис, нервная система, органы чувств;
- г) нервная и пищеварительная системы.

**18. Nervная система образуется:**

- а) из эктодермы;
- б) энтодермы;
- в) мезодермы;
- г) эпидермы.

**19. Комплекс осевых органов включает:**

- а) нервную трубку, хорду;
- б) хорду, пищеварительную трубку;
- в) нервную и пищеварительную трубку;
- г) нервную трубку, хорду, пищеварительную трубку.

**20. В процессе органогенеза из мезодермы развиваются:**

- а) половая и выделительная системы, соединительная ткань, скелет;
- б) дыхательная система, органы чувств;
- в) нервная система, хорда, пищеварительные железы;
- г) хорда, эпителий среднего отдела кишечника, органы чувств.

**21. В процессе органогенеза из энтодермы развиваются:**

- а) органы чувств;
- б) нервная система и органы дыхания;
- в) пищеварительный тракт и связанные с ним органы, эпителиальные ткани;
- г) половая система, мускулатура.

**22. Последовательность стадий зародышевого развития:**

- а) оплодотворение, дробление, гастрюляция;
- б) дробление, гастрюляция, гисто- и органогенез;
- в) гистогенез, гастрюляция, органогенез;
- г) гастрюляция, гисто- и органогенез.

**23. В результате дробления в эмбриогенезе образуется:**

- а) нейрула;
- б) гастрюла;
- в) зигота;
- г) бластула.

**24. Способ деления клеток, характерный для дробления зиготы:**

- а) репликация;
- б) мейоз;
- в) амитоз;
- г) митоз.

**25. Бластула у человека образуется в результате:**

- а) оплодотворения;
- б) мейоза;
- в) дробления зиготы;
- г) миграции клеток.

**26. Индивидуальное развитие организма от момента оплодотворения до завершения жизнедеятельности – это:**

- а) филогенез;
- б) онтогенез;
- в) партеногенез;
- г) эмбриогенез.

**27. Одну из стадий зародышевого развития человека называют:**

- а) онтогенез;
- б) филогенез;
- в) бластула;
- г) метаморфоз.

**28. Многоклеточный зародыш образуется в процессе:**

- а) дробления зиготы;
- б) формирования нейрулы;
- в) формирования мезодермы;
- г) органогенеза.

**29. Нервная система и кожа человека образуется:**

- а) из мезодермы;
- б) энтодермы;
- в) эктодермы;
- г) бластомеров.

**30. Бластула представляет собой:**

- а) личинку;
- б) зародыш;
- в) клетку;
- г) зиготу.

**31. Процесс индивидуального развития носит название:**

- а) филогенез;
- б) антропогенез;
- в) онтогенез;
- г) гистогенез.

**32. Ребенок, чей биологический возраст отстает от хронологического, называется:**

- а) акселерант;
- б) ретардант;
- в) конкурент.

**33. Возраст женщин от 56 до 75 лет называется:**

- а) старческий;
- б) пожилой;
- в) второй зрелый.

**34. К периоду раннего детства относится возраст:**

- а) 1–3 года;
- б) 4–7 лет;
- в) 8–11 лет.

**35. К первому периоду зрелого возраста относится возраст:**

- а) 17–21 год;
- б) 21–35 лет;
- в) 35–60 лет.

**36. Под онтогенезом понимают:**

- а) процесс, происходящий с половыми клетками до образования зиготы;
- б) процесс развития организма от образования зиготы до его рождения;
- в) процесс развития организма от образования зиготы до его смерти.

**37. После стадии бластулы в онтогенезе организмов, которые размножаются половым путем, следует:**

- а) зигота;
- б) гамета;
- в) гастрюла;
- г) нейрула.

**38. Двухслойный зародыш:**

- а) гастрюла;
- б) бластула;
- в) поздняя гастрюла;
- г) нейрула.

**39. Процесс образования половых клеток у человека:**

- а) овогенез;
- б) сперматогенез;
- в) гаметогенез;
- г) все ответы верны.

**40. Жизнь от оплодотворения до рождения:**

- а) овогенез;
- б) сперматогенез;
- в) гаметогенез;
- г) эмбриогенез.

**41. Первая стадия развития зародыша:**

- а) гастрюла;
- б) бластула;
- в) поздняя гастрюла;
- г) нейрула.

**42. В результате дробления в эмбриогенезе образуется:**

- а) нейрула;
- б) гастрюла;
- в) зигота;
- г) бластула.



**43. При индивидуальном развитии человека из зиготы образуется многоклеточный организм в результате:**

- а) гаметогенеза;
- б) оплодотворения;
- в) мейоза;
- г) митоза.

**44. Индивидуальное развитие организма от зиготы до смерти называют:**

- а) эмбриогенезом;
- б) филогенезом;
- в) онтогенезом;
- г) ароморфозом.

**45. Бластула у человека образуется в результате:**

- а) оплодотворения;
- б) мейоза;
- в) дробления зиготы;
- г) миграции клеток.

**46. Одна из стадий зародышевого развития позвоночного животного:**

- а) онтогенез;
- б) филогенез;
- в) бластула;
- г) метаморфоз.

**47. Зигота образуется в результате:**

- а) деления соматических клеток;
- б) слияния половых клеток;
- в) редукционного деления;
- г) слияния спор.

**48. В эмбриональном развитии человека органогенез начинается:**

- а) с митотического деления зиготы;
- б) формирования однослойного зародыша;
- в) образования нервной трубки;
- г) возникновения первой борозды деления.

**49. Клетки, образующиеся на начальном этапе дробления зиготы, называют:**

- а) гаплоидными;
- б) эктодермальными;
- в) гаметами;
- г) бластомерами.

**50. Зародышевая оболочка, которая окружает развивающийся зародыш:**

- а) амнион;
- б) хорион;
- в) аллантоис;
- г) белочная.

**51. Зародыш получает кислород и питательные вещества:**

- а) из легких и кишечника;
- б) через пуповину из плаценты матери;
- в) из желточного мешка;
- г) из амниотической жидкости.

**52. На какой день после оплодотворения происходит имплантация зародыша?**

- а) 1–2;
- б) 3–5;
- в) 7–8;
- г) 9–10.

## Раздел 3. ФИЗИОЛОГИЯ ИНТЕГРАТИВНЫХ СИСТЕМ

### 3.1. ФИЗИОЛОГИЯ ЭНДОКРИННОЙ СИСТЕМЫ

#### 3.1.1. Общая характеристика эндокринных желез и гормонов

Эндокринные железы, или железы внутренней секреции, – это железистые органы, которые выделяют образуемые ими биологически активные вещества непосредственно в кровь или лимфу.

Железы внутренней секреции делят на 2 группы (рис. 114):

1) *собственно железы внутренней секреции* – это железы, которые синтезируют только гормоны. К ним относятся *щитовидная и паращитовидные железы, гипофиз, надпочечники, плацента, эпифиз и тимус*;

2) *железы смешанной секреции* – это железы, которые выполняют определенные функции, но при этом способны синтезировать гормоны. К ним относятся *половые железы и поджелудочная железа*.

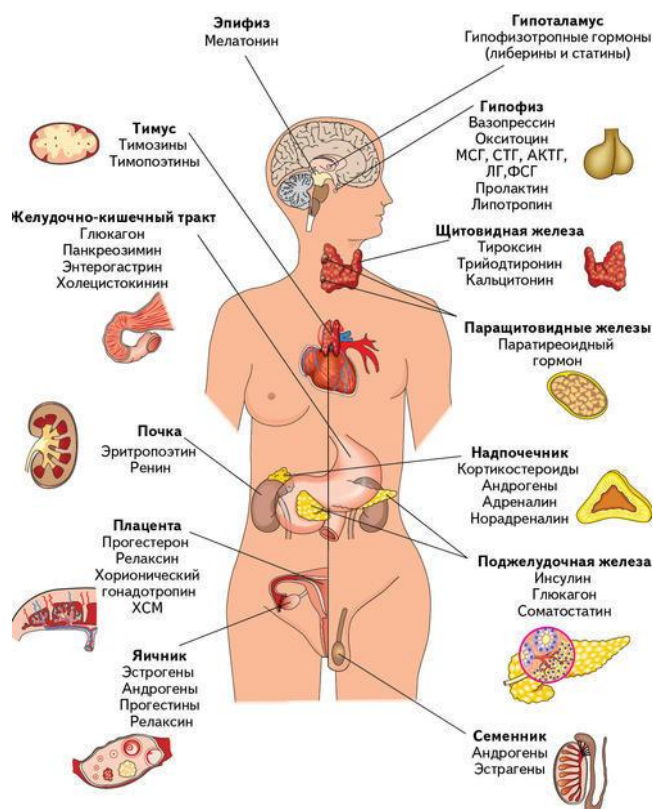


Рис. 114. Эндокринные железы

Железы внутренней секреции не имеют выводных протоков. Они имеют небольшую величину, обильное кровоснабжение и иннервацию. Продуктами секреции эндокринных желез являются *гормоны*.

**Гормоны** – биологически активные вещества, вырабатываемые клетками эндокринных желез и оказывающие регулирующее влияние на обмен веществ, рост, развитие организма и функцию различных органов и систем.

Гормоны характеризуются следующими *свойствами*:

1) *дистантный характер действия* – гормоны действуют на функции органов, расположенных на значительном расстоянии от той железы, в которой они образовались;

2) *специфичность действия гормонов* – определенные гормоны оказывают регулирующее влияние на определенные процессы (например инсулин понижает концентрацию глюкозы в крови);

3) *высокая биологическая активность гормонов* – гормоны проявляют свое действие в очень малых количествах;

4) *небольшой размер молекул гормонов* – это позволяет им легко проникать через эндотелий капилляров и мембраны клеток;

5) *быстрое разрушение гормонов тканями* – гормоны быстро разрушаются тканями, поэтому эндокринные железы вырабатывают их постоянно.

Гормоны связываются с транспортными белками плазмы или адсорбируются на клетках крови и доставляются к органам и тканям, влияя на их функцию и обмен веществ. Органы и ткани, на которые влияет гормон, называются *органы-мишени* или *ткани-мишени* для данного гормона.

Действие гормонов на физиологические функции осуществляется через ферменты, на которые они оказывают стимулирующее или угнетающее влияние.

С химической точки зрения выделяют 3 группы гормонов:

1) *гормоны производных аминокислот* – эти гормоны являются производными аминокислоты тирозина. К ним относят гормоны щитовидной железы, адреналин и норадреналин;

2) *пептидные гормоны* – это гормоны гипофиза, гормон поджелудочной железы инсулин;

3) *гормоны стероидной природы* – это половые гормоны и гормоны коры надпочечников.

В организме для гормонов характерны определенные стадии существования:

1) *синтез и выведение гормонов* – синтез гормонов в клетках происходит в различных органоидах, например в эндоплазматической сети;

2) *запасание гормона* – происходит либо в самих эндокринных железах, либо в тканях и органах-мишенях;

3) *транспорт гормона* – происходит по плазме крови и лимфе;

4) *действие на клетку-мишень* – осуществляется в 2 вариантах:

а) быстрый ответ, когда происходит изменение структуры уже существующих в клетке белков;

б) медленный ответ клетки, когда происходит синтез новых белков. Четкой границы между медленным и быстрым ответом не существует;

5) *метаболизм гормона* – обычно происходит в печени и заключается в инактивации гормонов, что препятствует избыточным гормональным эффектам;

б) *выведение гормона* – выводится с мочой, а также с потом и слезной жидкостью.

В зависимости от содержания того или иного гормона в крови возникают состояния:

- *гиперфункция* – повышенное содержание гормонов в крови;
- *нормофункция* – нормальное содержание гормонов в крови;
- *гипофункция* – пониженное содержание гормонов в крови.

### ***3.1.2. Гормоны гипофиза, щитовидной и паращитовидных желез, надпочечников, эпифиза, тимуса, поджелудочной железы и их функции***

**Гипофиз** – это центральная железа внутренней секреции, расположенная в гипофизарной ямке тела клиновидной кости (*рис. 115*). Вместе с гипоталамусом гипофиз образует *гипоталамо-гипофизарную систему*, контролирующую деятельность периферических эндокринных желез. Гормоны гипоталамуса, активирующие выработку гормонов в гипофизе, называются *либерины*, а подавляющие выработку гормонов – *статины*.

Различают 3 доли гипофиза:

**1. Передняя доля, или аденогипофиз**, – состоит из железистых клеток, синтезирующих тропные гормоны, т. е. гормоны, которые регулируют секрецию всех остальных эндокринных желез, а также различные процессы метаболизма.

К тропным гормонам относятся:

1) *тиреотропный гормон (ТТГ)* – влияет на щитовидную железу и способствует образованию ее гормонов;

2) **адренкортикотропный гормон (АКТГ)** – стимулирует кору надпочечников и увеличивает синтез в коре глюкокортикоидов, обеспечивающих ответную реакцию на стресс и процессы адаптации;

3) **соматотропный гормон (СТГ, гормон роста)** – регулирует рост организма и синтез белка в клетках, а также влияет на образование глюкозы и распад жиров. При его переизбытке наблюдается *гигантизм*, недостаток гормона приводит к *карликовости*;

4) **гонадотропные гормоны** – влияют на половые железы:

➤ **фолликулостимулирующий гормон (ФСГ)** – стимулирует развитие фолликулов в яичниках и регулирует сперматогенез;

➤ **лютеинизирующий гормон (ЛГ)** – стимулирует овуляцию и выработку эстрогенов у женщин и тестостерона у мужчин;

5) **лактотропный гормон (пролактин)** – регулирует лактацию, дифференцировку различных тканей, ростовые и обменные процессы, инстинкты заботы о потомстве;

б) **липотропный гормон (липотропин)** – стимулирует расщепление жиров в жировой ткани.

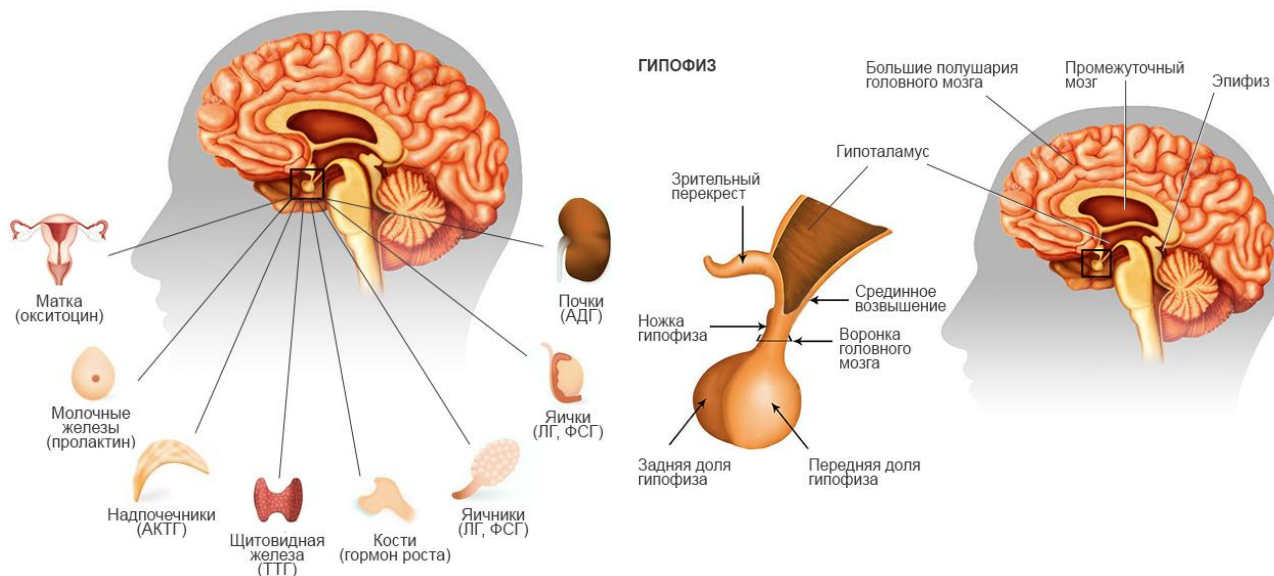


Рис. 115. Гипофиз

2. **Промежуточная доля** гипофиза у человека выражена слабо и представляет тонкую прослойку железистых клеток между передней и задней долями. В ней вырабатывается **меланоцитостимулирующий гормон (меланотропин)**, регулирующий пигментный обмен.

3. **Задняя доля**, или **нейрогипофиз**, – образована нервными клетками и сама гормоны не синтезирует. Здесь накапливаются гормоны, которые синтезируются в гипоталамусе, или **нейрогормоны**:

1) **вазопрессин (антидиуретический гормон, АДГ)** – повышает реабсорбцию воды в почечных канальцах и уменьшает выделение мочи, суживает артериолы и повышает артериальное давление;

2) **окситоцин** – стимулирует сокращение матки, повышает количество пролактина и активизирует выделение молока.

**Щитовидная железа** – располагается в передней части шеи и состоит из 2 долей, связанных друг с другом перешейком (рис. 116). В щитовидной железе выделяют *корковое* и *мозговое вещество*. Железа пронизана густой сетью кровеносных капилляров. В мозговом веществе имеется 2 группы клеток, которые синтезируют гормоны:

➤ *К-клетки* – синтезируют гормон **кальцитонин**, регулирующий концентрацию  $Ca^{2+}$  в организме;

➤ *А-клетки* – синтезируют гормоны **тироксин** и **трийодтиронин**, которые влияют на метаболизм, рост и репродукцию, активируют расщепление органических соединений, повышают проницаемость клеточной мембраны для глюкозы, повышают интенсивность процессов окисления, но тормозят синтез АТФ.



Рис. 116. Щитовидная железа

*Гипофункция* щитовидной железы связана с недостаточным количеством йода. При этом отмечают следующие заболевания (рис. 117):

1) **эндемический зоб** – характеризуется разрастанием железы при нормальном или немного пониженном количестве гормонов в крови;

2) **микседема** – заболевание, обусловленное недостаточным обеспечением органов и тканей гормонами щитовидной железы, что сопровождается отечностью кожи конечностей и лица, нарушением репродуктивных функций и снижением основного обмена;

3) *кретинизм* – заболевание, проявляющееся задержкой умственного и физического развития, которое наблюдается, если ребенок в первый год жизни и мать во время беременности вообще не получали йода.

*Гиперфункция* железы характеризуется повышенным синтезом гормонов, что сопровождается активацией процессов окисления и образования тепла, но торможением образования АТФ, в результате чего развивается *базедова болезнь* (рис. 118), характеризующаяся потерей веса, неустойчивостью нервной системы, учащением пульса, выпячиванием глазных яблок.

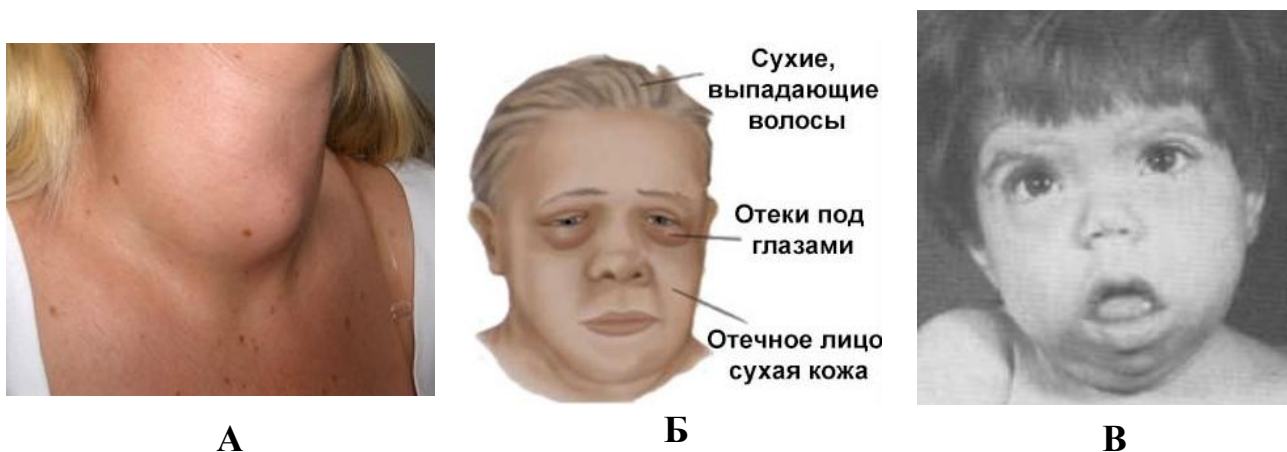


Рис. 117. Заболевания, связанные с гипофункцией щитовидной железы: А – эндемический зоб; Б – микседема; В – кретинизм



Рис. 118. Заболевание, связанное с гиперфункцией щитовидной железы (базедова болезнь)

**Паращитовидные железы** – располагаются рядом с щитовидной железой либо врастают в нее (рис. 119). Паращитовидные железы синтезируют *паратгормон*, который является  $\text{Ca}$ -регулирующим гормоном. Он активизирует выведение  $\text{Ca}^{2+}$  из костной ткани в кровь,



всасывание  $\text{Ca}^{2+}$  из кишечника в кровь, реабсорбцию  $\text{Ca}^{2+}$  из просвета почечных канальцев в кровь.

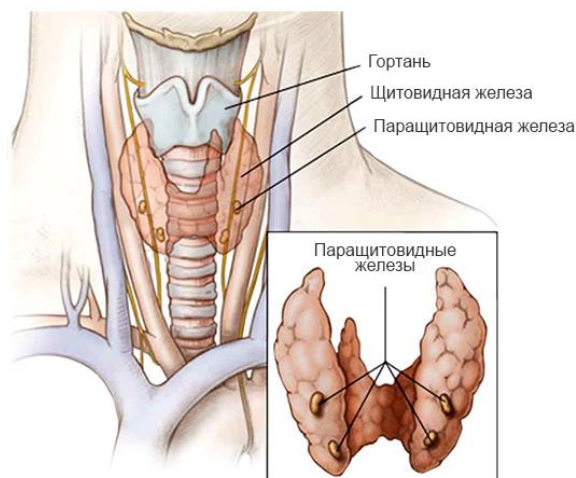


Рис. 119. Паращитовидные железы

**Надпочечники** – парные железы, имеющие вид уплощенных пирамид и расположенные в верхней трети каждой почки. Надпочечники состоят из *коркового* (наружный слой) и *мозгового* (внутренний слой) вещества (рис. 120).

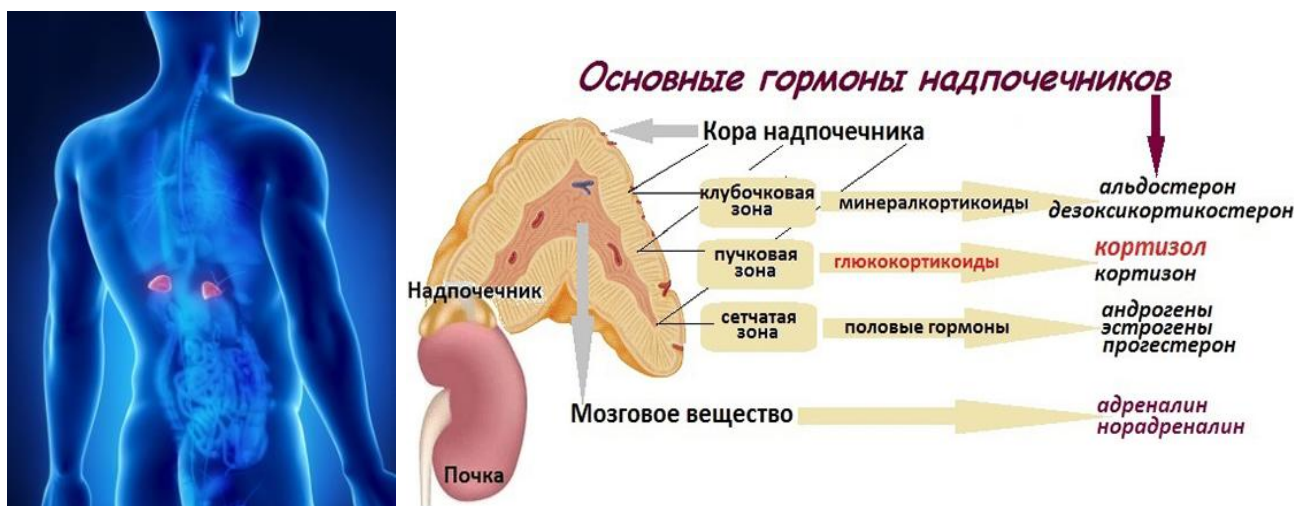


Рис. 120. Надпочечники и их гормоны

*Корковое вещество* надпочечников вырабатывает **кортикостероиды**, которые синтезируются в 3 зонах:

1) **наружная**, или **клубочковая зона** – в ней синтезируются **минералкортикоиды**, важнейшим из которых является **альдостерон**. Этот гормон регулирует водно-солевой обмен (содержание в крови ионов  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$ ) и осмотическое давление в тканях внутренней среды;

2) *средняя, или пучковая, зона* – синтезирует *глюкокортикоиды*, к которым относятся *кортизол* и *кортизон*. Эти гормоны подавляют воспалительные, иммунные и аллергические реакции, способствуют расщеплению гликогена до глюкозы, повышают чувствительность органов чувств и возбудимость нервной системы;

3) *внутренняя, или сетчатая, зона* – синтезирует *половые гормоны (андрогены и эстрогены)*, которые влияют на развитие вторичных половых признаков.

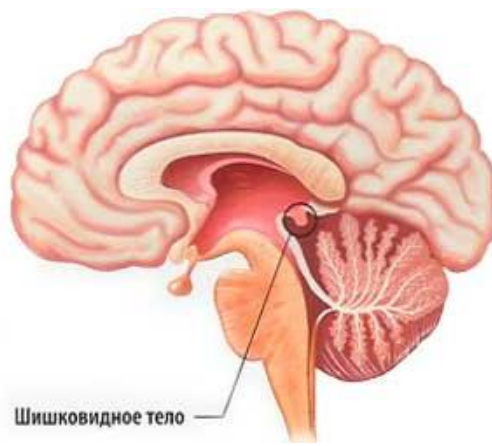
*Мозговое вещество* синтезирует *катехоламины* – гормоны *адреналин* и *норадреналин*. Они усиливают превращение гликогена в глюкозу, увеличивают теплообразование, уменьшают теплоотдачу за счет сужения сосудов в коже, активируют работу сердца и дыхания, сужают сосуды и повышают кровяное давление, тормозят движения пищеварительного тракта, вызывают расширение зрачка.

**Эпифиз (шишковидное тело)** – является образованием промежуточного мозга (эпиталамуса) серовато-красноватого цвета (*рис. 121*). Эпифиз синтезирует гормоны:

1) *мелатонин* – регулирует биоритмы в организме (смену сна и бодрствования, менструальный цикл), регулирует половую активность, сдерживая половое развитие у детей, а также регулирует иммунитет;

2) *серотонин* – является предшественником мелатонина и участвует в синхронизации циркадных ритмов («сон – бодрствование»);

3) *адреногломерулотропин* – усиливает секрецию гормона альдостерона корой надпочечников.



*Рис. 121. Эпифиз*

**Тимус (вилочковая железа)** – расположен между грудиной и трахеей и состоит у человека из 2 долей (рис. 122). Тимус – это центральный орган иммунитета, так как в нем происходит созревание Т-лимфоцитов, которые отвечают за клеточный иммунитет. Т-клетки «атакуют» попавшие в организм чужеродные вещества, осуществляют контроль над выработкой антител против болезнетворных агентов, влияют на другие защитные реакции организма. Тимус синтезирует гормоны *тимозин*, *тимулин* и *тимопоэтин*, влияющие на развитие и созревание Т-лимфоцитов. Наибольших размеров тимус достигает у детей, а у взрослых происходит его инволюция (обратное развитие).



Рис. 122. Тимус

При гипofункции тимуса снижается иммунитет, так как снижается количество Т-лимфоцитов в крови.

**Поджелудочная железа** – относится к железам со смешанной функцией, в которой синтезируются поджелудочный сок и гормоны. Располагается железа рядом с двенадцатиперстной кишкой, позади желудка (рис. 123).



Рис. 123. Поджелудочная железа

Эндокринной частью поджелудочной железы являются островки Лангерганса, образованные 3 основными видами клеток (рис. 124):

1) *альфа-клетки* – синтезируют гормон **глюкагон**, который расщепляет гликоген в печени, что приводит к увеличению концентрации глюкозы в крови, а также стимулирует расщепление жира в жировой ткани;

2) *бета-клетки* – синтезируют гормон **инсулин**, который снижает концентрацию глюкозы в крови, способствует отложению гликогена в печени и мышцах и отложению жира в жировой ткани. Недостаточность этого гормона приводит к развитию сахарного диабета;

3) *дельта-клетки* – синтезируют гормон **соматостатин**, который регулирует выработку инсулина и глюкагона.



Рис. 124. Островки Лангерганса поджелудочной железы

### Контрольные вопросы по теме «Физиология эндокринной системы»

1. Дайте общую характеристику эндокринной системы.
2. Перечислите «истинные» эндокринные железы, их гормоны и функции.
3. Перечислите гормоны «смешанных» желез внутренней секреции и их функции.
4. Каков принцип функционирования эндокринных желез?
5. Опишите механизм действия гормонов и их свойства.
6. Что такое орган-мишень и клетка-мишень?

7. Понятие о гипоталамо-гипофизарной системе. Каковы ее значение и роль в регуляции функций всех желез внутренней секреции?
8. Какие гормоны секретируют клетки аденогипофиза и какова их роль?
9. Гормоны промежуточной и задней долей гипофиза и их функции.
10. Какие гормоны секретируют клетки эпифиза и какова их роль?
11. Гормоны щитовидной железы и их функции.
12. Гормоны околощитовидных желез и их функции.
13. Гормоны надпочечников и их функции.
14. Какие еще органы выполняют эндокринные функции?
15. Какие гормоны секретирует поджелудочная железа и какова их роль?
16. Назовите гормоны тимуса. Какова их роль?
17. Назовите мужские и женские половые гормоны. Какие функции они выполняют?
18. Охарактеризуйте плаценту как орган внутренней секреции.
19. Какие изменения эндокринных функций происходят при различных состояниях?

## **ТЕСТ «ФИЗИОЛОГИЯ ЭНДОКРИННОЙ СИСТЕМЫ»**

### **1. Эндокринные железы выделяют гормоны:**

- а) в межклеточное пространство;
- б) кровь;
- в) лимфу;
- г) межтканевое пространство.

### **2. Эндокринные железы не имеют:**

- а) стромы;
- б) выводных протоков;
- в) паренхимы;
- г) фолликулов.

### **3. Действие гормона на орган, расположенный на значительном расстоянии от места образования гормона, это:**

- а) специфичность действия;
- б) небольшой размер молекулы;
- в) высокая биологическая активность;
- г) дистантный характер действия;
- д) отсутствие специфичности.

### **4. Определенные гормоны оказывают регулирующее влияние на определенные процессы, это:**

- а) специфичность действия;
- б) небольшой размер молекулы;
- в) дистантный характер действия;
- г) сравнительно быстрое разрушение;
- д) высокая биологическая активность.

### **5. Гормоны образуются эндокринными железами и проявляют свое действие в очень малых количествах, это:**

- а) специфичность действия;
- б) небольшой размер молекулы;
- в) сравнительно быстрое разрушение;
- г) отсутствие видовой специфичности;
- д) высокая биологическая активность.

**6. Способность гормонов легко проникать через мембраны клеток характеризует:**

- а) дистантный характер действия;
- б) специфичность действия;
- в) высокую биологическую активность;
- г) небольшой размер молекулы;
- д) сравнительно быстрое разрушение.

**7. Железы внутренней секреции должны вырабатывать гормоны постоянно:**

- а) из-за специфичности действия;
- б) дистантного характера действия;
- в) быстрого разрушения гормонов тканями;
- г) высокой биологической активности;
- д) небольшого размера молекулы.

**8. Железы внутренней секреции вырабатывают и выделяют в кровь биологически активные вещества, которые называются:**

- а) гормоны;
- б) ферменты;
- в) секреты;
- г) соки;
- д) катализаторы.

**9. Группа химических веществ, выделяемых эндокринными железами, называется:**

- а) секреты;
- б) гормоны;
- в) экскреты;
- г) ферменты;
- д) катализаторы.

**10. Действие гормонов на физиологические функции осуществляется через:**

- а) глюкозу;
- б) липиды;
- в) ЛЖК;
- г) белки;
- д) ферменты.

**11. Некоторые ткани обладают очень высокой чувствительностью к гормонам, их называют:**

- а) чувствительными тканями;
- б) тканями-мишенями;
- в) специальными тканями;
- г) тканями-ловушками;
- д) специализированными.

**12. Железой смешанной секреции является:**

- а) поджелудочная;
- б) щитовидная;
- в) паращитовидная;
- г) надпочечники.

**13. Эндокринная система в организме отвечает:**

- а) за иммунную защиту;
- б) выработку гормонов;
- в) образование импульсов;
- г) кроветворную функцию.

**14. В систему эндокринных желез входит:**

- а) печень;
- б) околоушная железа;
- в) околощитовидная железа;
- г) подчелюстная железа.

**15. Центральной железой внутренней секреции является:**

- а) надпочечник;
- б) гипофиз;
- в) щитовидная;
- г) паращитовидная.

**16. Эндокринные железы выделяют:**

- а) секреты;
- б) экскреты;
- в) ферменты;
- г) гормоны.



**17. В нейронах гипоталамуса вырабатываются гормоны:**

- а) антидиуретический;
- б) окситоцин;
- в) либерины и статины;
- г) вазопрессин.

**18. Нейросекреты гипоталамуса, ускоряющие выработку гормонов в передней доле гипофиза, называются:**

- а) ферменты;
- б) статины;
- в) либерины;
- г) секреты;
- д) катализаторы.

**19. Нейросекреты гипоталамуса, угнетающие выработку гормонов в передней доле гипофиза, называются:**

- а) либерины;
- б) катализаторы;
- в) ферменты;
- г) статины;
- д) пептиды.

**20. Расположена в гипофизарной ямке тела клиновидной кости железа:**

- а) эпифиз;
- б) щитовидная;
- в) гипофиз;
- г) околощитовидная.

**21. Наибольшее количество гормонов производит доля гипофиза:**

- а) передняя;
- б) средняя;
- в) промежуточная;
- г) задняя.

**22. Развитие и рост организма человека регулирует гормон гипофиза:**

- а) адренокортикотропный;
- б) соматотропный;
- в) тиреотропный;
- г) пролактин;
- д) лютропин.

**23. Стимулирует кору надпочечников гормон гипофиза:**

- а) соматотропный;
- б) тиротропный;
- в) адренокортикотропный;
- г) пролактин;
- д) липотропный.

**24. Гормон гипофиза, стимулирующий функцию щитовидной железы, это:**

- а) соматотропный;
- б) кортикотропный;
- в) тиреотропный;
- г) пролактин;
- д) лютропин.

**25. Регулирует синтез белка в клетках, а также образование глюкозы и распад жиров гормон гипофиза:**

- а) соматотропный;
- б) пролактин;
- в) адренокортикотропный;
- г) тиреотропный;
- д) липотропный.

**26. Действуют непосредственно на половые железы гормоны гипофиза:**

- а) тиротропные;
- б) гонадотропные;
- в) кортикотропные;
- г) соматотропные;
- д) липотропные.

**27. Обеспечивает овуляцию и образование желтого тела гормон:**

- а) фолликулостимулирующий;
- б) лютеинизирующий;
- в) пролактин;
- г) соматотропный;
- д) липотропный.

**28. Клетки аденогипофиза вырабатывают гормоны:**

- а) соматотропный, тиреотропный, лактотропный, андрогены, эстрогены, липотропный;
- б) лактотропный, липотропный, адренокортикотропный, гонадотропные, окситоцин, вазопрессин;
- в) соматотропный, лактотропный, тиреотропный, адренокортикотропный, гонадотропные, липотропный;
- г) тиреотропный, гонадотропные, адренокортикотропный, адреногломерулотропин, кальцитонин, липотропин.

**29. Гормоны аденогипофиза не оказывают действие:**

- а) на щитовидную железу;
- б) паращитовидную железу;
- в) кору надпочечника;
- г) яичник.

**30. Промежуточная доля гипофиза синтезирует гормоны:**

- а) лактотропный;
- б) меланоцитостимулирующий;
- в) лактотропный и меланоцитостимулирующий;
- г) либерины и статины.

**31. Гормон гипофиза, вызывающий сокращение гладкой мускулатуры матки:**

- а) вазопрессин;
- б) окситоцин;
- в) соматотропин;
- г) пролактин;
- д) лютропин.

**32. Повышает артериальное давление гормон:**

- а) окситоцин;
- б) фолликулостимулирующий;
- в) соматотропный;
- г) вазопрессин;
- д) тиреотропный.

**33. В нейрогипофизе вырабатываются гормоны:**

- а) окситоцин;
- б) вазопрессин;
- в) антидиуретический гормон;
- г) не вырабатываются.

**34. Гормоны задней доли гипофиза образуются:**

- а) в передней доле гипофиза;
- б) эпифизе;
- в) гипоталамусе;
- г) промежуточной доле гипофиза.

**35. Действие вазопрессина (антидиуретического гормона):**

- а) повышает тонус сосудов и понижает кровяное давление;
- б) уменьшает мочеотделение;
- в) повышает тонус сосудов и кровяное давление и уменьшает мочеотделение;
- г) понижает тонус сосудов.

**36. Действие окситоцина:**

- а) вызывает сокращение мышечной оболочки матки во время родов;
- б) вызывает сокращение миоэпителиальных клеток молочной железы, приводящее к выбросу молока в протоки;
- в) вызывает сокращение миоэпителиальных клеток молочной железы, приводящее к выбросу молока в протоки, и мышечной оболочки матки во время родов;
- г) вызывает расслабление клеток мышечной оболочки матки во время родов.

**37. Позади гортани на первых хрящах трахеи располагается:**

- а) тимус;
- б) гипофиз;
- в) эпифиз;
- г) щитовидная железа.

**38. К-клетки мозгового вещества щитовидной железы вырабатывают гормон:**

- а) тироксин;
- б) трийодтиронин;
- в) кальцитонин;
- г) паратгормон.

**39. Действия кальцитонина:**

- а) регулирует концентрацию  $K^+$  в организме;
- б) блокирует поступление калия из крови в кость;
- в) стимулирует поступление калия из крови в кость;
- г) регулирует концентрацию  $Ca^{2+}$  в организме.

**40. А-клетки мозгового вещества щитовидной железы вырабатывают гормон:**

- а) тироксин;
- б) серотонин;
- в) кальцитонин;
- г) паратгормон.

**41. Гиперфункция щитовидной железы сопровождается развитием:**

- а) микседемы;
- б) эндемического зоба;
- в) базедовой болезни;
- г) кретинизма.

**42. Гормон, вырабатываемый околощитовидными железами:**

- а) соматостатин;
- б) паратгормон;
- в) мелатонин;
- г) пролактин.

**43. Способствует повышению концентрации кальция в крови гормон:**

- а) тироксин;
- б) тирокальцитонин;
- в) паратгормон;
- г) альдостерон;
- д) трийодтиронин.

**44. Паратгормон вырабатывается железой:**

- а) щитовидной;
- б) околощитовидной;
- в) корой надпочечников;
- г) гипоталамусом.

**45. Действие гормона околощитовидных желез:**

- а) увеличивает содержание кальция в крови;
- б) уменьшает содержание кальция в крови;
- в) регулирует водно-солевой обмен;
- г) стимулирует белковый синтез.

**46. Расположены впереди почек:**

- а) надпочечники;
- б) параганглии;
- в) тимус;
- г) островки Лангерганса.

**47. Гормоны коры надпочечников называются:**

- а) кортикостероиды;
- б) гонадотропные;
- в) кортикотропины;
- г) нейросекреты;
- д) нейрогормоны.

**48. Гормоны коркового вещества надпочечника:**

- а) адренкортикотропный гормон, минералокортикоиды, андрогены;
- б) минерало- и глюкокортикоиды, андрогены, эстрогены;
- в) адреналин и норадреналин;
- г) пролактин, глюкокортикоиды, эстрогены.

**49. Гормоны мозгового вещества надпочечника:**

- а) адренкортикотропный;
- б) кортикостероиды;
- в) адреналин и норадреналин;
- г) лютеинизирующий.

**50. Катехоламины вырабатываются:**

- а) передней долей гипофиза;
- б) мозговым веществом надпочечника;
- в) тироцитами щитовидной железы;
- г) задней долей гипофиза.

**51. Регулируют преимущественно минеральный и водный обмен гормоны надпочечников:**

- а) глюкокортикоиды;
- б) минералокортикоиды;
- в) андрогены;
- г) адреналин;
- д) кортикостероны.

**52. Гормоны глюкокортикоиды вырабатываются:**

- а) в клубочковой зоне надпочечников;
- б) мозговом веществе надпочечников;
- в) сетчатой зоне надпочечников;
- г) пучковой зоне надпочечников.

**53. Регуляция водно-солевого обмена в организме – это функция:**

- а) минералокортикоидов;
- б) глюкокортикоидов;
- в) кортикостероидов;
- г) андрогенов;
- д) катехоламинов.

**54. В сетчатой зоне коры надпочечников вырабатываются гормоны:**

- а) глюкокортикоиды;
- б) нейrogормоны;
- в) минералокортикоиды;
- г) тропные;
- д) половые.

**55. Гормоны надпочечников, подавляющие воспалительные, иммунные и аллергические реакции, это:**

- а) минералокортикоиды;
- б) гонадотропные;
- в) андрогены;
- г) глюкокортикоиды;
- д) кортикостероны.

**56. Эндокринные клетки пучковой зоны в ответ на стимуляцию адренкортикотропным гормоном гипофиза секретируют:**

- а) минералокортикоиды;
- б) гонадолиберин;
- в) катехоламины;
- г) глюкокортикоиды.

**57. В центральной части надпочечника располагается:**

- а) пучковая зона;
- б) корковое вещество;
- в) сетчатая зона;
- г) мозговое вещество.

**58. Активирует работу сердца и дыхания гормон надпочечников:**

- а) альдостерон;
- б) андрогены;
- в) кортизол;
- г) адреналин;
- д) гидрокортизон.

**59. Адреналин вырабатывается:**

- а) в коре надпочечников;
- б) пучковой зоне надпочечников;
- в) мозговом веществе надпочечников;
- г) клубочковой зоне надпочечников.

**60. Эпифиз является образованием:**

- а) таламуса;
- б) гипоталамуса;
- в) эпиталамуса;
- г) гипофиза.

**61. Функции эпифиза:**

- а) стимулирует белковый синтез;
- б) стимулирует функцию щитовидной железы;
- в) тормозит развитие половой системы;
- г) ускоряет развитие половой системы.

**62. Гормоны, вырабатываемые эпифизом:**

- а) меланоцитостимулирующий гормон, мелатонин, серотонин;
- б) соматотропный гормон, адреногломерулотропин;
- в) серотонин, мелатонин, адреногломерулотропин;
- г) либерины и статины.

**63. Сахаропонижающим гормоном является:**

- а) инсулин;
- б) глюкагон;
- в) адреналин;
- г) кортизол;
- д) альдостерон.



**64. Островки Лангерганса, вырабатывающие инсулин, находятся:**

- а) в печени;
- б) почках;
- в) щитовидной железе;
- г) поджелудочной железе.

**65. Сахароповышающим гормоном поджелудочной железы является:**

- а) инсулин;
- б) глюкагон;
- в) адреналин;
- г) кортизол;
- д) альдостерон.

**66. Регулирует выработку инсулина и глюкагона гормон поджелудочной железы:**

- а) соматотропин;
- б) соматостатин;
- в) либерин;
- г) тимулин.

**67. Тимус – это:**

- а) шишковидная железа;
- б) миндалевидная железа;
- в) сальная железа;
- г) вилочковая железа.

## 3.2. ФИЗИОЛОГИЯ ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЕЙ

### 3.2.1. Общие свойства возбудимых тканей

К возбудимым тканям относятся *мышечные и нервные ткани*.

В мышечной ткани возбуждение проявляется сокращением мышечных волокон, а в нервной ткани этот процесс выражается в проведении и передаче импульсов возбуждения.

Нервная и мышечная ткани могут находиться в 3 состояниях:

1) **физиологический покой** – состояние, когда ткань не проявляет признаков деятельности;

2) **возбуждение** – деятельное состояние живой ткани в ответ на раздражение. Признаками возбуждения являются:

- усиление обмена веществ и энергии;
- изменение химического состава ткани;
- изменение электрического заряда клеточной мембраны;
- деятельность ткани (например возбужденная мышечная ткань сокращается).

3) **торможение** – процесс, проявляющийся в ослаблении или подавлении возбуждения.

Возбудимые ткани обладают следующими общими *свойствами*:

**1. Раздражимость** – способность ткани реагировать на раздражение изменением обмена веществ и энергии. Это изменение носит местный характер и ограничивается только тем участком ткани, который подвергается раздражению.

**2. Возбудимость** – способность ткани отвечать на раздражение возбуждением в результате изменения ионной проницаемости мембраны, а **возбуждение** – это видимое деятельное состояние ткани.

Для характеристики возбудимости выделяют следующие понятия:

1) **сила раздражителя** – чем ткань более возбудима, тем ниже порог ее возбудимости и тем меньшая сила раздражителя требуется для получения ответной реакции;

2) **время действия раздражителя** – чем ниже возбудимость, тем продолжительнее должен действовать раздражитель, чтобы ткань пришла в состояние возбуждения;

3) **быстрота нарастания силы раздражителя**, или **закон градиента**, – раздражитель должен действовать мгновенно. Если сила раздражителя возрастает постепенно, то ткань на такое раздражение не реагирует.

Раздражители по своей природе бывают:

- **физические:** *механические* (удар, укол), *термические* (тепло, холод); *электрические, световые, звуковые*;
- **химические:** гормоны, кислоты, щелочи и др.;
- **биологические** – подразделяются на *адекватные* и *неадекватные*:
  - ✓ *адекватные раздражители* – это раздражители, к которым ткань приспособлена (например для сетчатки глаза адекватным раздражителем является свет, для мышцы – нервный импульс);
  - ✓ *неадекватные раздражители* – это раздражители, к которым ткань не приспособлена (например электрический ток, химические вещества).

По силе раздражители делят на 3 типа:

- 1) **допороговый раздражитель** – это такой раздражитель по силе, который не вызывает ответной реакции;
- 2) **пороговый раздражитель** – это минимальный по силе раздражитель, способный вызвать ответную реакцию;
- 3) **сверхпороговый раздражитель** – это раздражитель более сильный, чем пороговый, который может не вызвать ответную реакцию, так как приводит к необратимым изменениям.

**3. Лабильность (функциональная подвижность)** – способность ткани отвечать на определенный ритм раздражения. Она характеризует функциональное состояние ткани. Лабильность зависит от силы и частоты раздражения, свойств и состояния ткани, уровня обмена веществ, возраста и физиологического состояния. В процессе роста организма лабильность увеличивается, а при старении уменьшается.

### 3.2.2. Механизм возникновения возбуждения

Механизм возникновения возбуждения объясняется *теорией натрий-калиевого насоса*.

Между внутренней и наружной поверхностями клеточной мембраны существует разность электрических потенциалов. Наружная поверхность мембраны заряжена положительно, а внутренняя – отрицательно. Разность зарядов между наружной и внутренней поверхностями клеточной мембраны в состоянии физиологического покоя клетки называется **потенциалом покоя**. Потенциал покоя возникает в результате пассивного и активного движения ионов через мембрану за счет наличия в ней пор, или каналов.

⇒ *Пассивное движение ионов* осуществляется по градиенту концентрации и не требует затраты энергии. Цитоплазма мышечных и нервных клеток содержит больше ионов  $K^+$ , которые проникают через мембрану во внеклеточную жидкость. Ионов  $Na^+$  больше во внеклеточной жидкости, чем в клетке, и проницаемость их через мембрану незначительна.

⇒ *Активный перенос ионов* осуществляется через ионные каналы с помощью молекул-переносчиков. Переносчик на внутренней поверхности мембраны захватывает из цитоплазмы ионы  $Na^+$  и переносит их на наружную поверхность мембраны. Здесь ионы  $Na^+$  отщепляются, а к переносчику присоединяются ионы  $K^+$ , с которыми он движется обратно к внутренней поверхности мембраны.

В результате возбуждения клетки под действием раздражителей происходит перезарядка заряда мембраны: внутренняя ее сторона заряжается положительно, а наружная – отрицательно. Затем вновь восстанавливаются первоначальные заряды мембраны. Колебание потенциала, возникающее в результате перезарядки мембраны и восстановления ее исходного заряда, называется *потенциалом действия*. Такое колебание потенциала продолжается 1-5 мс. Снижение величины мембранного потенциала называется *деполяризацией*, а увеличение – *гиперполяризацией*.

Потенциал действия, возникнув в одном участке нервной клетки, нервного или мышечного волокна, быстро распространяется по всей их поверхности в результате формирования так называемых круговых токов (*рис. 125*). Когда в каком-то участке нервного или мышечного волокна образуется возбуждение и появляется потенциал действия, между возбужденным и невозбужденным участками возникает разность потенциалов. Эта разность потенциалов приводит к появлению токов, которые раздражают невозбужденный участок, увеличивают проницаемость его мембраны для ионов  $Na^+$  и вызывают потенциал действия в этом участке, а в участке, который ранее был возбужден, восстанавливается потенциал покоя. В результате происходит распространение импульсов возбуждения по всей длине мембраны.

В процессе возбуждения выделяют 7 периодов (*рис. 126*):

1) *латентный (скрытый) период* – между моментом нанесения раздражения на мышцу и началом ее ответной реакции протекает некоторое время, называемое латентным периодом возбуждения (около 0,01 с). В этот период появляется местное нераспространяющееся возбуждение и происходит небольшое повышение возбудимости ткани;

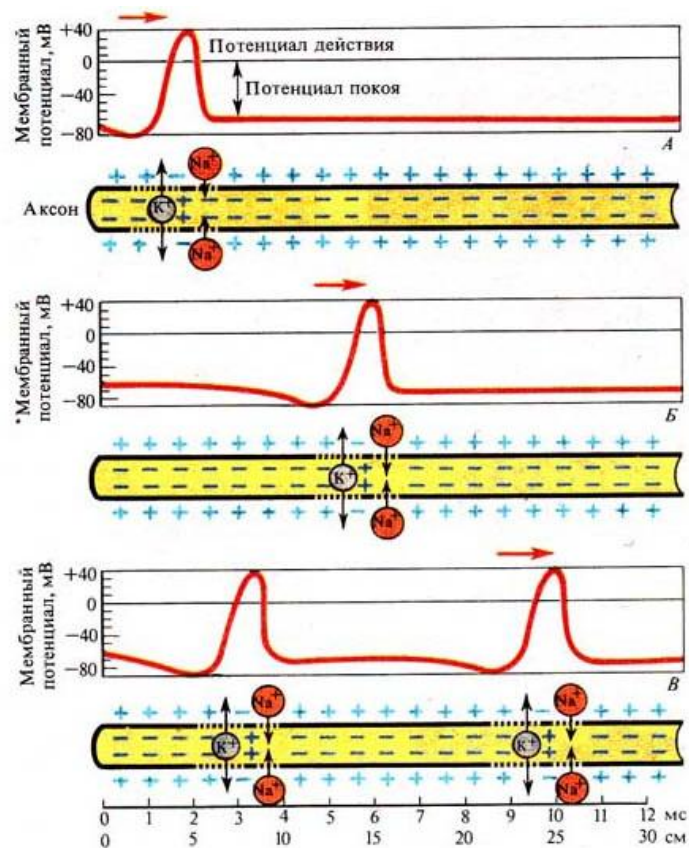


Рис. 125. Этапы распространения возбуждения по аксону нервной клетки (А, Б, В): А – физиологический покой; Б, В – стадии распространения потенциала действия. Вход  $\text{Na}^+$  деполяризует участок мембраны, выход  $\text{K}^+$  – гиперполяризует

2) **потенциал действия** – при действии раздражителей пороговой и сверхпороговой силы наступает деполяризация (изменение заряда) мембраны, открываются натриевые каналы и проницаемость мембраны для ионов  $\text{Na}^+$  возрастает. В результате этого ионы  $\text{Na}^+$  из внеклеточной жидкости устремляются внутрь клетки. При этом внутренняя поверхность мембраны приобретает положительный заряд, а наружная – отрицательный за счет внеклеточных анионов (рис. 127). Через 0,5–1,5 мс проницаемость мембраны для ионов  $\text{Na}^+$  понижается до исходного уровня в результате закрывания натриевых каналов, а для ионов  $\text{K}^+$  – повышается. Они начинают выходить из клетки и восстанавливают исходную разность потенциалов. В результате этих процессов происходит сокращение мышцы и проведение возбуждения по нерву;

3) **период абсолютной рефрактерности (невозбудимости)** – состояние ткани, когда она не отвечает ни на какие раздражители, т. е. ткань, только что подвергшаяся раздражению, на действие нового раздражителя не реагирует;

4) **период относительной рефрактерности (невозбудимости)** – период, когда ткань способна отвечать на сверхпороговые раздражители;

5) **период экзальтации**, или **период повышенной возбудимости**, – период, когда ткань может отвечать на допороговые раздражители. В эту фазу ткань подготовлена для повторного возбуждения;

6) **субнормальный период**, или **период пониженной возбудимости**, – период, когда возбудимость ткани немного снижена по сравнению с величиной возбудимости в состоянии физиологического покоя. Этот период нежелателен для нанесения повторных раздражений;

7) **потенциал покоя** – характеризуется окончанием полного цикла возбуждения.

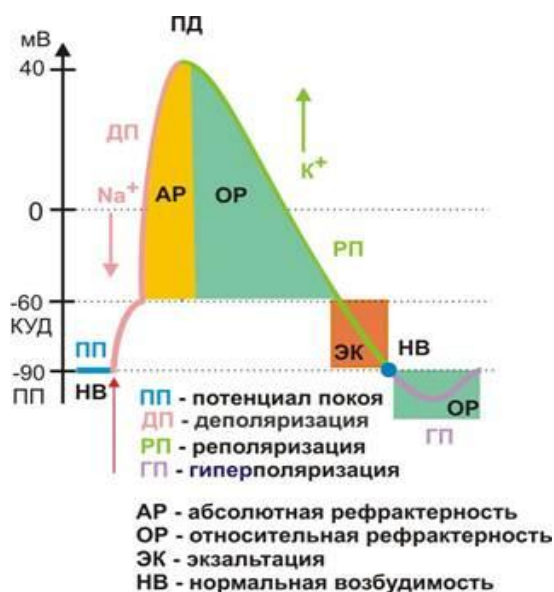


Рис. 126. Изменение возбудимости мембраны в процессе возбуждения

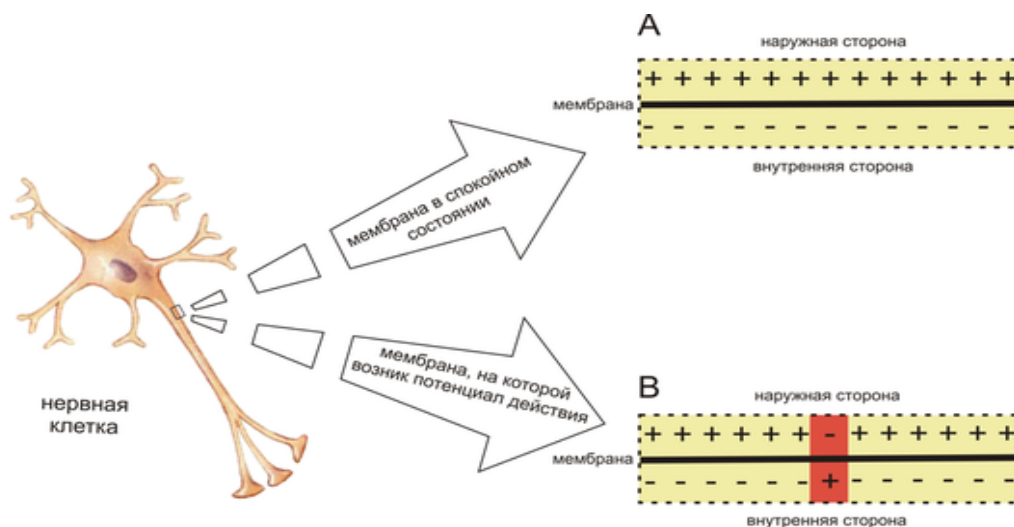


Рис. 127. Графический вид потенциала действия:

А – спокойное состояние; В – мембрана, на которой возник потенциал действия

### 3.2.3. Механизм проведения возбуждения

Передача возбуждения с нервного волокна на мышечное происходит через специализированное структурное образование, которое состоит из следующих составных частей:

1) *двигательный нейрон*;

2) *аксон*;

3) *мышечное волокно*;

4) *синапс* – это разновидность прерывистых контактов между клетками, приспособленных для односторонней передачи возбуждения или торможения от одного элемента к другому.

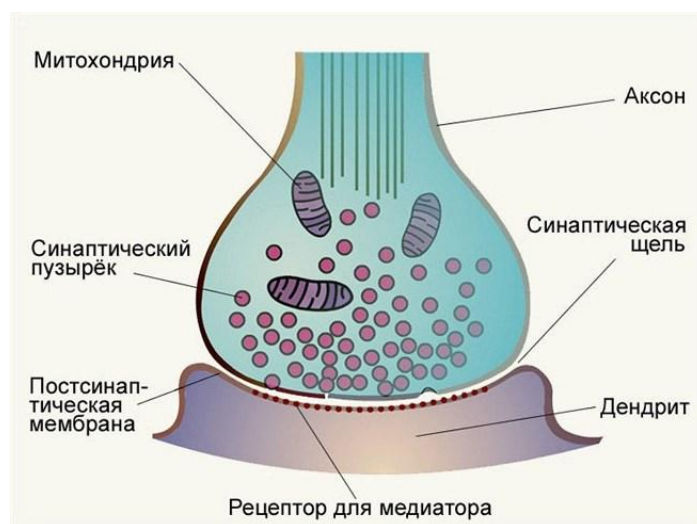
Процесс передачи импульса идет в определенной последовательности: *рецепторы*, или *дендриты*,  $\Rightarrow$  *нейрон*  $\Rightarrow$  *аксон*  $\Rightarrow$  *синапс*  $\Rightarrow$  *мышечное волокно*.

**СИНАПС** состоит из следующих элементов (*рис. 128*):

1) *пресинаптическая мембрана* – образована мембраной нервных веточек, идущих от аксона;

2) *постсинаптическая мембрана* – участок клетки, к которому подходит пресинаптическое окончание;

3) *межсинаптическая щель* – пространство между пресинаптической и постсинаптической мембранами.



*Рис. 128. Строение синапса*

При нанесении раздражения импульсы поступают или с рецепторов в клетку или по аксону от клетки. Раздражение поступает на пресинаптическую мембрану и вызывает деполяризацию мембраны. В результате образуется *возбуждающий пресинаптический потенциал*,

который по мере поступления импульсов переходит в *местный пресинаптический потенциал*. Затем возникает *потенциал действия* (возникает в том случае, если он превышает потенциал покоя в 2–3 раза). Он переходит в *распространяющийся потенциал действия* (если он превышает потенциал покоя в 5–10 раз), который затем переходит на другие участки. Всем этим процессам способствует выделение медиаторов, которые образуются в митохондриях (рис. 129).

**МЕДИАТОРЫ** – химические вещества, обеспечивающие передачу возбуждения через синапсы. К ним относятся *ацетилхолин, норадреналин, серотонин, дофамин, глутаминовая кислота* и др. Под действием нервных импульсов медиаторы выделяются из синаптических пузырьков и через пресинаптическую мембрану поступают в межсинаптическую щель. Далее медиаторы проникают к постсинаптической мембране и соединяются с белками-рецепторами, специфическими для молекул медиатора (например ацетилхолин соединяется с *холинорецептором*), в результате чего наступает *деполяризация* постсинаптической мембраны, возникают *постсинаптические потенциалы*, затем потенциал действия и мышца сокращается.

По мере выделения медиаторы могут разрушаться под действием ферментов. В результате этого восстанавливается исходное состояние синапса.

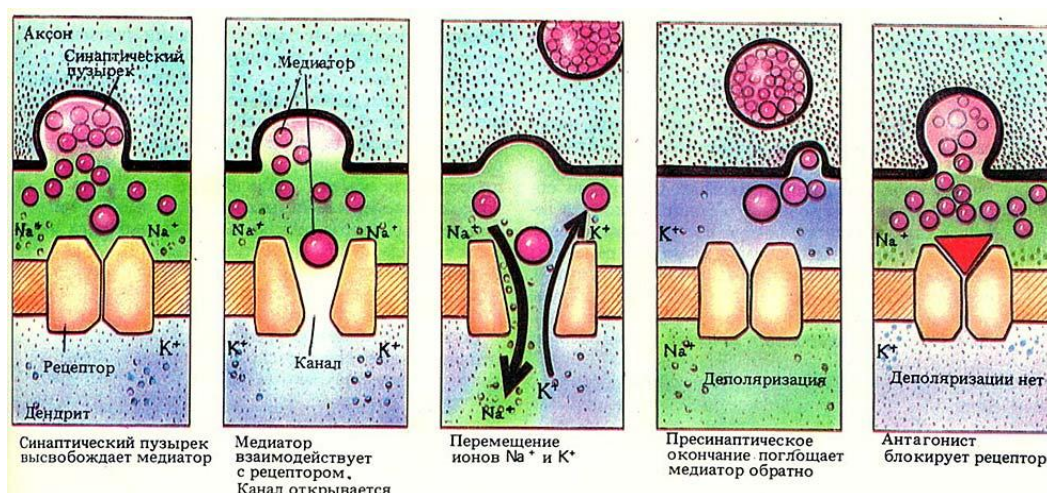


Рис. 129. Передача сигнала с помощью медиаторов

Различают несколько видов синапсов:

**1. В зависимости от локализации**

- *центральные* (между отростками нервных клеток, а также между отростками и телами клеток);
- *периферические* (между нервным окончанием и мышечным волокном).



## 2. От способа передачи возбуждения (рис. 130, 131)

➤ **химические** (передача возбуждения осуществляется при помощи медиаторов);

➤ **электрические** (передача возбуждения осуществляется при помощи электродвижущих сил, т. е. биотоков, возникающих между деполяризованным участком мембраны нервного волокна и поляризованным участком мембраны нервной клетки);

➤ **смешанные.**

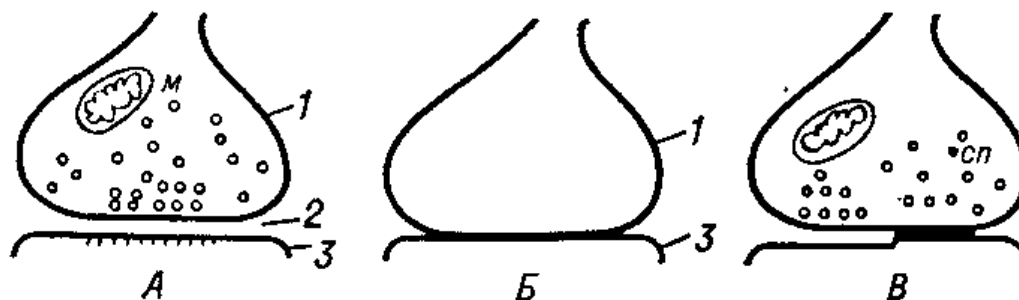


Рис. 130. Виды синапсов по способу передачи сигнала:

А – химические, Б – электрические, В – смешанные;

сп – синаптические пузырьшки; м – митохондрии; 1 – пресинаптическая и 3 – постсинаптическая мембраны; 2 – синаптическая щель

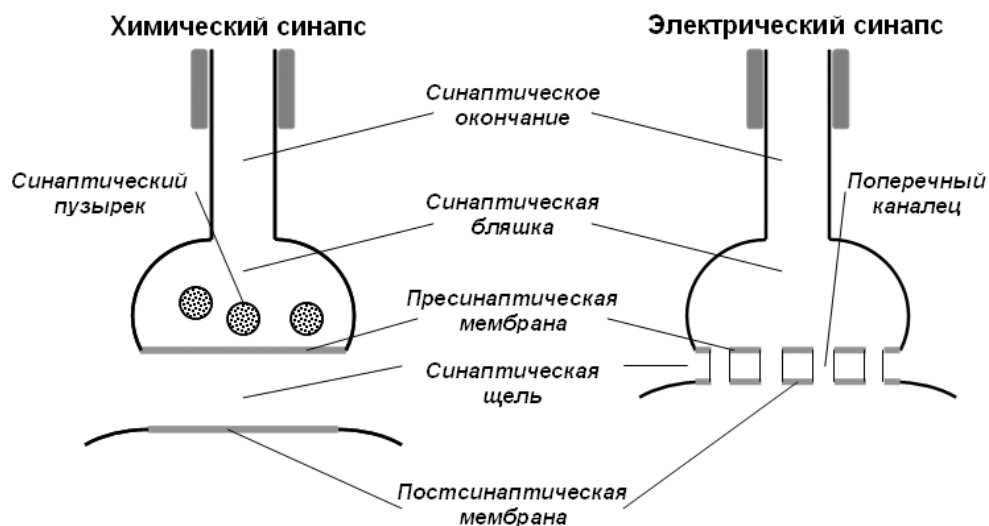


Рис. 131. Ультраструктура химического и электрического синапса

На рисунках 132, 133 показан процесс передачи возбуждения в электрическом и химическом синапсах.

Сравнительная характеристика свойств электрических и химических синапсов представлена в таблице 10.

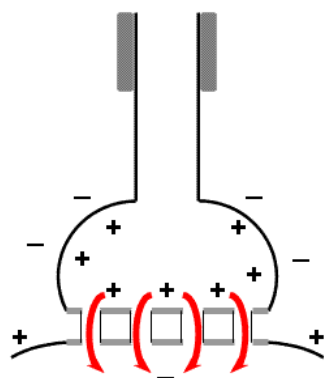


Рис. 132. Передача возбуждения в электрическом синапсе

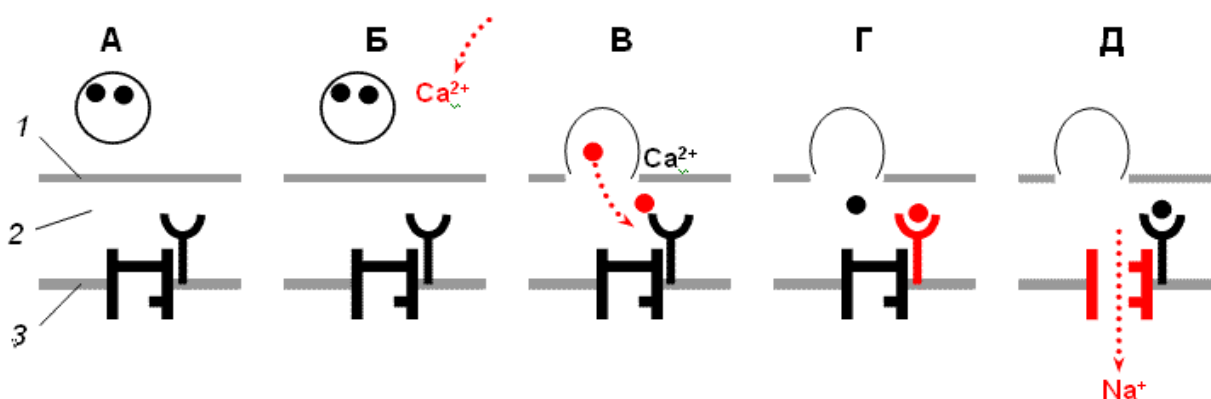


Рис. 133. Передача сигнала в возбуждающем химическом синапсе

(А – Д – последовательность процессов при срабатывании химического синапса):

А, Б – деполяризация пресинаптической мембраны, открытие потенциалчувствительных  $Ca^{2+}$ -каналов и поступление ионов  $Ca^{2+}$  в цитоплазму синаптического окончания при его возбуждении; В – опорожнение синаптических пузырьков в синаптическую щель (выход ионов  $Ca^{2+}$ ); Г – диффузия молекул медиатора через синаптическую щель к постсинаптической мембране и связывание с рецепторами  $Na^+$ -каналов; Д – присоединение медиатора к рецептору, открытие  $Na^+$ -каналов, вход в клетку ионов  $Na^+$  и возникновение возбуждающего постсинаптического потенциала (ВПСП); 1 – пресинаптическая мембрана; 2 – синаптическая щель; 3 – постсинаптическая мембрана

Таблица 10

### Свойства электрических и химических синапсов

Свойство	Электрические синапсы	Химические синапсы
Проведение возбуждения	Двустороннее	Одностороннее
Утомляемость	Низкая	Высокая
Лабильность	Высокая	Низкая
Синаптическая задержка	Короткая	Длинная
Трансформация ритма ПД	Не происходит	Происходит
Чувствительны к действию	Электромагнитных излучений	Химических агентов

### 3. По функции (рис. 134)

➤ **тормозные** (в них выделяется медиатор гамма-аминомасляная кислота (ГАМК), которая блокирует выход энергии и возбуждение не передается. ГАМК вызывает гиперполяризацию постсинаптической мембраны, что характерно для торможения);

➤ **возбуждающие** (в них выделяются такие медиаторы, как ацетилхолин, норадреналин и адреналин, вызывающие потенциал действия. Они вызывают деполяризацию постсинаптической мембраны, что типично для возбуждения).

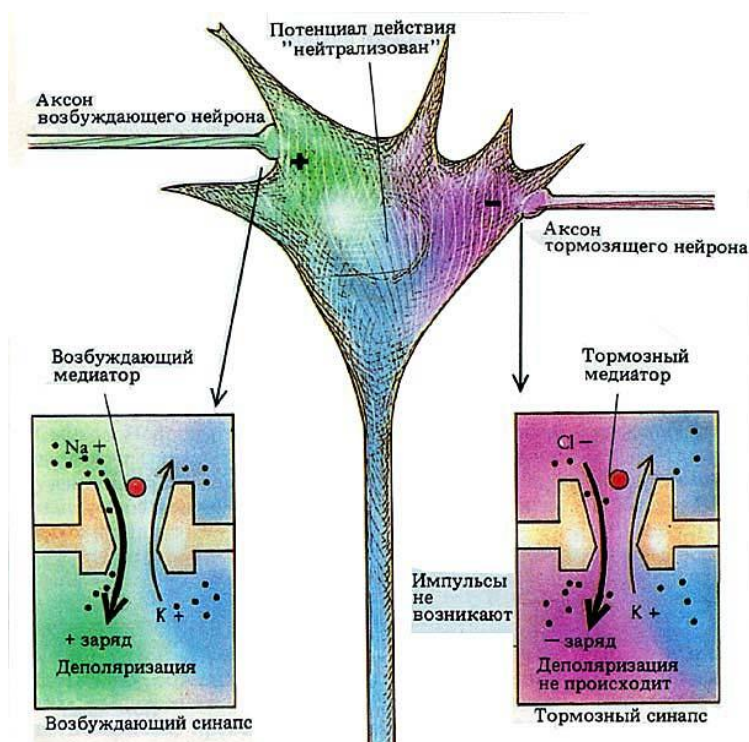


Рис. 134. Возбуждающий/тормозящий синапс

### 4. От природы действующего агента

➤ **холинергические;**

➤ **адренергические.**

Синапсы могут быть между двумя нейронами (*межнейронные*), между нейроном и мышечным волокном (*нервно-мышечные*), между рецепторными образованиями и отростками чувствительных нейронов (*рецепторно-нейронные*), между отростком нейрона и другими клетками (*железистыми, ресничными*).

Таким образом, механизм передачи возбуждения зависит от состояния нейрона, способности аксона проводить возбуждение, состояния синапсов и лабильности мышечных волокон.

### **Значение синапса:**

- 1) в синапсах может происходить усиление импульса;
- 2) в синапсах импульс преобразуется из электрического в химический, из химического – в электрический;
- 3) синапсы обеспечивают взаимосвязь нервной системы с рабочим органом (иннервируемые нервным волокном клетки: нервные, мышечные, секреторные);
- 4) синапс обладает односторонней проводимостью, т. е. возбуждение с нервного волокна передается на мышцу, но возбуждение с мышцы не передается на двигательный нерв;
- 5) через синапс возбуждение проходит замедленно.

Процесс передачи возбуждения происходит также в рецепторах.

**Рецепторы** – специфические чувствительные окончания, воспринимающие раздражения из внешней или внутренней среды и преобразующие энергию раздражителя в электрохимические сигналы – нервные импульсы.

Различают следующие виды рецепторов:

- 1) *по расположению относительно источника стимуляции*
  - **экстерорецепторы** (дистантные или контактные);
  - **интерорецепторы** (висцерорецепторы во внутренних органах и проприорецепторы в мышцах).
- 2) *по типу физической энергии стимулов*
  - **фоторецепторы**;
  - **механорецепторы**;
  - **терморецепторы**;
  - **хеморецепторы**;
  - **нониорецепторы** (воспринимающие болевое раздражение).

Взаимодействие раздражителя с мембраной рецептора приводит к повышению ионной проницаемости мембраны, проникновению натрия внутрь клетки, деполяризации мембраны и генерации так называемого *рецепторного потенциала*. Рецепторный потенциал проявляется в снижении мембранного потенциала покоя, т. е. частичной деполяризации мембраны. Это снижение строго локально, оно возникает лишь в том участке мембраны, где действует стимул. Далее рецепторный потенциал трансформируется в потенциал действия (при участии химических медиаторов или электродвижущих сил).

Таким образом, генерация и передача возбуждения в рецепторах осуществляется тем же механизмом и в той же последовательности, что и в нервно-мышечном соединении. Однако возникающие здесь

нервные импульсы распространяются центробежно и несут информацию в анализирующие (сенсорные) центры.

### 3.2.4. Учение Н.Е. Введенского о парабиозе

**Парабиоз** – состояние ткани, когда она находится на грани смерти.

Причиной парабиоза является снижение лабильности ткани, т. е. способности к проведению возбуждений под действием повреждающего агента.

Н.Е. Введенский выделил 3 стадии парабиоза (рис. 135):

1) **уравнительная стадия** – мышца на разные по силе и частоте раздражения отвечает одинаковыми сокращениями;

2) **парадоксальная стадия** – при слабых и редких раздражениях мышца сокращается сильно, а при сильных и частых она или совсем не сокращается, или реагирует очень слабо;

3) **стадия торможения** – при воздействии раздражителем любой силы и частоты мышца не сокращается. Эта стадия заканчивается состоянием, при котором отсутствуют видимые проявления жизни – возбудимость и проводимость. Это состояние Н.Е. Введенский назвал **парабиозом**. После удаления повреждающего агента парабиоз прекращается и функции поврежденного участка возвращаются к исходному состоянию, проходя те же стадии в обратном порядке. Если повреждающий агент не удалить, то ткань отмирает.



Рис. 135. Парабиоз (по Н.Е. Введенскому): кривые мышечных сокращений (тетанусы)

### 3.2.5. Механизм сокращения мышц

Механизм сокращения мышц объясняется *теорией скольжения*.

Сокращению мышцы предшествует ее возбуждение, которое вызывается нервными импульсами в области синапса. В синапсе освобождается медиатор ацетилхолин, который взаимодействует с постсинаптической мембраной, и в мышечном волокне возникает потенциал действия.

В механизме сокращения мышечных волокон участвуют *ионы  $Ca^{2+}$* . Транспорт  $Ca^{2+}$  из внеклеточной среды в клетку осуществляется по *кальциевым каналам*, расположенным в мембране клеток.

В состоянии покоя мышцы основная часть ионов  $Ca^{2+}$  хранится в саркоплазматическом ретикулуме. Под влиянием потенциала действия кальций освобождается из него и запускает механизм сокращения мышцы в результате изменения заряда мостиков миозиновых нитей. Нити актина притягиваются к нитям миозина и заходят между ними, что приводит к укорачиванию мышечного волокна и сокращению мышцы (рис. 136).

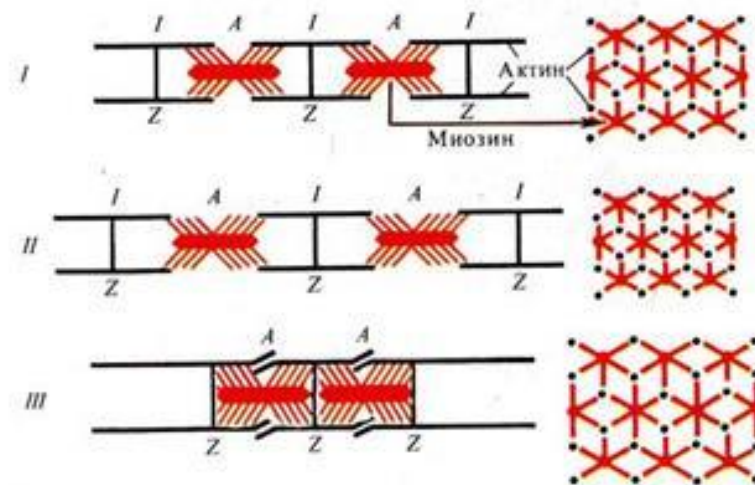


Рис. 136. Схема скольжения нитей актина и миозина в процессе сокращения: I – расслабленная миофибрилла; II – растянутая миофибрилла; III – сокращенная миофибрилла; слева – продольное расположение нитей; справа – поперечное сечение

После окончания потенциала действия активизируется кальциевый насос ( $Ca$ -зависимая АТФ-аза) мембраны саркоплазматического ретикулума. За счет энергии расщепления АТФ кальциевый насос переносит ионы  $Ca^{2+}$  обратно в саркоплазматический ретикулум. Кон-

центрация ионов  $\text{Ca}^{2+}$  в цитоплазме мышечного волокна уменьшается до уровня концентрации в покоей мышце. В результате этого комплекс актин – миозин распадается. Под влиянием нового потенциала действия снова выделяются ионы  $\text{Ca}^{2+}$  и процесс прикрепления мостиков нити миозина к нити актина повторяется.

Различают 2 типа сокращения мышц (рис. 137):

1) **одиночное сокращение** – сокращение мышцы в ответ на одиночное раздражение (например на однократное кратковременное раздражение электрическим током мышца отвечает одиночным сокращением и тотчас расслабляется). Продолжительность одиночного сокращения составляет около 0,1 с (зависит от температуры окружающей среды: чем выше температура, тем короче сокращение; от функционального состояния мышцы: утомленная мышца сокращается медленнее, чем неутомленная; от состояния обмена веществ в мышце);

2) **тетаническое сокращение** – длительное сокращение мышцы при ее ритмическом раздражении. Наблюдается в результате того, что к мышцам поступают несколько возбуждающих импульсов. При этом ее одиночные сокращения суммируются, и происходит сильное и длительное сокращение мышцы. Оптимум сокращения мышцы будет в том случае, если ритмическое раздражение будет попадать в фазу экзальтации. При очень частых и сильных раздражениях наблюдается пессимум сокращения.

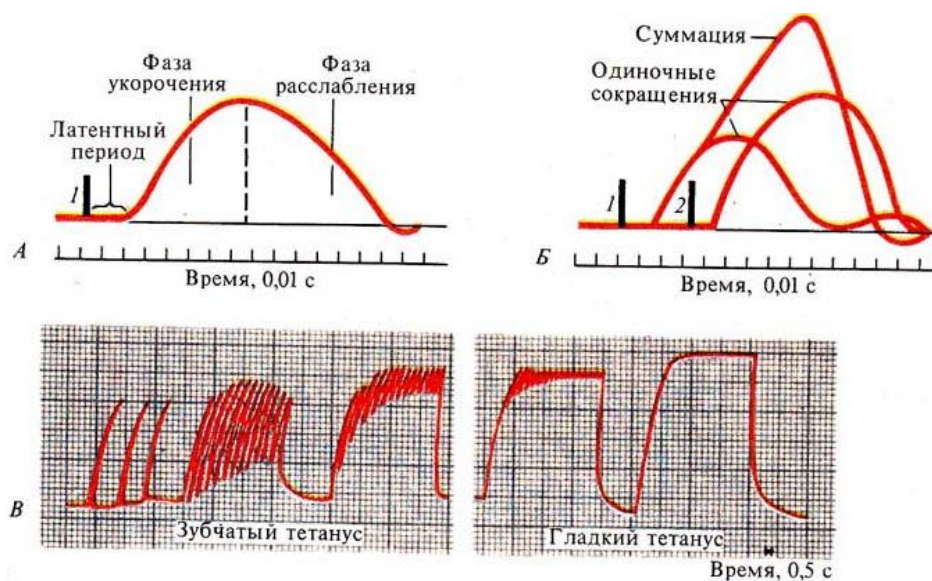


Рис. 137. Одиночное сокращение (А), суммация одиночных сокращений (Б), тетанические сокращения (В):

1 – момент первого раздражения; 2 – момент второго раздражения

В организме человека никогда не бывает одиночных сокращений мышц. Все сокращения мышц в организме – тетанические, так как нервная система посылает к мышцам не одиночные раздражения, а целый ряд импульсов. Центральная нервная система также постоянно посылает к мышцам скелета слабые импульсы, в результате чего скелетная мускулатура находится в состоянии небольшого напряжения. Это состояние небольшого напряжения мышц под влиянием редких раздражений называется **ТОНУСОМ** (особенно хорошо он выражен в сфинктерах полых органов и стенках кровеносных сосудов).

Существует 2 вида сокращения мышц (рис. 138):

1) **изотоническое сокращение** – сокращение мышцы под воздействием раздражителя, при котором ее длина уменьшается без изменения напряжения (тонуса) мышцы (например, когда мышца сокращается, не поднимая никакого груза);

2) **изометрическое сокращение** – сокращение мышцы, при котором ее длина остается постоянной, но происходит напряжение мышечных волокон.

Как чисто изотоническое, так и чисто изометрическое сокращение – явления искусственные. В организме всегда наблюдается совокупность двух видов сокращений мышц.

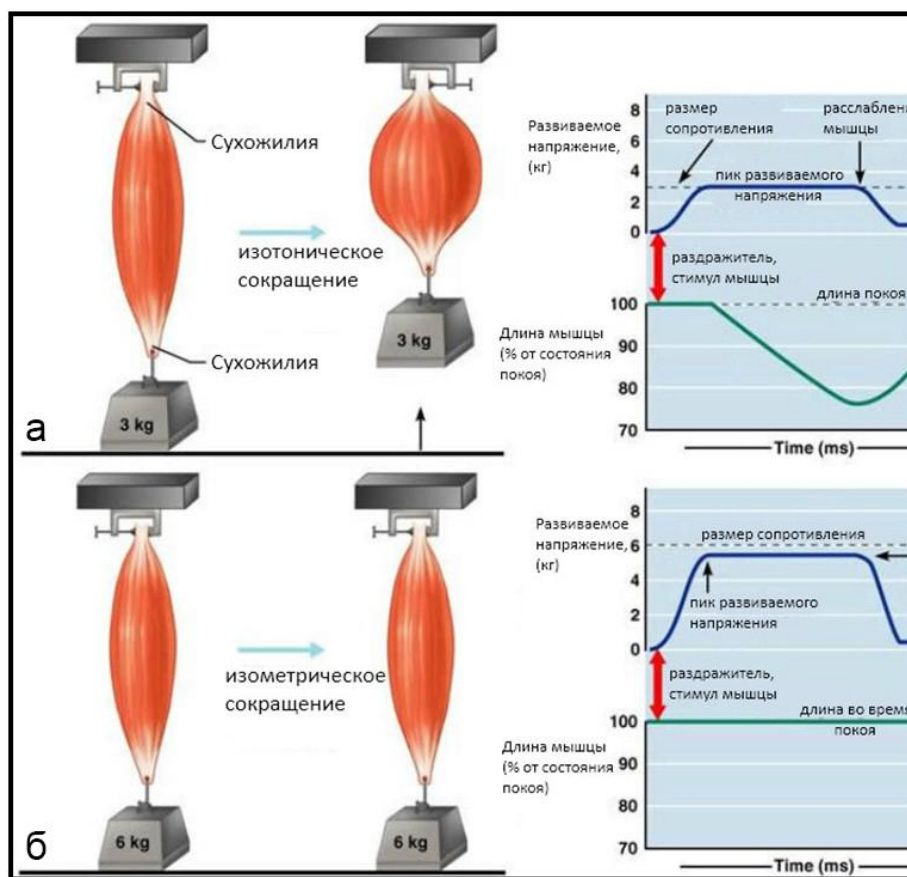


Рис. 138. Изотоническое (а) и изометрическое (б) сокращение



## **Контрольные вопросы по теме «Физиология возбудимых тканей»**

1. Какие ткани принято относить к возбудимым?
2. Как проявляется возбуждение в мышечной и нервной тканях?
3. Общие свойства возбудимых тканей.
4. Что называется раздражимостью и возбудимостью?
5. Что называется возбуждением?
6. Что такое лабильность возбудимых тканей?
7. Что такое физиологический покой и возбуждение?
8. Классификация раздражителей по природе и силе.
9. Механизм возникновения возбуждения.
10. Что называют калий-натриевым насосом?
11. Что называется потенциалом покоя?
12. Что называется потенциалом действия? Механизм его возникновения.
13. Как изменяется возбудимость в процессе возбуждения? Каков механизм фазовых изменений возбудимости?
14. Что называют латентным периодом возбуждения?
15. Как осуществляется пассивное и активное движение ионов через мембрану?
16. Какие ионы принимают участие в поддержании потенциала покоя?
17. Понятия деполяризации и гиперполяризации.
18. Механизм проведения возбуждения.
19. Синапс и характеристика его составных частей. Какова роль синапса?
20. Роль медиаторов в передаче возбуждения через синапсы.
21. Что такое парабриоз, какие различают фазы парабриоза и чем они характеризуются?
22. Механизм сокращения мышц.

## ТЕСТ «ФИЗИОЛОГИЯ НЕРВНО-МЫШЕЧНОЙ СИСТЕМЫ»

**1. К возбудимым тканям относится:**

- а) эпителиальная;
- б) соединительная;
- в) костная;
- г) нервная.

**2. К нервно-мышечным тканям относится:**

- а) соединительная;
- б) эпителиальная;
- в) мышечная;
- г) костная.

**3. Специфическим признаком возбуждения для мышечной ткани будет:**

- а) сокращение;
- б) секреция;
- в) выделение энергии;
- г) генерация импульса;
- д) синтез медиаторов.

**4. Специфическим признаком возбуждения для нервной ткани будет:**

- а) проведение импульсов;
- б) сокращение;
- в) выделение энергии;
- г) образование секрета.

**5. Деятельное состояние живой ткани, в которое она приходит под влиянием раздражения, называется:**

- а) физиологический покой;
- б) торможение;
- в) раздражение;
- г) возбуждение;
- д) лабильность.

**6. Реакция возбудимой клетки на действие раздражителя – это:**

- а) чувствительность;
- б) подвижность;
- в) проводимость;
- г) сенсорность;
- д) возбуждение.

**7. Состояние, когда ткань или орган не проявляют признаков присущей им деятельности, называется:**

- а) торможение;
- б) утомление;
- в) физиологический покой;
- г) лабильность;
- д) раздражение.

**8. Нервный процесс, приводящий к угнетению или предупреждению возбуждения, называется:**

- а) физиологический покой;
- б) торможение;
- в) парабриоз;
- г) лабильность;
- д) утомление.

**9. Процесс, проявляющийся в ослаблении или подавлении возбуждения, называется:**

- а) торможение;
- б) утомление;
- в) физиологический покой;
- г) лабильность;
- д) раздражение.

**10. Способность ткани реагировать на раздражение изменением обмена веществ и энергии называется:**

- а) рефрактерность;
- б) возбудимость;
- в) лабильность;
- г) раздражимость;
- д) проводимость.

**11. Обязательным признаком возбуждения во всех возбудимых тканях является:**

- а) сокращение;
- б) изменение электрического заряда мембраны;
- в) проведение импульса;
- г) секреция веществ;
- д) выделение медиатора.

**12. К физическим раздражителям относятся:**

- а) кислоты;
- б) яды;
- в) щелочи;
- г) соли;
- д) рентгеновские лучи.

**13. К химическим раздражителям относятся:**

- а) температура;
- б)  $\gamma$ -лучи;
- в) свет;
- г) рентгеновские лучи;
- д) кислоты.

**14. Раздражители, действующие на ткань в обычных условиях ее существования, называются:**

- а) физические;
- б) неадекватные;
- в) химические;
- г) адекватные;
- д) неспецифические.

**15. Раздражитель, соответствующий данной ткани или организму, называется:**

- а) пороговый;
- б) сверхпороговый;
- в) адекватный;
- г) неадекватный;
- д) допороговый.

**16. Раздражители, способные при минимальной энергии вызвать возбуждение в клетках, специально приспособленных для данного раздражителя, называются:**

- а) адекватные;
- б) неадекватные;
- в) общие;
- г) неспецифические;
- д) сверхпороговые.

**17. Раздражители, к которым ткань приспособлена, называются:**

- а) пороговые;
- б) сверхпороговые;
- в) адекватные;
- г) неадекватные;
- д) допороговые.

**18. Адекватным раздражителем для мышечной ткани является:**

- а) удар;
- б) кислота;
- в) нервный импульс;
- г) электрический ток;
- д) укол.

**19. Раздражители, действию которых ткань в естественных условиях обычно не подвергается, называются:**

- а) пороговые;
- б) адекватные;
- в) подпороговые;
- г) неадекватные;
- д) сверхпороговые.

**20. Раздражители минимальной силы, которые могут вызвать возбуждение:**

- а) надпороговые;
- б) пороговые;
- в) неадекватные;
- г) сверхпороговые;
- д) допороговые.

**21. Раздражители, сила которых меньше пороговой:**

- а) адекватные;
- б) пороговые;
- в) неадекватные;
- г) сверхпороговые;
- д) допороговые.

**22. Раздражители, более сильные, чем пороговые:**

- а) адекватные;
- б) неадекватные;
- в) сверхпороговые;
- г) пороговые;
- д) допороговые.

**23. Свойство живой ткани, определяющее ее функциональное состояние и проявляющееся в ее способности отвечать на определенный ритм раздражения:**

- а) лабильность;
- б) проводимость;
- в) рефрактерность;
- г) раздражимость;
- д) возбудимость.

**24. Активный перенос ионов в клетку и из нее осуществляется в результате деятельности:**

- а) натрий-калиевого насоса;
- б) поворотно-противоточной системы;
- в) кальций-калиевого насоса;
- г) поперечно-противоточного механизма;
- д) хлорно-кальциевого насоса.

**25. Разность зарядов между наружной и внутренней поверхностями клеточной мембраны в состоянии физиологического покоя клетки называется:**

- а) пиковый потенциал;
- б) потенциал покоя;
- в) спайковый потенциал;
- г) потенциал действия;
- д) быстрый потенциал.

**26. Главным катионом внеклеточной жидкости является:**

- а) калий;
- б) кальций;
- в) железо;
- г) натрий;
- д) хлор.

**27. Основной катион внутри клетки:**

- а) натрий;
- б) хлор;
- в) кальций;
- г) фосфор;
- д) калий.

**28. Колебание потенциала, возникающее в результате перезарядки мембраны и восстановления ее исходного заряда, называется:**

- а) мембранный потенциал;
- б) потенциал действия;
- в) потенциал покоя;
- г) потенциал переноса;
- д) ток покоя.

**29. Изменение заряда мембраны клетки связано с поступлением внутрь ее ионов:**

- а) калия;
- б) хлора;
- в) кальция;
- г) фосфора;
- д) натрия.

**30. Восстанавливает исходный потенциал покоя выход из клетки ионов:**

- а) калия;
- б) хлора;
- в) кальция;
- г) фосфора;
- д) натрия.

**31. Временное снижение возбудимости ткани, возникающее после возбуждения:**

- а) торможение;
- б) рефрактерность;
- в) возбуждение;
- г) лабильность;
- д) проводимость.

**32. Может ли клетка ответить на дополнительное раздражение в период абсолютной рефрактерности:**

- а) нет;
- б) в зависимости от исходного состояния;
- в) да.

**33. Может ли клетка ответить на дополнительное раздражение в период относительной рефрактерности:**

- а) да, при действии сверхпорогового раздражителя;
- б) да, при действии порогового раздражителя;
- в) нет.

**34. Особый тип прерывистых контактов между клетками называется:**

- а) чувствительность;
- б) синапс;
- в) сустав;
- г) возбуждение;
- д) рефлекс.

**35. Возбуждение, которое распространяется через синапс, происходит:**

- а) изолировано;
- б) сальтотарно;
- в) скачкообразно;
- г) двусторонне;
- д) односторонне.

**36. Структурное образование, обеспечивающее передачу возбуждения с нейрона на эффекторную клетку, носит название:**

- а) перехват Ранвье;
- б) нерв;
- в) аксонный холмик;
- г) синапс.



**37. К основным тормозным нейромедиаторам относится:**

- а) адреналин;
- б) ацетилхолин;
- в) гамма-аминомасляная кислота;
- г) норадреналин.

**38. Понижение лабильности ткани, наступающее в результате ее частых раздражений, было названо Н.Е. Введенским:**

- а) утомление;
- б) торможение;
- в) парабриоз;
- г) пессимум;
- д) оптимум.

**39. Понятие парабриоз в физиологию нервно-мышечной системы ввел:**

- а) И.П. Павлов;
- б) И.М. Сеченов;
- в) П.К. Анохин;
- г) А.А. Ухтомский;
- д) Н.Е. Введенский.

**40. Фаза парабриоза, при которой мышца на разные по силе и частоте раздражения отвечает одинаковыми сокращениями, называется:**

- а) уравнивательная;
- б) парадоксальная;
- в) торможения;
- г) возбуждающая;
- д) утомления.

**41. Фаза парабриоза, при которой слабые раздражения способны вызвать значительные сокращения мышцы, а сильные раздражения не вызывают ее сокращения, называется:**

- а) тормозящая;
- б) парадоксальная;
- в) утомления;
- г) уравнивательная;
- д) пессимальная.

**42. Фаза парабриоза, когда мышца утрачивает способность к сокращению, называется:**

- а) пессимальная;
- б) уравнивательная;
- в) торможения;
- г) парадоксальная;
- д) утомления.

**43. Наибольшая концентрация ионов кальция в мышечном волокне в состоянии покоя:**

- а) в саркоплазматическом ретикулуме;
- б) саркоплазме;
- в) сарколемме;
- г) миоплазме.

**44. Длительное сокращение мышцы при ее ритмическом раздражении называется:**

- а) изотоническое;
- б) одиночное;
- в) тетаническое;
- г) изометрическое;
- д) ауксотоническое.

**45. Состояние устойчивого сокращения скелетной мышцы при ее ритмическом раздражении называется:**

- а) утомление;
- б) тетанус;
- в) суммация;
- г) торможение;
- д) тонус.

**46. Свойство скелетных мышц, длительно находящихся на том или ином уровне напряжения под влиянием редких раздражений, называется:**

- а) тонус;
- б) растяжимость;
- в) эластичность;
- г) пластичность;
- д) тетанус.

**47. Состояние естественного постоянного напряжения мышц при невысоких энергетических затратах – это:**

- а) сплошной тетанус;
- б) зубчатый тетанус;
- в) тонус;
- г) гладкий тетанус;
- д) сокращение.

**48. Скелетные мышцы способны находиться на том или ином уровне напряжения (тонуса) под влиянием:**

- а) редких раздражений;
- б) одного раздражения;
- в) двух или трех раздражений;
- г) нескольких раздражений.

**49. Существуют два вида сокращения мышц:**

- а) изотоническое и изометрическое;
- б) зубчатое и гладкое;
- в) частые сокращения;
- г) сокращения мышцы одно за другим.

**50. При раздражении мышца сокращается, не поднимая никакого груза, такое сокращение называется:**

- а) тетаническое;
- б) изометрическое;
- в) ауксотоническое;
- г) изотоническое;
- д) одиночное.

**51. Сокращение мышцы, при котором ее длина остается постоянной, называется:**

- а) тетаническое;
- б) ауксотоническое;
- в) изотоническое;
- г) одиночное;
- д) изометрическое.

### 3.3. ОБЩАЯ И ЧАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

#### 3.3.1. Общая физиология центральной нервной системы

##### 3.3.1.1. Структура и функции нейронов

Центральная нервная система (ЦНС) представлена *головным и спинным мозгом*. Она построена из нервной ткани, состоящей из *нейронов и нейроглии*.

*Функции центральной нервной системы:*

- 1) обеспечивает регуляцию всех процессов внутри организма;
- 2) обеспечивает связь организма с внешней средой;
- 3) является основой психических процессов (ощущений, восприятий, эмоций, памяти, навыков). Эта функция осуществляется корой головного мозга и подкорковыми образованиями.

Основными функциональными элементами ЦНС являются **нейроны**, которые обеспечивают прием, передачу и переработку информации (рис. 139). Место контакта двух нейронов называется *синапсом*. Нейроны имеют 2 вида отростков: **аксон** – отросток, проводящий возбуждение от тела нервной клетки, и **дендриты** – отростки, проводящие возбуждение по направлению к клетке. Обычно их бывает несколько, и они ветвятся. Отростки нервных клеток образуют нервные волокна, которые служат проводниками нервных импульсов.

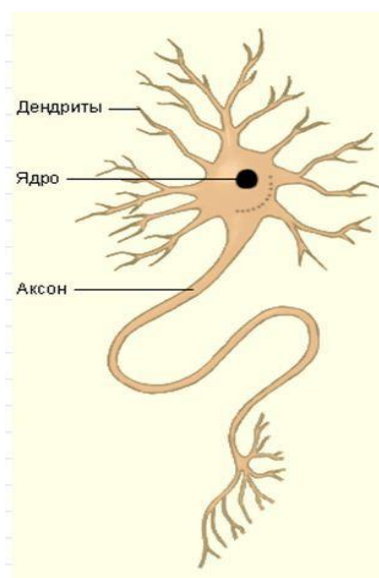


Рис. 139. Схематическое изображение нейрона

Различают 2 типа нервных волокон:

1) *афферентные (центростремительные)* – проводят возбуждение от периферии к нервным центрам;

2) *эфферентные (центробежные)* – проводят возбуждение от нервных центров на периферию.

Большинство нервов смешанные, так как в их состав входят афферентные и эфферентные волокна.

**Нейроглия** представлена глиальными клетками, заполняющими пространства между нейронами. Они выполняют функции защиты и опоры нейронов. Между глиальными клетками и нейронами имеется пространство, заполненное жидкостью. Через это пространство происходит обмен веществ между нейроном и глиальными клетками.

Нейроны делят на 3 вида (*рис. 140*):

1) *чувствительные, или афферентные, нейроны* – проводят возбуждение от рецепторов в ЦНС. Тела этих нейронов расположены вне центральной нервной системы и находятся в спинномозговых или черепномозговых ганглиях. Данные нейроны характеризуются наличием 2 длинных отростков: аксона, передающего возбуждение от тела клетки в центры спинного мозга, и дендрита, уходящего на периферию в виде афферентного волокна и разветвляющегося на чувствительные нервные окончания – *рецепторы*;

2) *двигательные, или эфферентные, нейроны* – передают возбуждение из ЦНС к рабочим органам – *эффекторам*. От тел этих нейронов возбуждение идет на периферию по длинным аксонам. Эфферентные нейроны, которые посылают импульсы к скелетным мышцам, называются *мотонейронами*. Эфферентные нейроны вегетативной нервной системы находятся вне центральной нервной системы в периферических ганглиях;

3) *вставочные, или промежуточные, нейроны* – самая многочисленная группа нейронов. Они осуществляют связь между чувствительными и двигательными нейронами. По характеру вызываемого ими эффекта вставочные нейроны делятся на *возбуждающие* и *тормозящие*.

Нейроны взаимодействуют между собой через *синапсы* (*рис. 141*).

**Межнейронный, или центральный, синапс** – это место контакта окончания аксона с телом или отростками другой нервной клетки.

Основная масса синапсов образуется на дендритах нейрона, меньшая часть – на теле и еще меньшая – на аксонах.

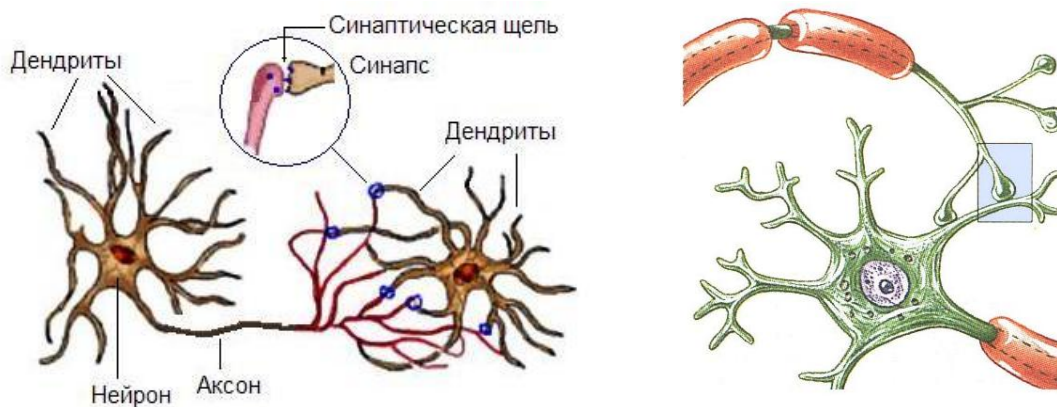
### 3.3.1.2. Взаимодействие нейронов

*Особенности межнейронных синапсов:*

1. В ЦНС существуют синапсы с *химическим* механизмом передачи возбуждения (с помощью медиаторов), *электрическим* механизмом передачи (потенциал действия пассивно распространяется с пресинаптической мембраны на постсинаптическую) и *смешанным* механизмами передачи (химическим и электрическим путем).



*Рис. 140. Нейронный состав рефлекторной дуги*



*Рис. 141. Синаптическая передача нервного импульса*

2. Потенциал действия возникает в постсинаптическом нейроне лишь при одновременной активации нескольких нейронов или при повторных раздражениях в одном синапсе.

3. Химические межнейронные синапсы могут быть 2 видов в зависимости от природы медиатора:

1) *возбуждающие синапсы* – характеризуются широкой синаптической щелью, толстой постсинаптической мембраной. Пузырьки медиатора крупные, округлой формы. Медиаторами являются *ацетилхолин, норадреналин, дофамин, аспарагиновая и глутаминовая кислоты, серотонин, некоторые пептиды, простогландины*;

2) *тормозные синапсы* – имеют более узкую синаптическую щель, постсинаптическая мембрана более тонкая, синаптические пузырьки овальной формы и по размеру меньше. Медиаторами являются *гамма-аминомасляная кислота (ГАМК) и глицин*.

В основе межнейронных связей лежит взаимодействие процессов возбуждения и торможения.

Торможение, возникающее в нервно-мышечных или нервно-железистых соединениях, называется *периферическим*, а возникающее в структурах ЦНС – *центральным*.

В межнейронных синапсах различают 2 вида торможения:

1) *постсинаптическое торможение* – возникает в результате снижения возбудимости тела и дендритов нейрона за счет возникновения тормозного постсинаптического потенциала в тормозных синапсах;

2) *пресинаптическое торможение* – возникает при уменьшении или прекращении высвобождения медиатора из пресинаптических нервных окончаний, контактирующих с данной клеткой. Этот процесс происходит на разветвлениях аксона.

### 3.3.1.3. Рефлекторная деятельность центральной нервной системы

Основной формой деятельности ЦНС является *рефлекс*.

*Рефлекс* – это реакция организма на раздражение рецепторов, осуществляемая при участии ЦНС.

*Рефлекторная дуга* – это путь, по которому проходит возбуждение при осуществлении рефлекса.

Рефлекторная дуга включает цепь различных нейронов (афферентных, вставочных, эфферентных).

Рефлекторная дуга состоит из следующих элементов (*рис. 142*):

- 1) *периферический рецептор*;
- 2) *афферентные пути* (волокна чувствительных нейронов);
- 3) *группа центральных нейронов*;
- 4) *эфферентные пути* (аксоны двигательных нейронов или постганглионарные волокна вегетативной нервной системы);
- 5) *эффлектор* (мышцы, сердце, железы).

Рефлекс начинается с раздражения чувствительных нервных окончаний рецепторов. От рецептора нервный импульс передается по центробежному нерву к афферентному нейрону. Затем через вставочные нейроны нервный импульс доходит до эфферентного нейрона и по его аксону (центробежному нерву) поступает к эффектору (мышце или железе). Возбужденная мышца сокращается, а железа выделяет секрет.

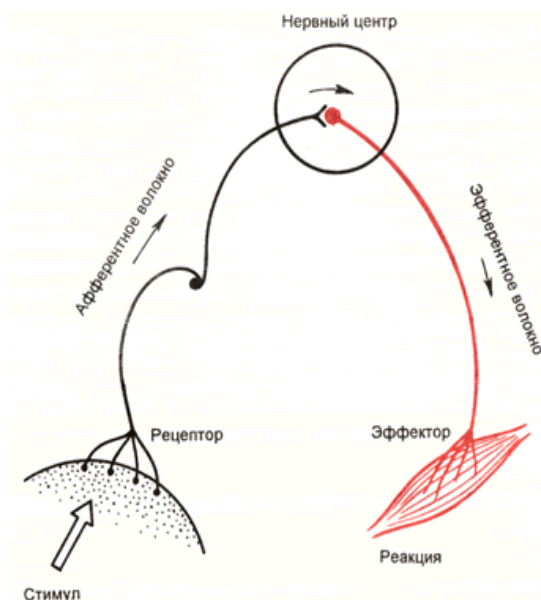


Рис. 142. Структура рефлекторной дуги

В зависимости от количества нейронов и синапсов, образующих рефлекторную дугу, различают 2 вида рефлекторной дуги (рис. 143):

1) *простая (моносинаптическая) рефлекторная дуга* – состоит из 2 нейронов – чувствительного и двигательного, между которыми расположен один синапс (встречается редко);

2) *сложная (полисинаптическая) рефлекторная дуга* – состоит из 3 или более нейронов: один или несколько афферентных, один или несколько вставочных и эфферентный.

Совокупность рецепторов, раздражение которых вызывает определенный рефлекс, называется **рецептивным полем рефлекса**.

Промежуток времени от момента раздражения рецепторов до ответной реакции исполнительного органа называется **временем рефлекса**. Чем больше нейронов и синапсов в рефлекторной дуге, тем продолжительнее время рефлекса.





Рис. 143. Виды рефлекторных дуг

В нейронах имеются механизмы, позволяющие нервным клеткам ослаблять или усиливать силу и частоту поступающих к ним сигналов. Эти механизмы действуют по принципу *обратной связи*. Благодаря обратной связи ЦНС получает информацию о результатах производимых действий и осуществляет новые действия.

### 3.3.1.4. Свойства нервных центров

**Нервный центр** – это совокупность нейронов в различных отделах ЦНС, обеспечивающих регуляцию какой-либо функции организма (например центр дыхания и др.).

Нервный центр обладает рядом свойств, которые обусловлены наличием синапсов и взаимодействием процессов возбуждения и торможения.

*Свойства нервных центров:*

**1. Одностороннее проведение возбуждения** – оно передается с афферентного нейрона, через вставочный, на эфферентный нейрон. Это обусловлено наличием межнейронных синапсов. В обратном направлении передача нервных импульсов невозможна.

**2. Задержка проведения возбуждения в синапсах** – обусловлена более медленным проведением нервных импульсов через синапсы, так как затрачивается время на выделение медиатора окончаниями аксона в ответ на нервный импульс, проникновение медиатора через синаптическую щель к постсинаптической мембране, возникновение

возбуждающего постсинаптического потенциала под действием медиатора.

**3. Иррадиация возбуждения** – это распространение возбуждения по центральной нервной системе от центра к центру во всех направлениях. Это обусловлено наличием огромного количества ответвлений (коллатералей). Каждый аксон дает ответвления ко многим нейронам, от которых ответвления идут к другим нейронам.

**4. Конвергенция** – способность импульсов, поступающих по разным афферентным волокнам с периферии, сходиться к одному и тому же вставочному или эфферентному нейрону. Это обусловлено наличием на теле и дендритах нейрона большого числа синапсов других аксонов.

**5. Дивергенция** – способность импульсов, поступающих по одному нервному волокну, расходиться к различным нейронам и разным отделам головного мозга. То есть это способность нейрона устанавливать многочисленные связи с другими нейронами, что обусловлено наличием разветвлений аксонов и синапсов со многими другими нейронами.

**6. Циркуляция нервных импульсов в нервных центрах** – способность нервных импульсов передаваться от одного из нейронов к другим нейронам и вновь возвращаться на первый нейрон по ответвлениям их аксонов. Поэтому возбуждение может очень длительно циркулировать в одном нервном центре.

**7. Тонус нервного центра** – состояние постоянного возбуждения и повышенной активности. Он обусловлен постоянным поступлением к нервным центрам нервных импульсов от периферических рецепторов и возбуждающим влиянием на нейроны продуктов метаболизма и других гуморальных факторов.

#### **8. Временная и пространственная суммация:**

➤ *временная суммация* – характеризуется тем, что при нанесении одного допорогового раздражения окончанием аксона выделяется слишком мало медиатора, чтобы вызвать возбуждающий постсинаптический потенциал. Если же к одному и тому же синапсу идет несколько допороговых импульсов, то происходит суммирование порций медиатора и его количество становится достаточным для возникновения потенциала действия;

➤ *пространственная суммация* – характеризуется тем, что если раздражать одно афферентное волокно раздражителем допороговой силы, то ответной реакции не будет, а если раздражать несколько

афферентных волокон раздражителем той же допороговой силы, то возникает рефлекс, так как импульсы, приходящие с нескольких афферентных волокон, могут суммироваться в нервном центре.

**9. Последствие** – продолжение ответной реакции после прекращения действия раздражителя. Это связано с циркуляцией нервных импульсов по замкнутым цепям нейронов.

**10. Трансформация ритма возбуждения** – изменение частоты и силы нервных импульсов при прохождении через нервный центр. Частота может повышаться или понижаться. Слабые импульсы могут усиливаться, а сильные ослабляться.

**11. Облегчение** – повышение возбудимости нейрона и проведение импульсов по нервным цепям в результате суммации возбуждающих постсинаптических потенциалов. Если в центральную нервную систему идут два потока импульсов, то они вызывают значительно больший эффект, чем в результате простого суммирования. Один поток импульсов как бы облегчает действие другого.

**12. Окклюзия** – явление, противоположное облегчению. При этом ответ нейрона на сочетание стимулов будет меньше, чем сумма ответов на отдельные стимулы. Это обусловлено перекрытием синапсов.

**13. Высокий уровень обмена веществ** – в возбужденном состоянии в нервных центрах увеличивается потребление кислорода и глюкозы и выделение двуокиси углерода.

**14. Высокая утомляемость** – происходит в результате нарушения проведения возбуждения в межнейронных синапсах. При утомлении уменьшаются запасы медиатора в окончаниях аксонов, падает чувствительность к медиатору постсинаптической мембраны, понижаются энергетические ресурсы нейрона.

**15. Пластичность** – способность нервных центров менять функциональные свойства. При этом нервный центр приобретает возможность выполнять новые функции или восстанавливать старые после повреждения. В основе пластичности нервных центров лежит пластичность синапсов и мембран нейронов, которые могут изменять свою молекулярную структуру.

**16. Доминанта** – временное возбуждение центра, занимающего господствующее положение в ЦНС. Особенностью доминанты является ее способность привлекать к себе импульсы от других нервных центров и подавлять их деятельность (например чувство голода, боли и др.).

Доминанта может быть *экзогенной* – под влиянием раздражителей внешней среды или *эндогенной* – в результате изменения состава внутренней среды (например концентрации половых гормонов и др.).

### 3.3.2. Частная физиология центральной нервной системы

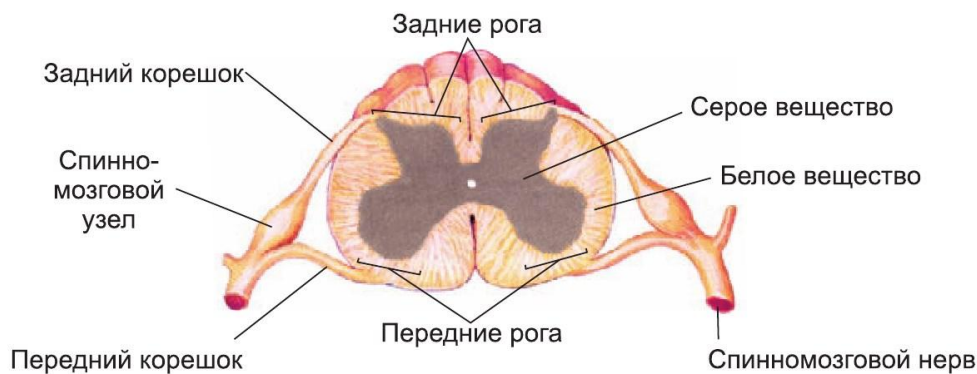
#### 3.3.2.1. Структура и функции спинного мозга

*Спинной мозг* представляет собой уплощенный цилиндрический тяж с узкой полостью – *центральный канал*, заполненный спинномозговой жидкостью. Спинной мозг располагается в позвоночном канале и переходит вверху в продолговатый мозг, а внизу на уровне 1–2 поясничных позвонков – в конечную нить. На своем протяжении спинной мозг имеет 2 утолщения: шейное и поясничное.

На разрезе спинного мозга различают 2 вещества (*рис. 144*):

1) *серое вещество* – центральное, образовано тяжами нервных клеток и напоминает на срезе крылья бабочки. В нем различают *передние, задние и боковые рога*. В передних рогах расположены двигательные нейроны (мотонейроны), по аксонам которых возбуждение достигает скелетных мышц конечностей и туловища, заставляя их сокращаться. В задних рогах расположены главным образом тела вставочных нейронов. Они связывают отростки чувствительных нейронов с телами двигательных нейронов, а также передают информацию в другие отделы центральной нервной системы. В боковых рогах залегают нейроны, образующие центры симпатической части вегетативной нервной системы;

2) *белое вещество* – периферическое, образовано аксонами спинальных нейронов, образующими проводящие пути спинного мозга.

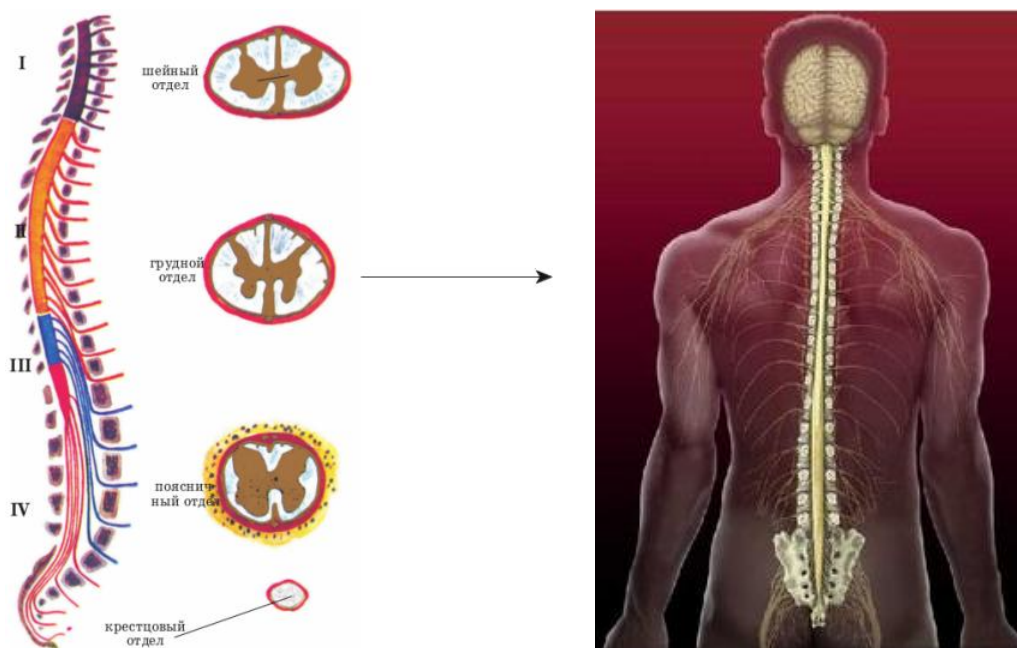


*Рис. 144. Поперечный разрез спинного мозга*

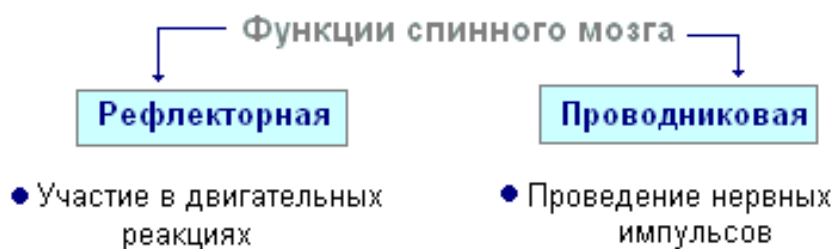
Спинальный мозг состоит из 31 сегмента, из них 8 шейных, 12 грудных, 5 поясничных, 5 крестцовых, 1 копчиковый (рис. 145). Сегмент – это участок спинного мозга, от которого симметрично отходят пары спинномозговых нервов.

*Функции спинного мозга (рис. 146):*

1. *Рефлекторная функция* – заключается в выполнении ряда рефлексов. В спинном мозге расположены нервные центры, регулирующие движения мышц головы, шеи, туловища, конечностей и температуру тела. В шейном отделе спинного мозга находится центр мускулатуры диафрагмы и центры мышц передних конечностей. В грудном, поясничном и крестцовом отделах находятся сосудодвигательный и потоотделительный центры, а также центры мускулатуры грудной клетки, спины, живота и задних конечностей. В крестцовом отделе лежат центры дефекации и мочеполовых рефлексов. В спинном мозге также находятся центры симпатических и парасимпатических нервов вегетативной нервной системы.



*Рис. 145. Спинальный мозг человека*



*Рис. 146. Функции спинного мозга*

2. *Проводниковая функция* – проводящие пути спинного мозга соединяют различные сегменты спинного мозга, а также спинной мозг с разными отделами головного мозга. Пути, проводящие импульсы по направлению к головному мозгу, называются *восходящими* (чувствительными), а пути в обратном направлении – *нисходящими* (двигательными). Восходящие пути проводят импульсы от рецепторов, воспринимающих информацию из внешнего мира и внутренней среды организма. Нисходящие пути передают импульсы от структур головного мозга к двигательным ядрам спинного мозга, осуществляющим ответные реакции на раздражения.

### 3.3.2.2. Функции продолговатого мозга

*Головной мозг* человека является органом центральной нервной системы, состоящей из множества взаимосвязанных между собой нервных клеток и их отростков. Головной мозг занимает почти всю полость мозгового отдела черепа, кости которого защищают его от внешних механических повреждений.

Масса человеческого мозга – от 1000 до 2000 г и более, что в среднем составляет приблизительно 2 % массы тела. Объем мозга большинства людей находится в пределах 1250–1600 см<sup>3</sup>.

В головном мозге различают 5 отделов: *продолговатый мозг*, *задний мозг*, включающий в себя *мост* и *мозжечок*, *средний мозг*, *промежуточный мозг* и *конечный мозг*, представленный *большими полушариями* (рис. 147).

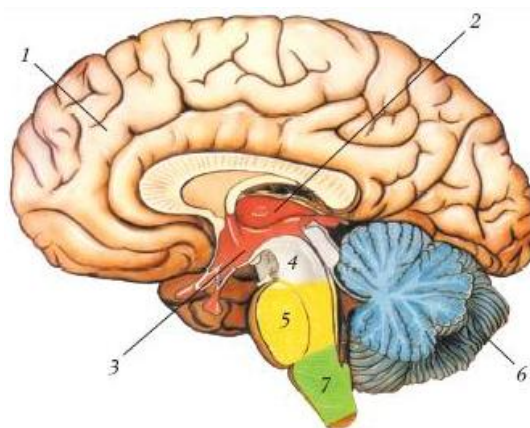


Рис. 147. Отделы головного мозга:

1 – большие полушария головного мозга; 2 и 3 – промежуточный мозг: 2 – таламус (зрительный бугор); 3 – гипоталамус; 4 – средний мозг; 5 – мост; 6 – мозжечок; 7 – продолговатый мозг

**Продолговатый мозг** – часть головного мозга, соединяющего его со спинным мозгом (рис. 148). Серое вещество продолговатого мозга представлено в виде скоплений нейронов и отдельных ядер. В продолговатом мозге находятся жизненно важные нервные центры дыхания и кровообращения, поэтому не только удаление, но и даже его повреждение заканчивается смертью. В нем располагаются центры чихания, кашля, мигания, слезоотделения, рвоты, глотания, секреции и моторики желудка, водно-солевого и сахарного обмена. Продолговатый мозг участвует в осуществлении рефлексов, обеспечивающих сохранение определенной позы человека и перемещение его в пространстве. Через продолговатый мозг проходят восходящие пути слуховой, вестибулярной, мышечной и кожной чувствительности. По чувствительным волокнам он получает импульсы от рецепторов кожи головы, слизистых оболочек глаз, носа, рта, от органа слуха, вестибулярного аппарата, от рецепторов гортани, трахеи, легких, а также от интерорецепторов сердечно-сосудистой системы и системы пищеварения.

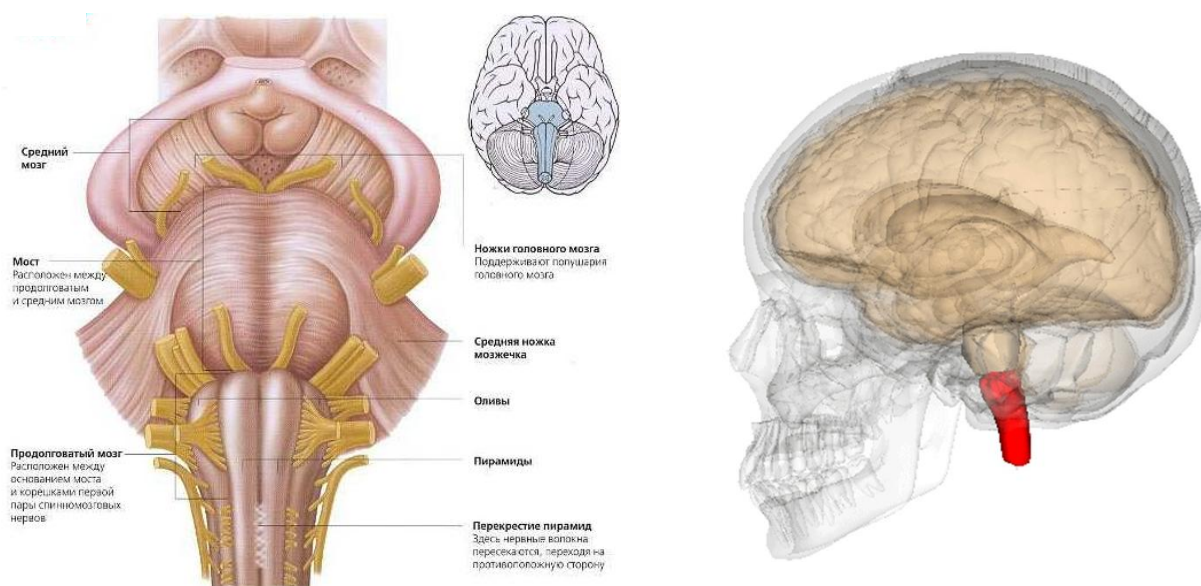


Рис. 148. Продолговатый мозг

Через продолговатый мозг осуществляются многие простые и сложнейшие рефлексы, охватывающие многие жизнеобеспечивающие системы органов:

- защитные рефлексy (кашель, чихание, мигание, слезоотделение, рвота);
- пищевые рефлексy (сосание, глотание, секреция пищеварительных желез);
- сердечно-сосудистые рефлексy, регулирующие деятельность сердца и кровеносных сосудов;

➤ рефлекторные центры дыхания (центр вдоха – инспираторный и центр выдоха – экспираторный, обеспечивающие автоматическую вентиляцию легких);

➤ вестибулярные центры, обеспечивающие удержание позы тела вопреки земному притяжению.

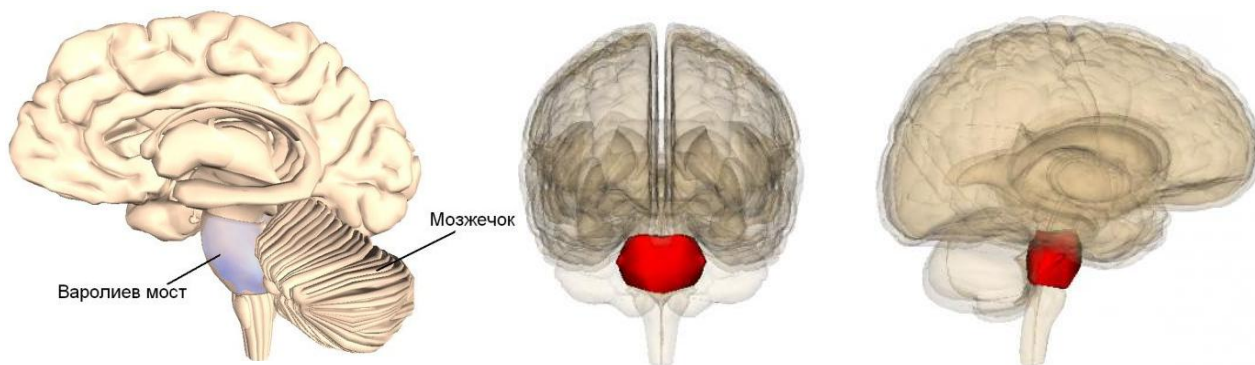
Помимо рефлекторной функции продолговатый мозг выполняет проводниковую функцию. Через продолговатый мозг проходят проводящие пути, соединяющие двусторонней связью кору, промежуточный, средний мозг, мозжечок и спинной мозг.

### 3.3.2.3. Функции заднего мозга

В состав *заднего мозга* входят *варолиев мост* и *мозжечок*. Полость у заднего мозга общая с продолговатым мозгом и называется *четвертым желудочком*. Серое вещество в заднем мозге разбито на отдельные скопления – ядра.

**Варолиев мост (мост)** располагается впереди продолговатого мозга (*рис. 149*). Он состоит из серого и белого вещества. Серое вещество представлено отдельными ядрами. В них находятся центры, связанные с движением глазных яблок, рефлекторным морганием, мимикой. Нервные пути, составляющие основную массу белого вещества моста, связывают полушария мозжечка и спинной мозг с другими отделами головного мозга. Через мост проходят в кору слуховые пути.

Функции моста связаны с ядрами черепно-мозговых нервов. Мост вместе с продолговатым мозгом регулирует двигательные акты, мышечный тонус, равновесие тела, моторику кишечника, мочеиспускание и др.



*Рис. 149. Варолиев мост головного мозга*

**Мозжечок** представляет собой образование, расположенное позади больших полушарий мозга над продолговатым мозгом и варолиевым мостом (*рис. 150*). Он участвует в поддержании равновесия



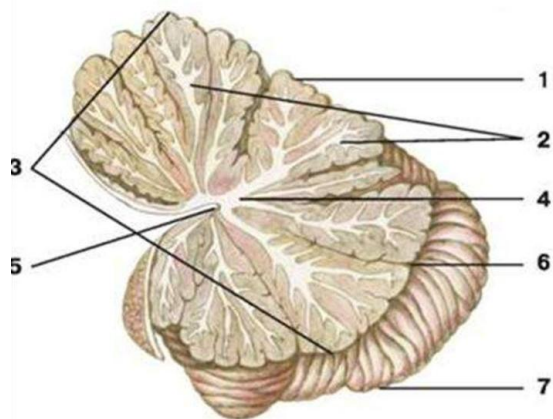
тела, мышечного тонуса и координации движений. Кроме того, мозжечок влияет на сердечно-сосудистую систему, дыхание, пищеварительный тракт и терморегуляцию (т. е. на возбудимость вегетативных нервных центров).

Мозжечок включает в себя среднюю часть – *червячок*, по бокам которого расположены *два полушария* и *две боковые доли*. Червячок связан в основном со спинным мозгом и вестибулярным аппаратом, тогда как полушария в основном получают информацию от мышечных и суставных рецепторов, от зрительных и слуховых анализаторов, а также из коры больших полушарий. Верхняя поверхность полушарий мозжечка представляет собой серое вещество – это *кора мозжечка*. В сером веществе различают 3 слоя: *поверхностный*, или *молекулярный*; *слой клеток Пуркинье* и *внутренний слой – гранулярный*. Белое вещество мозжечка состоит из восходящих и нисходящих путей, которые образуют 3 пары *ножек мозжечка*: нижние, средние и верхние, соединяющие его с другими отделами ЦНС. В белом веществе также находятся отдельные скопления серого вещества – *ядра мозжечка*.

Мозжечок разделяют на 3 продольные зоны:

- 1) *внутреннюю* – кору червячка, участвующую в поддержании тонуса скелетных мышц, позы и равновесия тела;
- 2) *промежуточную* – среднюю часть коры полушарий мозжечка, контролирующую позы и движения;
- 3) *боковую кору полушарий мозжечка*, которая участвует в программировании быстрых движений.

При поражении мозжечка человек не может стоять с закрытыми глазами, конечности дрожат, точность движений нарушена, речь делается невнятной.



*Рис. 150. Мозжечок (вертикальный разрез):*

*1 – верхняя поверхность полушария мозжечка; 2 – белые пластинки; 3 – червь; 4 – белое вещество; 5 – шатер; 6 – горизонтальная щель; 7 – нижняя поверхность полушария мозжечка*

### 3.3.2.4. Функции среднего мозга

**Средний мозг** представляет собой небольшую структуру, через которую проходят все восходящие пути, передающие импульсы к таламусу, большим полушариям и мозжечку, а также нисходящие пути, проводящие импульсы к продолговатому и спинному мозгу. Восходящие пути регулируют кожную и мышечную чувствительность. В среднем мозге также расположены нейроны ретикулярной формации.

Средний мозг поддерживает тонус мышц, отвечает за ориентировочные, сторожевые и оборонительные рефлексы на зрительные и звуковые раздражители.

Средний мозг расположен между мостом сзади и промежуточным мозгом спереди. К среднему мозгу относятся *ножки мозга* и *четверохолмие* (рис. 151).

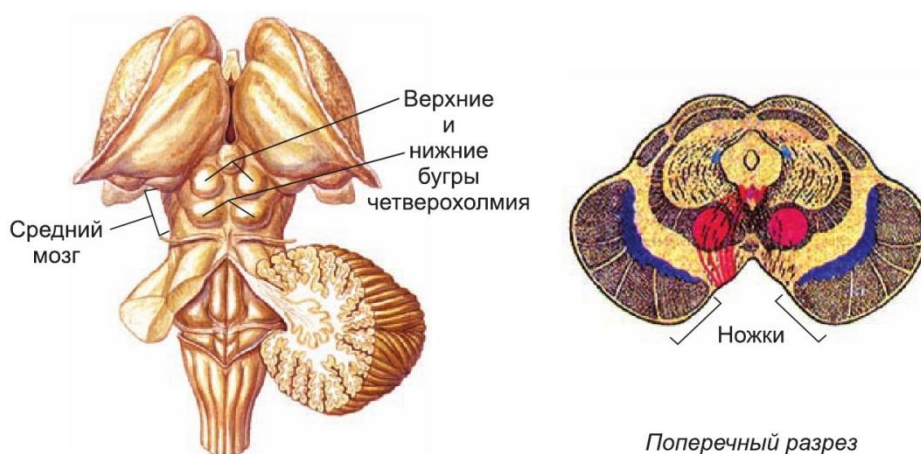


Рис. 151. Средний мозг

В состав среднего мозга входят следующие скопления нервных клеток:

1) *черная субстанция* – регулирует тонус мышц, акты жевания и глотания. Она участвует в сложной координации движений пальцев рук, регуляции точных целенаправленных движений (письмо, шитье), а также согласовании актов дыхания с глотательными движениями;

2) *четверохолмие* – регулирует движение глаз, участвует в реакциях ориентировочного слухового рефлекса. В верхних и нижних буграх четверохолмия замыкаются простейшие зрительные рефлексы и осуществляется их взаимодействие (движение ушей, глаз, поворот в сторону раздражителя). В ядрах четверохолмия замыкается так называемый сторожевой рефлекс, который обеспечивает реакцию орга-

низма на действие неожиданного раздражителя. При участии передних бугров четверохолмия осуществляются реакции на внезапные световые раздражители. Задние бугры осуществляют звуковые ориентировочные рефлексы – поворот ушей, головы, туловища на неожиданный звук. Важной особенностью сторожевого рефлекса является перераспределение мышечного тонуса;

3) *красное ядро* – регулирует тонус скелетных мышц. Оно получает коллатерали от пирамидных нейронов коры больших полушарий, подкорковых двигательных ядер и мозжечка и посылает аксоны по нисходящему руброспинальному тракту в мотонейроны спинного мозга, осуществляя перераспределение мышечного тонуса для обеспечения их координации в поддержании определенной позы тела;

4) *ядра III и IV пары черепно-мозговых нервов* (глазодвигательного и блокового).

### **3.3.2.5. Функциональная и структурная организация промежуточного мозга**

*Промежуточный мозг* расположен выше среднего мозга и состоит из *таламической области* и *гипоталамуса* (рис. 152).

В таламическую область входят:

1) *таламус (зрительные бугры)* – крупное парное образование серого вещества яйцевидной формы, объединяющее до 120 ядер серого вещества, делящихся по выполняемым функциям на *специфические, ассоциативные* и *неспецифические*. *Специфические ядра* проводят в кору мозга зрительные и слуховые сигналы; обеспечивают обработку информации, поступающей от красного ядра, лимбической системы и мозжечка; связаны с ретикулярной формацией. *Ассоциативные ядра* участвуют в формировании сигналов, передающихся в лобную, теменную и височную доли мозга, способствующие осуществлению психических процессов (узнавание предметов, согласование речевых, зрительных и двигательных функций). *Неспецифические ядра* состоят из нейронов, к которым поступают сигналы от других ядер таламуса, лимбической системы, гипоталамуса, ствола мозга, обеспечивая координацию работы различных областей коры и других отделов мозга. Таламус является центром всех видов чувствительности (болевой, температурной, мышечной). Из зрительных бугров информация поступает в кору больших полушарий головного мозга;

2) *эпиталамус (эпифиз)* – надбугорная область, представляет собой обонятельный центр и служит местом расположения железы внутренней секреции – эпифиза. Эпифиз сдерживает половое созревание, участвует в процессах сна и бодрствования, в восприятии обонятельных раздражений. Эпифиз участвует в формировании верхней стенки третьего желудочка;

3) *метаталамус (коленчатые тела)* – забугорная область, состоящая из внутренних и наружных коленчатых тел. Коленчатые тела участвуют в регуляции слуха и зрения.

*Гипоталамус (подбугорье)* – располагается снизу от таламуса и содержит около 32 ядер. Он связан нервными путями с таламусом, корой больших полушарий, ретикулярной формацией ствола, координирует функции соматической, вегетативной систем и эндокринного аппарата, обеспечивая гомеостаз организма. В нем располагаются центры голода и насыщения, регуляции температуры тела, поведенческих реакций, сна и пробуждения, нейроны центра регуляции кровообращения. Гипоталамус влияет на водный обмен и половое поведение. Гипоталамус находится в тесной связи с гипофизом, образуя гипоталамо-гипофизарную систему, обеспечивающую единую нейрогуморальную регуляцию организма. В ядрах гипоталамуса образуются нейросекреты – *либерины* и *статины*, которые по аксонам нейросекреторных клеток поступают в кровеносные сосуды и с кровью приносятся в переднюю и среднюю доли гипофиза, влияя на функции всех желез внутренней секреции. Нейроны ядер гипоталамуса также продуцируют *окситоцин* и *вазопрессин (антидиуретический гормон)*, которые по их аксонам поступают в кровь и затем в переднюю долю гипофиза. Гипоталамус также имеет большое значение для эмоциональных и поведенческих реакций.

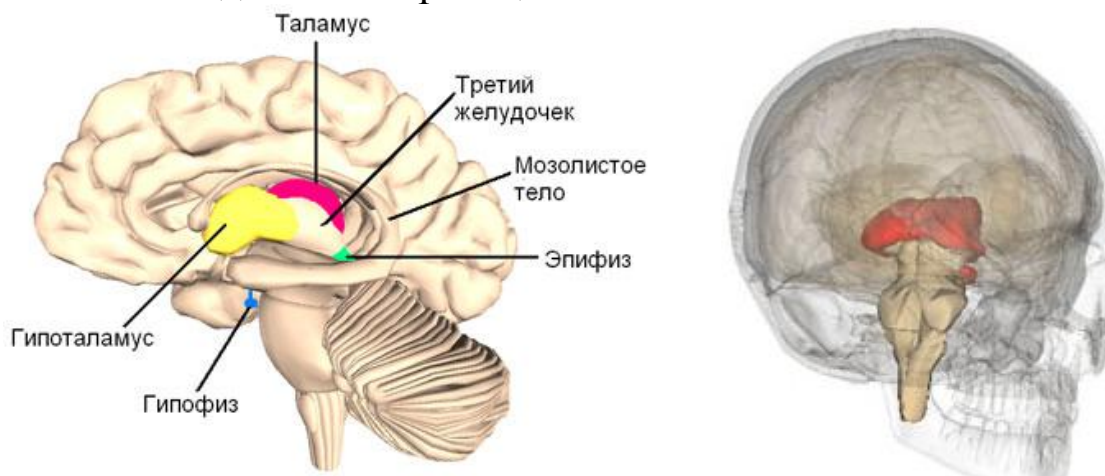


Рис. 152. Промежуточный мозг

### 3.3.2.6. Функциональная и структурная организация конечного мозга. Лимбическая система и ретикулярная формация

*Конечный мозг* включает *большие полушария* и расположенные внутри них *подкорковые*, или *парные базальные узлы (ганглии)*: *бледный шар, полосатое тело, ограда* (рис. 153). Полосатое тело включает *хвостовое ядро* и *скорлупу*. Базальные ганглии являются промежуточным звеном, связывающим ассоциативную и сенсорную кору с двигательной корой. При нарушении функций бледного шара нарушаются двигательные функции. При поражении полосатого тела понижается мышечный тонус и появляются избыточные произвольные движения. Подкорковые ядра участвуют в осуществлении пищевых, половых и других рефлексов.

Конечный мозг состоит из *правого и левого полушария* и соединяющих их волокон, образующих *мозолистое тело*. В больших полушариях выделяют 3 поверхности – выпуклую, плоскую и нижнюю, имеющую сложный рельеф.

Большие полушария регулируют высшие нервные функции, лежащие в основе всех психических процессов человека. Высшие функции нервной системы обеспечиваются деятельностью коры головного мозга, отвечающей за формирование условно-рефлекторных реакций. Под корой располагается белое вещество, состоящее из нервных волокон, которые связывают между собой различные участки полушарий.

Отдельные области коры имеют разное функциональное значение (рис. 153).

Различают 3 типа корковых областей: *сенсорные, моторные и ассоциативные*, – объединенных в 3 группы полей: *первичные, вторичные и третичные*:

➤ К *первичным полям* относятся *зрительная сенсорная зона; слуховая зона; зона вкусовых ощущений; соматосенсорная зона*, анализирующая нервные импульсы с рецепторов мышц, суставов, сухожилий и кожи; *моторная зона*, раздражение которой вызывает двигательные реакции. Первичные поля обеспечивают восприятие ощущений.

➤ Ко *вторичным полям* относятся *ассоциативные области*. Нейроны этих зон обладают большими способностями к обучению. С ними связано осмысливание и узнавание сигналов.

➤ Третичные поля включают ассоциативные области коры головного мозга, обеспечивающие высшие формы анализа и синтеза, формирование целенаправленной поведенческой деятельности человека. Они включают кору *теменно-височно-затылочных и префронтальной лобных областей*, обеспечивающих работу обоих полушарий головного мозга.

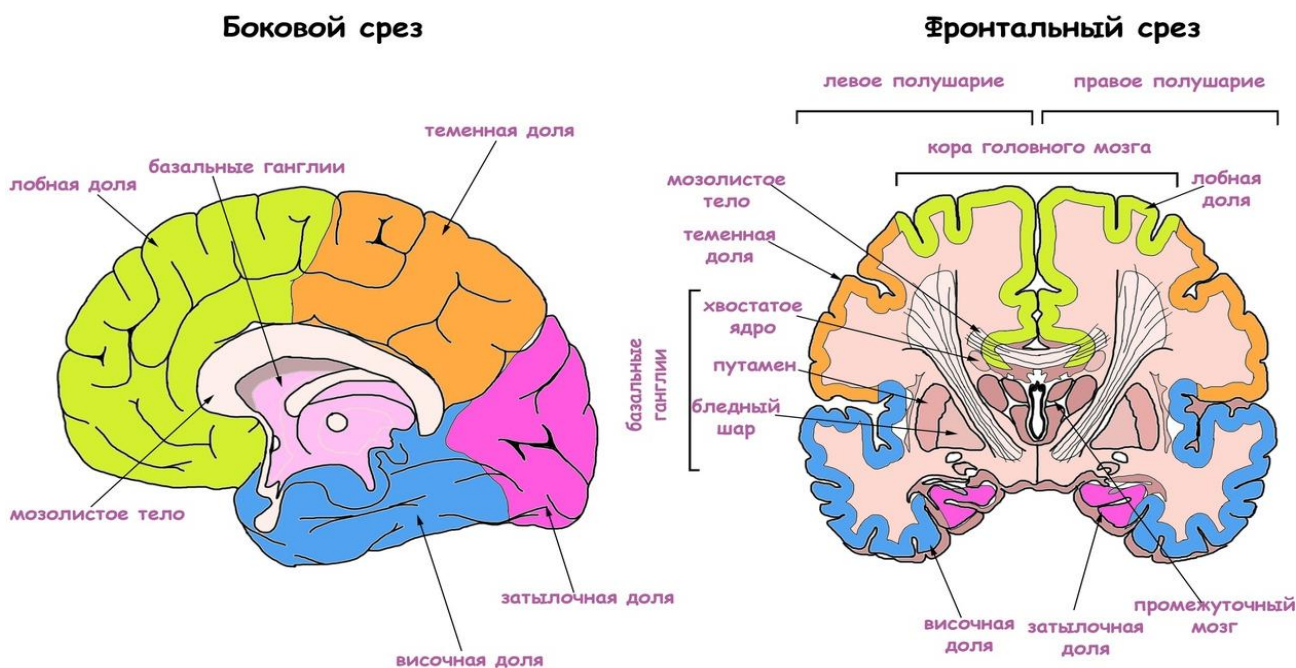
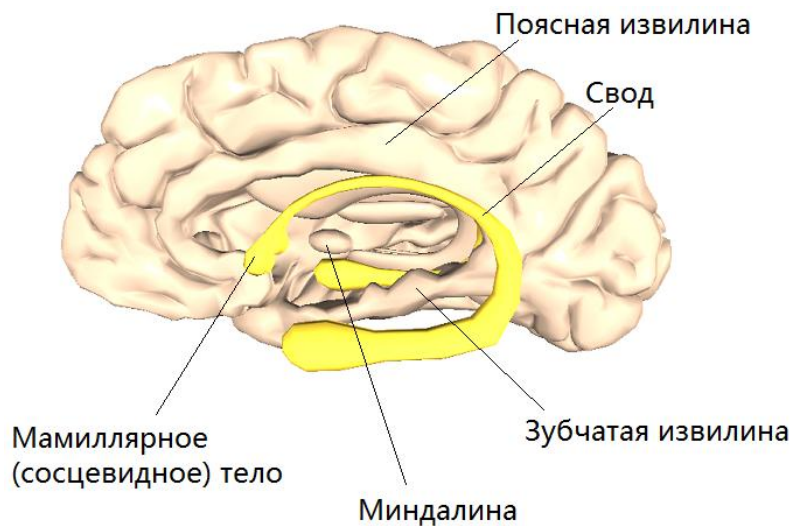


Рис. 153. Конечный (передний) мозг

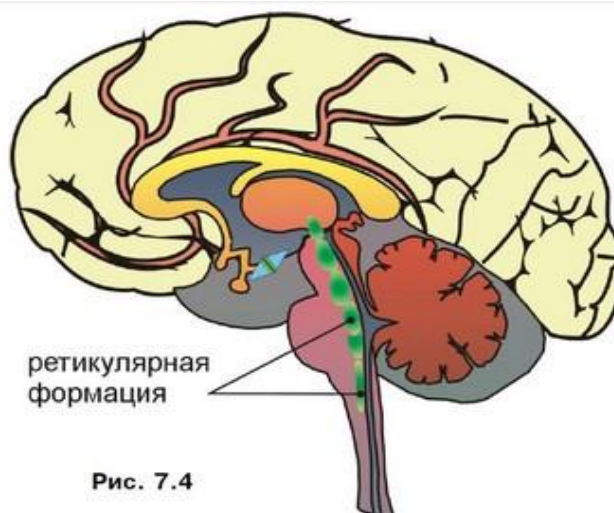
**Лимбическая система** представляет собой объединение структур, расположенных на внутренней поверхности больших полушарий: *гиппокамп, поясная извилина, зубчатая извилина, миндалевидное тело* и др. (рис. 154). Гиппокамп и поясная извилина являются центральными структурами лимбической системы. Гиппокамп играет важную роль в агрессивности и мотивации, а также в процессе обучения, в частности в формировании декларативной памяти – такой ее формы, которая доступна для произвольного, сознательного воспроизведения.

Лимбическая система связана с различными зонами коры больших полушарий и играет основную роль в передаче к коре различных раздражений. Лимбическая система обеспечивает приспособление организма к внешней среде. Она регулирует висцеральные функции, формирование эмоций, участвует в процессах памяти и обучения, сна и бодрствования.



*Рис. 154. Лимбическая система*

**Ретикулярная формация** расположена в центральной части всех отделов ствола мозга (*рис. 155*). Она представляет собой скопление нейронов, волокна которых переплетаются и образуют сеть. В ретикулярной формации выделяют 48 ядер, являющихся центрами регуляции дыхания, кровообращения и пищеварения. Они контролируют слюноотделение, глотание, жевание, желудочную секрецию, рвоту, чихание, кашель. Импульсы из ретикулярной формации поступают к коре больших полушарий и стимулируют или тормозят ее деятельность.



*Рис. 155. Ретикулярная формация*

## **Контрольные вопросы по теме «Физиология центральной нервной системы»**

1. Дайте общую характеристику центральной нервной системы. На какие отделы она подразделяется?
2. Общая характеристика и клеточный состав нервной ткани. Строение и функции нейроглии.
3. Структура и функции нейронов.
4. Межнейронные синапсы и их особенности.
5. Виды химических межнейронных синапсов и их характеристика.
6. Каковы морфологические и функциональные различия между возбуждающими и тормозящими синапсами?
7. Виды торможения в межнейронных синапсах.
8. Каким образом осуществляются пресинаптическое и постсинаптическое торможения?
9. Понятие о рефлексе и рефлекторной деятельности центральной нервной системы.
10. Рефлекторная дуга, ее элементы и виды.
11. Понятие о рецептивном поле рефлекса и времени рефлекса.
12. Понятие о нервном центре.
13. Свойства нервных центров и их характеристика.
14. Структура и функции спинного мозга.
15. Функции продолговатого мозга и моста.
16. Какие функции выполняет мозжечок?
17. Какие функции выполняет средний мозг?
18. Функциональная и структурная организация промежуточного мозга.
19. Функциональная и структурная организация конечного мозга.
20. Области коры больших полушарий и их функциональное значение.
21. Лимбическая система и ее роль.
22. Ретикулярная формация и ее функциональное значение.



### 3.4. ФИЗИОЛОГИЯ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

#### 3.4.1. Локализация функций в коре больших полушарий

**Высшая нервная деятельность (ВНД)** – это психическая деятельность, обеспечивающая рефлекторную регуляцию взаимоотношений человека с окружающей средой.

ВНД обеспечивает индивидуальное поведенческое приспособление человека к изменяющимся условиям окружающей и внутренней среды, носит рефлекторный характер, осуществляется безусловными и условными рефлексами.

В осуществлении многих рефлексов участвует кора головного мозга, которая разделена на зоны, отвечающие за определенные функции (рис. 156).

Кора головного мозга состоит из 3 зон:

1. **Сенсорные зоны** – представляют собой области, в которые поступает информация от различных рецептивных полей организма и где осуществляется высший ее анализ. Каждая сенсорная зона обрабатывает информацию от рецептивного поля какого-то одного или нескольких анализаторов (зрительного, слухового, кожного и т. д.). Удаление или повреждение этих зон сопровождается потерей человеком определенных видов чувствительности. В коре головного мозга человека выделяют следующие сенсорные зоны:

1) *соматосенсорные зоны* – обрабатывают информацию от кожных рецепторов, рецепторов опорно-двигательного аппарата, внутренних органов и сосудов;

2) *зрительную зону* – отвечает за зрительные ощущения;

3) *слуховую зону* – обрабатывает информацию от рецепторов органов слуха;

4) *вкусовую зону* – обрабатывает информацию от вкусового анализатора;

5) *обонятельную зону* – обрабатывает информацию от обонятельного анализатора;

2. **Моторные зоны** – принимают участие в регуляции и осуществлении различных двигательных актов организма;

3. **Ассоциативные зоны** – участвуют в сложном комплексном анализе информации, поступающей от рецептивных полей различных анализаторов. Эти зоны отвечают за узнавание, понимание речи, познание процессов и закономерностей, целенаправленное действие.

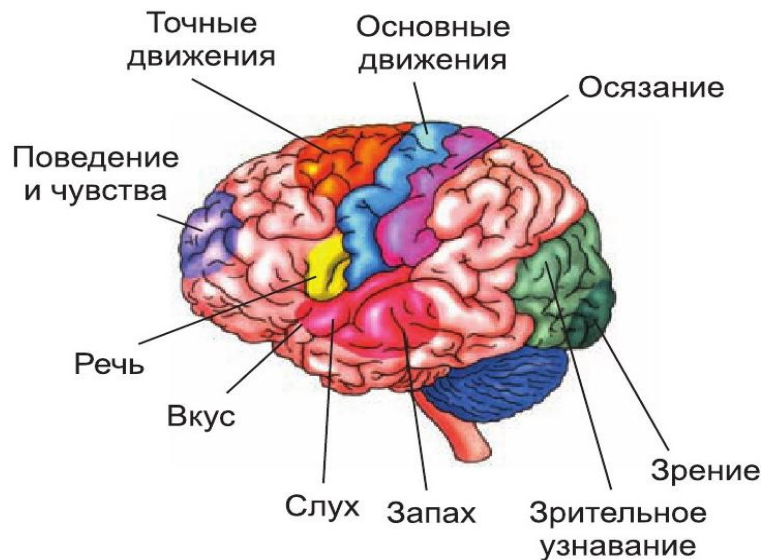


Рис. 156. Локализация функций в коре больших полушарий

### 3.4.2. Безусловные рефлексы и их классификация

**Безусловные рефлексы** – это врожденные ответные реакции организма на раздражение.

*Свойства безусловных рефлексов (табл. 11):*

- 1) они являются врожденными, т. е. наследуются;
- 2) для их возникновения необходимо действие специфического раздражителя (например при механическом раздражении губ – сосательный рефлекс у новорожденного);
- 3) у них имеется постоянное рецептивное поле (зона восприятия специфического раздражителя);
- 4) они имеют постоянную рефлекторную дугу, готовую к моменту рождения.

И.П. Павлов все безусловные рефлексы разделял на 3 вида:

- 1) *простые* (сосательный рефлекс);
- 2) *сложные* (рефлекс потоотделения);
- 3) *сложнейшие* (пищевой, оборонительный, половой и ориентировочный рефлексы).

В настоящее время все безусловные рефлексы в зависимости от их значения делят на 3 группы:

- 1) *витальные (жизненно важные)* – они обеспечивают сохранение индивида (пищевые, оборонительные, ориентировочные рефлексы и др.);
- 2) *ролевые* – обеспечивают соответствующее положение в среде себе подобных. Эти рефлексы лежат в основе полового, группового или родительского поведения (социальные потребности человека);

3) *безусловные рефлексы саморазвития* – не нужны для индивида в данный момент, они обеспечивают его будущие потребности.

Все виды безусловных рефлексов являются движущей силой различных форм человеческого поведения и обеспечивают поддержание жизнедеятельности в условиях окружающей среды.

Безусловные рефлексы стойкие, мало изменчивые и сохраняются в течение всей жизни организма. Они осуществляются без участия коры головного мозга, но находятся под контролем коры. Сложнейшие безусловные рефлексы и инстинкты осуществляются врожденными рефлекторными связями и в подкорке и коре.

К безусловным рефлексам относятся *инстинкты*.

**Инстинкты** – это комплекс безусловно-рефлекторных реакций, которые обеспечивают такую последовательность действий, которая характерна всем представителям данного вида в конкретной ситуации (например инстинкт самосохранения). Инстинкты связаны с продолжением и сохранением вида.

Таблица 11

### Сравнение безусловных и условных рефлексов

Признаки сравнения	Безусловные рефлексы	Условные рефлексы
Передача по наследству	Врожденные	Приобретенные организмом в течение жизни, по наследству не передаются
Видовая специфичность	Видовые	Индивидуальные
Раздражитель	Осуществляются в ответ на безусловный раздражитель	Осуществляются в ответ на любое воспринимаемое организмом раздражение; формируются на безусловных рефлексах
Значение в жизни	Жизнь без них невозможна	Способствуют выживанию организма в постоянно меняющихся условиях среды
Длительность существования рефлекторной дуги	Имеют готовые и постоянные рефлекторные дуги	Рефлекторные дуги временны и формируются при определенных условиях
Центры рефлексов	Осуществляются на уровне спинного мозга, ствола мозга и подкорковых ядер	Рефлекторные дуги проходят через кору полушарий большого мозга

### 3.4.3. Условные рефлексы, их классификация и механизм образования

**Условные рефлексы** – это индивидуально приобретенные в процессе жизнедеятельности реакции организма на раздражение.

*Свойства условных рефлексов (табл. 11):*

- 1) формируются в течение всей жизни в результате взаимодействия организма человека с внешней средой;
- 2) не отличаются постоянством и без подкрепления могут исчезать;
- 3) не имеют постоянного рецептивного поля;
- 4) не имеют постоянной рефлекторной дуги (дуги условных рефлексов формируются в течение жизни с образованием временных связей);
- 5) для их возникновения не требуется действие специфического раздражителя.

Условные рефлексы осуществляются корой головного мозга с участием подкорковых образований. Пример условного рефлекса – выработка слюноотделения у собаки на свет или звонок (рис. 157).

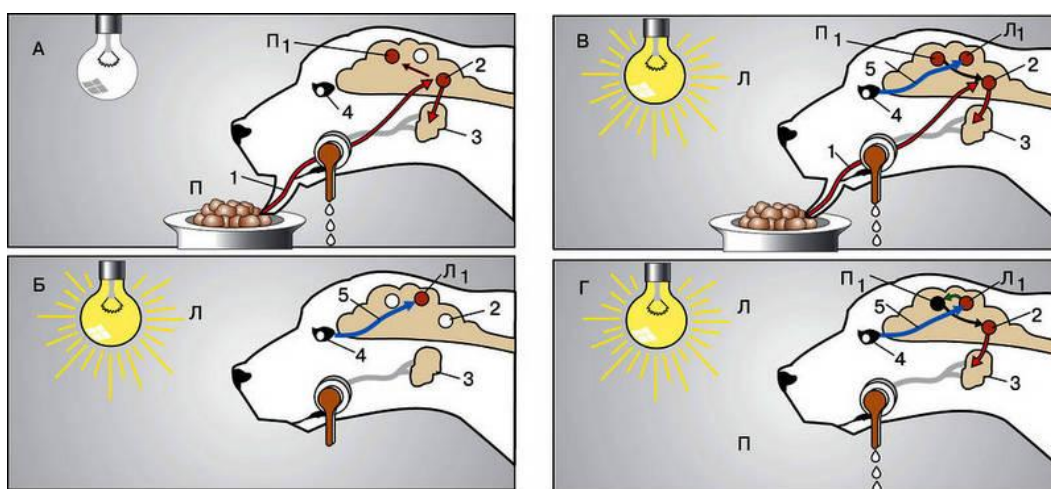


Рис. 157. Выработка условного рефлекса по И.П. Павлову:

А – безусловный слюноотделительный рефлекс; Б – ориентировочный рефлекс на свет лампочки; В – выработка условного слюноотделительного рефлекса на свет лампочки; Г – проявление выработанного слюноотделительного рефлекса на свет лампочки: 1 – рецепторы языка; 2 – слюноотделительный центр продолговатого мозга; 3 – слюнная железа; 4 – рецепторы глаза; 5 – зрительные пути; П – пища; П<sub>1</sub> – пищевой центр коры больших полушарий; Л – свет лампочки; Л<sub>1</sub> – зрительная зона коры больших полушарий, воспринимающая свет лампочки

Условные рефлексы позволяют приспособиться к будущему, пока еще не наступившему событию (например, вид, запах пищи вызывает у человека слюноотделительный рефлекс и выделение пищеварительных соков).

Условные рефлексы составляют основу навыков, привычек, обучения и воспитания, развития речи и мышления, трудовой, общественной и творческой деятельности.

Основой образования условных рефлексов является установление временных связей в коре головного мозга между нервными центрами безусловного рефлекса и условного раздражителя.

Условные рефлексы образуются только при определенном сочетании свойств раздражителя и внешних условий. Для выработки условного рефлекса используется сочетание индифферентного (условного) раздражителя и безусловного. *Условным* называется такой раздражитель, который в естественных условиях не может вызвать данную рефлекторную реакцию, а *безусловным* – специфический раздражитель, который всегда вызывает возникновение этого рефлекса.

Для выработки условных рефлексов необходимы следующие условия:

1) действие условного раздражителя должно предшествовать воздействию безусловного;

2) необходимо многократное сочетание условного и безусловного раздражителей;

3) условный и безусловный раздражители должны иметь сверхпороговую силу;

4) в момент выработки условного рефлекса должны отсутствовать посторонние внешние раздражения;

5) ЦНС должна быть в нормальном функциональном состоянии. Существует несколько *классификаций условных рефлексов*.

В зависимости от возникающего поведения условные рефлексы делятся на 2 вида:

1) *классические* – это такие рефлексы, которые вырабатываются при соблюдении перечисленных условий (например слюноотделение, выработанное на звонок);

2) *инструментальные* – это рефлексы, способствующие достижению или избеганию раздражителя (например, при звонке, предшествующем пище, собака виляет хвостом, облизывается, тянется к чашке; при включении звонка, предшествующего болевому раздражению, собака совершает комплекс движений, чтобы освободиться от электродов).

По типу рецепторов выделяют 2 вида условных рефлексов:

1) *экстерорецептивные* – возникают в ответ на раздражение внешних рецепторов и служат для связи организма с внешней средой;

2) *интерорецептивные* – возникают в ответ на раздражение рецепторов внутренней среды и служат для поддержания постоянства внутренней среды.

По эфферентному звену рефлекторной дуги выделяют 2 вида условных рефлексов:

1) *двигательные* – примером является отдергивание лапы собакой на звук метронома, если он предшествует болевому раздражению лапы;

2) *вегетативные* – примером является слюноотделение на звонок у собаки.

Отдельно выделяют *условные рефлексы высших порядков*. Это условные рефлексы, которые вырабатываются при подкреплении одного условного раздражителя другим. Например, на сочетание зажигания лампы с дачей пищи вырабатывается условный слюноотделительный рефлекс *I порядка*. Если после этого подкреплять звонок зажиганием лампы, то выработается слюноотделение на звонок. Это будет рефлексом *II порядка*. У собаки можно выработать условные рефлексы лишь *IV порядка*, а у человека – до *XX порядка*. Условные рефлексы высших порядков нестойкие и быстро угасают.

Основная роль в формировании условных рефлексов принадлежит коре. При их выработке от периферических рецепторов, воспринимающих условный и безусловный раздражители, нервные импульсы по восходящим путям поступают в подкорковые центры, а затем в те зоны коры, где находится представительство данных рецепторов. В нейронах этих 2 участков коры возникают биопотенциалы, которые совпадают по времени, частоте и фазе. В результате циркуляции нервных импульсов и активации синаптических связей, расположенных между нейронами определенных зон коры, возникает условно-рефлекторная временная связь.

#### 3.4.4. Виды торможения условных рефлексов

Существует 2 вида торможения условных рефлексов (*рис. 158*):

1. *Безусловное (внешнее) торможение* – это ослабление или прекращение условно-рефлекторных реакций в результате действия посторонних раздражителей, поступающих из внешней или внутрен-

ней среды (рис. 159). Безусловным это раздражение называется потому, что является врожденным и не требует выработки. Существует 2 разновидности безусловного торможения:

1) **внешний тормоз** – он делится в свою очередь:

➤ на **постоянный тормоз** – это такие посторонние стимулы, которые всегда вызывают торможение условных рефлексов (например боль);

➤ **гаснущий тормоз** – это такие стимулы, тормозящий эффект которых с течением времени начинает уменьшаться (например, если во время слюноотделения на звонок появляется другой звук, то у собаки возникает ориентировочный рефлекс, поэтому слюноотделение тормозится. Однако спустя некоторое время ориентировочная реакция исчезает, а слюноотделение продолжается);

2) **запредельное торможение** – развивается при действии очень сильных раздражителей или длительном воздействии умеренных стимулов. При этом возникающее возбуждение нейронов коры превышает предел их работоспособности и нейроны временно выключаются для восстановления возбудимости и работоспособности. Поэтому данный вид торможения еще называют **охранительным** (например, у некоторых людей сильные эмоции вызывают состояние заторможенности).

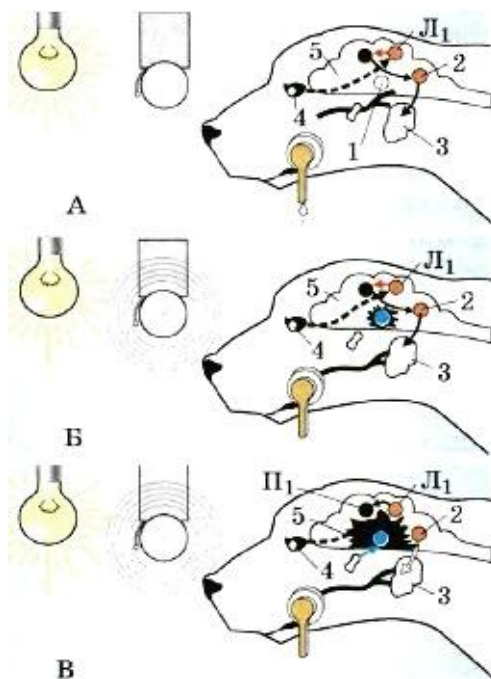


Рис. 158. Виды торможения условных рефлексов

2. **Условное (внутреннее) торможение** – это торможение условных рефлексов, возникающее в результате выработки. Существуют следующие виды условного торможения:

1) **угасательное торможение** – возникает в том случае, если после выработки условного рефлекса прекратить подкрепление условного раздражителя безусловным. Через некоторое время реакция

на условный раздражитель исчезнет. Значение угасательного торможения заключается в выключении условных рефлексов, потерявших свое значение. Условно-рефлекторная связь не разрывается, а только тормозится;



*Рис. 159. Схема безусловного торможения условного рефлекса:*

*А – проявление условного рефлекса; Б – возникновение сильного возбуждения в слуховой зоне коры полушарий большого мозга; В – торможение условного слюноотделительного рефлекса: 1 – слуховая область коры; 2 – слюноотделительный центр головного мозга; 3 – слюнная железа; 4 – рецепторы глаза; 5 – зрительные нервы; П<sub>1</sub> – пищевой центр коры больших полушарий мозга; Л<sub>1</sub> – зрительная зона коры полушарий большого мозга*

2) **дифференцированное торможение** – возникает, если на анализаторы действует группа близких по характеру условных раздражителей (например звуки, близкие по частоте). При этом один из них подкрепляется безусловным раздражителем, а остальные нет. Первоначально условный рефлекс будет возникать на все похожие раздражения, а спустя некоторое время только на тот, который подкрепляется. Дифференцировочное торможение обеспечивает выделение нужных сигналов. Однако оно ухудшается при наличии сильных внешних сигналов (например умственная работа в условиях шума);

3) **запаздывательное торможение** – наблюдается в том случае, если постепенно время действия безусловного раздражителя отодвигать от момента включения условного раздражителя. С помощью этого вида торможения рефлекторная реакция сдвигается ближе к моменту подкрепления. Это способствует экономной работе нейронов мозга;



4) **условный тормоз** – возникает тогда, когда условный раздражитель подкрепляется, а его комбинации с другим раздражителем нет. Сначала реакция возникает и на комбинацию двух раздражителей, но затем только на один условный раздражитель. Значение условного тормоза состоит в различении сигналов.

### 3.4.5. Типы высшей нервной деятельности человека. Первая и вторая сигнальные системы

**Тип ВНД** – это совокупность врожденных и приобретенных свойств нервной системы конкретного индивидуума, которые определяют характер взаимодействия организма с внешней средой.

В основу выделения типов нервной системы И.П. Павлов положил 3 свойства нервной системы:

1) **сила возбуждения и торможения** – это способность нейронов коры головного мозга сохранять адекватные реакции на сильные и сверхсильные раздражители. Нервные процессы могут быть *сильными* и *слабыми*;

2) **уравновешенность нервных процессов** – это сбалансированность нервных процессов или преобладание одного над другим. Нервные процессы могут быть *уравновешенными* и *неуравновешенными*;

3) **подвижность возбуждения и торможения** – это скорость перехода процесса возбуждения в торможение и наоборот. Нервные процессы могут быть *подвижными* и *инертными*.

Учитывая эти 3 признака, выделяют 4 типа нервной системы (рис. 160):

1) **сильный безудержный тип** – характеризуется сильными процессами возбуждения и торможения, но неуравновешенный, с резким преобладанием возбуждения над торможением. По темпераменту соответствует *холерику*;

2) **сильный живой тип** – характеризуется сильными нервными процессами, уравновешенностью и быстрой сменой возбуждения торможением и наоборот. Соответствует *сангвинику*;

3) **сильный спокойный тип** – характеризуется сильными уравновешенными процессами возбуждения и торможения, но малой их подвижностью. По темпераменту соответствует *флегматику*;

4) **слабый тип** – характеризуется слабыми нервными процессами с низкой работоспособностью корковых клеток. Слабо развито возбуждение и торможение. Соответствует *меланхолику*.



Рис. 160. Типы высшей нервной деятельности

Типы нервной системы формируются в процессе жизни и могут быть изменены воспитанием.

Из генетически заданных свойств нервных процессов, определенного типа нервной системы, влияния условий жизни и воспитания формируется характер человека.

**Характер** – это совокупность психических черт человека, проявляющихся в его поведении и жизнедеятельности.

Основой характера являются типы нервных процессов, темперамент, доминантность полушарий головного мозга. Важная составная часть характера – волевые качества. Волевому человеку присущи такие черты характера, как *целеустремленность, настойчивость, решительность, выдержанность, дисциплинированность, надежность* и др. По характеру общения люди бывают *открытые, доверчивые, замкнутые, недоверчивые, пасмурные*.

Характер формируется на протяжении многих лет под влиянием социальной среды и воспитания.

Главное отличие высшей нервной деятельности человека от животных – это *мышление* и *речь*, которые появились в результате трудовой деятельности.

**Мышление** – сложнейший вид мозговой деятельности человека в процессе приспособления к новым условиям и решения новых задач. Мышление сводится к образованию представлений, понятий, сведений и умозаключений (рис. 161).

**Речь** – это средство общения между людьми в процессе труда, социальной, духовной и личной жизни. Благодаря слову возникают понятия и представления, способность к логическому мышлению.

Как раздражитель слово вызывает у человека большое количество условных рефлексов. На них базируются обучение, воспитание, выработка трудовых навыков, привычек.



Рис. 161. Схема мышления как психического процесса

На основе речевой функции у людей И.П. Павлов создал учение о первой и второй сигнальных системах (рис. 162).

**Первая сигнальная система** – существует и у человека, и у животных. Эта система, центры которой находятся в коре головного мозга, воспринимает через рецепторы раздражители внешнего мира – предметы или явления. У человека они создают основу для ощущений, восприятий, представлений, впечатлений об окружающей природе и общественной среде, и это составляет базу конкретного мышления.

**Вторая сигнальная система** – существует только у человека. Эта система связана с функцией речи, со словами, слышимым (речь) и видимым (письмо). Человек может отвлекаться от особенностей отдельных предметов и находить в них общие свойства, которые обобщаются в понятиях и объединяются тем или иным словом (например в слове «птицы» обобщены представители различных родов).

Для человека слово – это не только сочетание звуков или изображение букв, но прежде всего форма отображения материальных явлений и предметов окружающего мира в понятиях и мыслях. При помощи слов образуются понятия. Посредством слова передаются сигналы о конкретных раздражителях, и в этом случае слово служит новым раздражителем – сигналом сигналов.

При обобщении различных явлений человек открывает законы. Способность человека к обобщению составляет сущность мышления, которое отличает его от животного.



Рис. 162. Первая и вторая сигнальные системы

Мышление – результат функции всей коры головного мозга.

Вторая сигнальная система возникла в результате совместной трудовой деятельности людей, при которой речь стала средством общения между ними. На этой основе возникло и развивалось дальше словесное мышление.

Головной мозг человека – это одновременно центр мышления и связанный с мышлением центр речи. Речевые функции человека связаны со многими мозговыми структурами. Формирование устной речи связано с лобной долей левого полушария, письменной – с височными и теменными долями.

С учетом особенностей взаимодействия первой и второй сигнальных систем выделяют 2 человеческих типа нервной системы:

1) **художественный тип** – если первая сигнальная система преобладает над второй (писатели, музыканты, художники и др.);

2) **мыслительный тип** – если вторая сигнальная система преобладает над первой (ученые, математики, филологи и др.).

Имеется также средняя группа лиц, у которой преобладание одной системы над другой не выражено.

## Лабораторное занятие 16

### ФИЗИОЛОГИЯ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

**Цель занятия:** ознакомиться с типами высшей нервной деятельности человека и их характерными особенностями; изучить психологическую характеристику типов темперамента, их достоинства и недостатки.

#### 16.1. Темпераменты (типы ВНД) человека и их характеристика

В зависимости от свойств ЦНС (возбудимость, тормозимость, переключаемость, устойчивость, гибкость, изменчивость) выделяют 4 темперамента человека: *сангвиник*, *холерик*, *флегматик*, *меланхолик* (рис. 163). Темперамент дается людям с рождения и не меняется с развитием и ростом.



Рис. 163. Типы высшей нервной деятельности

Темпераменты человека:

**1. Сангвинический психотип (сангвиник)** – характеризуется сильной нервной системой и уравновешенными процессами возбуждения и торможения, стабильная личность. Экстраверт со спокойным темпераментом. Он уравновешен, общителен, практичен, выдержан.

**2. Холерический психотип (холерик)** – характеризуется сильной и подвижной нервной системой, с быстрой сменой процессов торможения и возбуждения. Экстраверт с подвижным темпераментом. Он порывист, энергичен, эмоционален, не сдержан.

**3. Флегматический психотип (флегматик)** – характеризуется сильной нервной системой и медленным переключением между процессами возбуждения и торможения, стабильная личность. Интроверт со спокойным темпераментом. Он вдумчив, миролюбив, надежен, старателен, неразговорчив.

**4. Меланхолический психотип (меланхолик)** – характеризуется слабой и подвижной нервной системой, с преобладанием процессов возбуждения. Интроверт с подвижным темпераментом. Он тревожен, необщителен, замкнут, угрюм.

В *таблицах 12–14* представлены характеристики некоторых свойств личности в зависимости от типа темперамента.

*Таблица 12*

**Виды темперамента и соответствующие им психические свойства человека**

Психические свойства	Вид темперамента			
	Сангвиник	Холерик	Флегматик	Меланхолик
Скорость	Высокая	Очень высокая	Медленная	Средняя
Сила	Средняя	Очень большая	Большая	Большая
Экстраверсия / интроверсия	Экстраверт	Экстраверт	Интроверт	Интроверт
Пластичность / ригидность	Пластичный	Пластичный	Ригидный	Ригидный
Возбудимость	Умеренная	Высокая	Слабая	Высокая
Экспрессия	Умеренная	Повышенная	Пониженная	Повышенная
Устойчивость	Устойчив	Неустойчив	Очень устойчив	Очень неустойчив

*Таблица 13*

**Характеристика некоторых свойств личности**

Свойство личности	Тип темперамента			
	Сангвиник	Холерик	Меланхолик	Флегматик
1	2	3	4	5
Эмоции	Слабые, кратковременные	Слабые, кратковременные	Сильные, длительные	Сильные, длительные
Самооценка	Реальная	Завышенная	Средняя	Заниженная
Коммуникабельность	Умеренная	Высокая	Ниже средней	Низкая

1	2	3	4	5
Отношение к нововведениям	Преимущественно положительное	Положительное	Преимущественно отрицательное	Безразличное
Отношение к порученному делу	Ответственное	Поверхностное	Формальное	Равнодушное
Поведение в сложных ситуациях	Расчетливое	Непредсказуемое	Растерянное	Хладнокровное
Результативность труда	Высокая	Средняя	Умеренная	Средняя
Отношение к критике	Спокойное	Агрессивное	Обидчивое	Безразличное
Подверженность влиянию	Слабая	Умеренная	Высокая	Слабая

Таблица 14

### Темперамент и характер личности

Тип темперамента	Внешние признаки	Особенности речи	Особенности общения
1	2	3	4
Холерический	Подвижные глаза; уголки губ образуют прямую горизонтальную линию; склонны охватывать взглядом все пространство, в котором находятся	Быстрая реакция на заданный вопрос; быстрый темп речи	При разговоре с двумя и более собеседниками поддерживает контакт взглядом со всеми участниками; быстро принимает решения
Сангвинический	Склонны охватывать взглядом все пространство, в котором находятся; уголки губ приподняты вверх	Быстрый темп речи, в разговоре часто переключается с одной темы на другую	При разговоре с двумя и более собеседниками поддерживает контакт взглядом со всеми участниками
Флегматический	Взгляд обращен как бы внутрь себя; уголки губ образуют прямую горизонтальную линию	Медленный темп речи, из-за чего может производиться впечатление тугодума; длинные паузы в разговоре	При разговоре с двумя и более собеседниками поддерживает контакт взглядом только с тем, к кому непосредственно обращается в данный момент

1	2	3	4
Меланхолический	Взгляд обращен как бы внутрь себя; уголки губ опущены вниз	Темп речи средний; речь уверенная	При разговоре с двумя и более собеседниками поддерживает контакт взглядом только с тем, к кому непосредственно обращается в данный момент

## 16.2. Психологическая характеристика типов темперамента

У каждого темперамента есть как положительные, так и отрицательные свойства (табл. 15).


Таблица 15

### Психологическая характеристика типов темперамента – достоинства и недостатки

Тип темперамента	Достоинства	Недостатки
1	2	3
<p><b>ХОЛЕРИК</b> – безудержный, сильный, неуравновешенный, подвижный</p>  <p><b>ХОЛЕРИК</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Решительный, инициативный, прямолинейный;</li> <li>• подвижный и быстрый;</li> <li>• с увлечением берется за дело, работает на подъеме, преодолевая трудности;</li> <li>• почти всегда находчив в споре;</li> <li>• незлопамятен и необидчив;</li> <li>• обладает выразительной мимикой;</li> <li>• речь живая, эмоциональная;</li> <li>• способен быстро принимать решения и действовать;</li> <li>• неустанно стремится к новому;</li> <li>• быстро засыпает и просыпается, крепко спит;</li> <li>• в критической ситуации проявляет решимость и напор;</li> <li>• чувства быстро возникают и ярко проявляются</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Слишком тороплив;</li> <li>• резкие, порывистые движения, неусидчивость, неуравновешенность, склонность к горячности;</li> <li>• не отличается терпением;</li> <li>• в отношениях и общении с людьми может проявлять резкость и прямолинейность;</li> <li>• может провоцировать конфликтные ситуации;</li> <li>• упрям, зачастую капризен;</li> <li>• характерен резкий подъем и быстрый спад деятельности, т. е. работает холерик рывками;</li> <li>• иногда не вникает в суть проблемы, отвлекается;</li> <li>• склонен к рискованным поступкам;</li> <li>• речь быстрая, порой сбивчивая, страстная;</li> </ul>

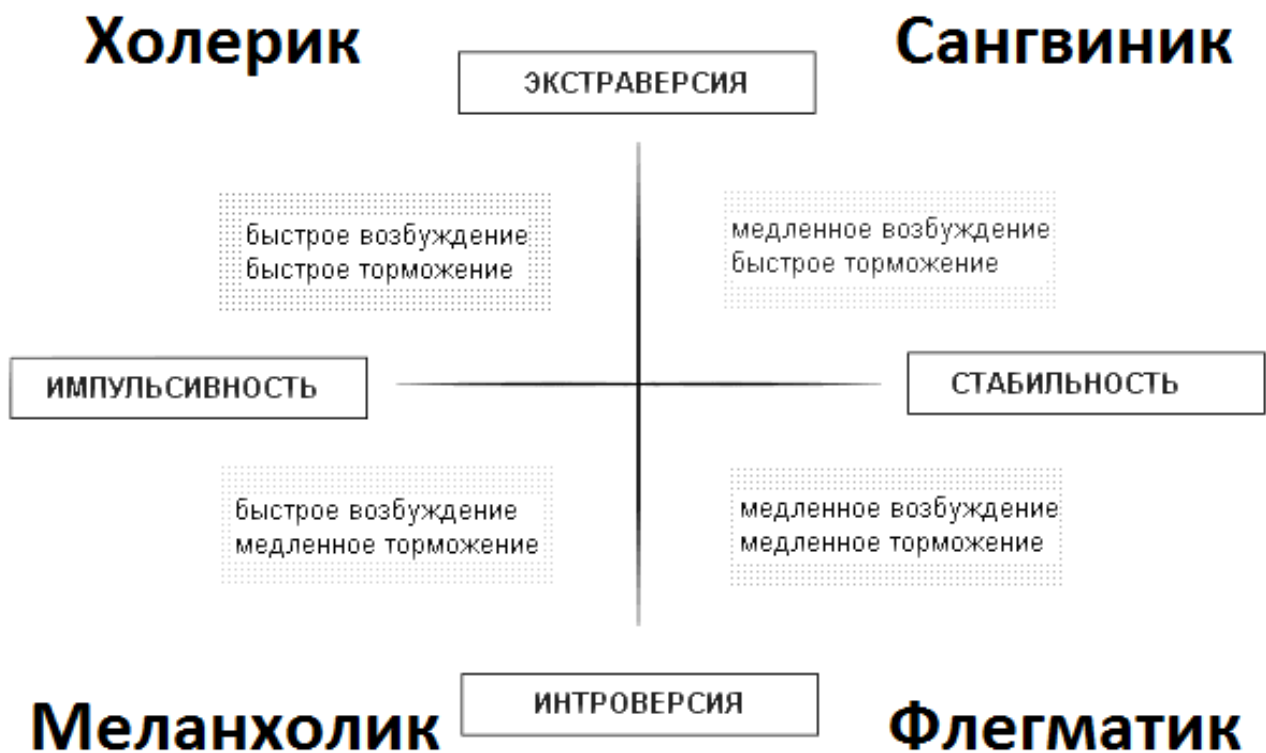


1	2	3
		агрессивен, очень вспыльчив и не выдержан; склонен к резким переменам настроения, нервным срывам; нетерпим к промахам и недостаткам других; обидчив
<p><b>САНГВИНИК</b> – сильный, уравновешенный, подвижный</p> 	<p>Веселый, энергичный, жизнерадостный, отзывчивый; в основном преобладает хорошее настроение; чувства привязанности, враждебности, радости и горя возникают быстро, но они неглубоки; быстро схватывает все новое и интересное; быстро переключается с одного вида деятельности на другой; свои неудачи и неприятности переживает легко; с легкостью приспосабливается к различным обстоятельствам жизни; обладает хорошей работоспособностью и выносливостью; за всякое новое дело берется с энтузиазмом; отличается громкой, торопливой, но отчетливой речью, сопровождающейся активной жестикуляцией и выразительной мимикой; в общении с новыми людьми не испытывает страха и скованности; сохраняет самообладание в стрессовой ситуации; способен аргументированно защитить себя; быстро просыпается и засыпает; проявляет настойчивость в достижении поставленной цели; хороший организатор</p>	<p>Если теряет интерес к начатому делу, то бросает его, не доведя до конца; не любит однообразную работу; склонен переоценивать как себя, так и свои возможности; характерны неустойчивость в интересах и склонностях; поспешен в решениях, не собран; неустойчивое настроение; трудно вырабатываются волевые качества</p>
<p><b>ФЛЕГМАТИК</b> – инертный, сильный, уравновешенный, малоподвижный</p> 	<p>Характерны спокойствие, хладнокровность, рассудительность, осторожность, терпеливость, усидчивость, уравновешенность и выдержка; проявляет последовательность в делах, вследствие чего начатое дело доводится им до конца; настойчив и упорен в достижении своих целей; речь спокойная, размеренная с паузами, без резко выраженных эмоций, без жестов и мимики;</p>	<p>Практически не восприимчив к одобрению и порицанию в свой адрес; слабо реагирует на внешние раздражители, поэтому не может быстро реагировать на новые ситуации; скуп на эмоции; мимика и движения невыразительны и медлительны;</p>

1	2	3
	<p>малоразговорчив;                      способен выполнять однообразную, длительно напряженную работу;                      все рассчитывает и не тратит силы попусту;                      в работе придерживается системности; склонен придерживаться привычного распорядка жизни;                      с легкостью соблюдает режим;                      обладает хорошей выдержкой;                      незлопамятный;                      характерно постоянство в отношениях и интересах;                      любит порядок и аккуратность во всем;                      разум преобладает над чувством;                      хорошо контактирует с людьми других темпераментов;                      обладает хорошей памятью;                      флегматики – надежные люди, которых сложно вывести из себя;                      чувства глубоки, но тщательно скрыты от посторонних глаз</p>	<p>занудный;                      в работу включается медленно и так же медленно переключается с одного дела на другое;                      с трудом адаптируется в новой обстановке и медленно сходится с новыми людьми;                      ненаходчив</p>
<p><b>МЕЛАНХОЛИК</b> – слабый, неуравновешенный, малоподвижный</p>  <p><b>МЕЛАНХОЛИК</b></p>	<p>Характерна повышенная чувствительность;                      способен воспринимать одобрения и порицания;                      предъявляет высокие требования и к себе, и к окружающим людям;                      хорошо чувствует других людей;                      сдержан и тактичен;                      эмоциональные состояния и чувства отличаются глубиной, длительностью и большой силой;                      свойственны постоянство, острая восприимчивость к внешним воздействиям;                      в привычной и спокойной обстановке работает очень продуктивно</p>	<p>Высокая эмоциональная чувствительность;                      тяжело переносит огорчения, обиды и неудачи;                      свои мысли и переживания держит в себе;                      очень застенчив, стеснитель, раним, скрытен, нерешителен, не уверен в себе и своих силах;                      всегда пессимистично настроен, редко смеется;                      при малейшей неудаче испытывает чувство подавленности;                      в незнакомой обстановке теряется;                      смущается при контакте с новыми людьми;                      долго адаптируется в новом коллективе;                      имеет маленький круг близких людей;                      склонность к одиночеству, депрессиям, подозрительности, замыкается и уходит в себя;                      быстро утомляется;</p>

1	2	3
		слабая тихая речь, впечатлительность, чрезмерная обидчивость и плаксивость; при неблагоприятных условиях замкнут, боязлив, тревожен; на кануне важных событий всегда очень переживает и волнуется

## ПСИХОТИПЫ: Темперамент



## **Контрольные вопросы по теме «Физиология высшей нервной деятельности»**

1. Понятие о высшей нервной деятельности.
2. Локализация функций в коре больших полушарий.
3. Безусловные рефлексy и их классификация.
4. Понятие об инстинкте.
5. Условные рефлексy и их классификация.
6. Каковы основные условия образования условных рефлексов?
7. Что такое торможение условных рефлексов и в чем оно проявляется?
8. Что такое внешнее торможение?
9. Что такое внутреннее торможение?
10. Какие виды внешнего торможения вы знаете?
11. Какие виды внутреннего торможения вы знаете?
12. Какие критерии легли в основу определения типов высшей нервной деятельности?
13. Какие вы знаете типы высшей нервной деятельности человека?
14. В чем заключается главное отличие высшей нервной деятельности человека от животных?
15. Что называется первой сигнальной системой?
16. Что называется второй сигнальной системой?
17. Какие выделяют типы нервной системы с учетом особенностей взаимодействия первой и второй сигнальных систем?

## ТЕСТ «ФИЗИОЛОГИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ И ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ»

### 1. К центральной нервной системе относятся:

- а) головной мозг, периферические нервные узлы;
- б) головной мозг, спинной мозг;
- в) нервные узлы, стволы и окончания;
- г) спинной мозг.

### 2. Центральный отдел нервной системы включает в себя:

- а) симпатические нервы;
- б) спинной мозг;
- в) черепномозговые нервы;
- г) спинномозговые нервы.

### 3. В центральный отдел нервной системы включаются:

- а) головной мозг;
- б) черепномозговые нервы;
- в) спинномозговые нервы;
- г) нервные сплетения.

### 4. Клетки, передающие нервный импульс, – это:

- а) нейриты;
- б) астроциты;
- в) нейроны;
- г) эпендимоциты.

### 5. Основная функция нейроглии:

- а) опорная и защитная;
- б) возможность секретировать нейромедиаторы;
- в) трофическая и гомеостатическая;
- г) способность к движению и фагоцитозу.

### 6. Совокупность образований, необходимых для осуществления рефлекса, называется:

- а) рефлекторное кольцо;
- б) рефлекторное действие;
- в) рефлекторная дуга;
- г) рефлексогенная зона;
- д) рецептивное поле.

**7. Рефлекторная дуга – это путь, обеспечивающий проведение:**

- а) импульса от эффектора в рабочем органе до рецептора чувствительного нейрона;
- б) нервного импульса от рецептора чувствительного нейрона до эффектора в рабочем органе;
- в) нервного импульса от рецептора двигательного нейрона до эффектора в рабочем органе;
- г) нервного импульса от рецептора вставочного нейрона до эффектора в рабочем органе.

**8. Рефлекторная дуга представляет собой... . Все верно, кроме:**

- а) путь распространения возбуждения в нервной ткани;
- б) совокупность чувствительных, вставочных и двигательных нейронов;
- в) путь, по которому возбуждение идет от эффектора к рецептору;
- г) путь, в котором нейроны контактируют друг с другом посредством синапсов.

**9. Начальный участок рефлекторной дуги, воспринимающий внешние воздействия, – это:**

- а) эффектор;
- б) афферентный путь;
- в) эфферентный путь;
- г) рецептор.

**10. Второе звено рефлекторной дуги – это:**

- а) рецептор;
- б) афферентные пути;
- в) центральная нервная система;
- г) эфферентные пути;
- д) эффектор.

**11. Третьим звеном рефлекторной дуги является:**

- а) рецептор;
- б) афферентные нейроны;
- в) центральные нейроны;
- г) эфферентные нейроны;
- д) эффектор.

**12. В рефлекторной дуге четвертым звеном является:**

- а) эфферентные нейроны;
- б) афферентные нейроны;
- в) центральные нейроны;
- г) рецептор;
- д) эффектор.

**13. Конечный участок рефлекторной дуги – это:**

- а) эффектор;
- б) афферентный путь;
- в) эфферентный путь;
- г) рецептор.

**14. Белое вещество спинного мозга образовано:**

- а) телами вставочных нейронов;
- б) дендритами нервных клеток;
- в) аксонами спинальных нейронов;
- г) тяжами мотонейронов.

**15. Серое вещество спинного мозга образовано:**

- а) дендритами нейронов;
- б) аксонами спинальных нейронов;
- в) нервными волокнами;
- г) тяжами нервных клеток.

**16. В конце спинной мозг резко сужается, образуя:**

- а) конский хвост;
- б) конечную нить;
- в) мозговой конус;
- г) серую спайку.

**17. В состав головного мозга входят:**

- а) продолговатый мозг, задний мозг, средний мозг, промежуточный мозг, конечный мозг;
- б) продолговатый мозг, мозжечок, задний мозг, средний мозг, конечный мозг;
- в) продолговатый мозг, варолиев мост, мозжечок, промежуточный мозг, конечный мозг;
- г) продолговатый мозг, задний мозг, средний мозг, конечный мозг, большие полушария.

**18. Задний мозг состоит:**

- а) из мозжечка и варолиева моста;
- б) продолговатого мозга и мозжечка;
- в) среднего мозга и мозжечка;
- г) варолиева моста и продолговатого мозга.

**19. В состав заднего мозга входит:**

- а) продолговатый мозг;
- б) средний мозг;
- в) мозжечок;
- г) мозговой желудочек.

**20. Мозжечок входит в состав мозга:**

- а) конечного;
- б) заднего;
- в) среднего;
- г) промежуточного.

**21. Четверохолмие входит в состав:**

- а) промежуточного мозга;
- б) продолговатого мозга;
- в) среднего мозга;
- г) заднего мозга.

**22. Большие полушария входят в состав мозга:**

- а) промежуточного;
- б) продолговатого;
- в) среднего;
- г) конечного;
- д) заднего.

**23. Таламус входит в состав мозга:**

- а) ромбовидного;
- б) заднего;
- в) промежуточного;
- г) среднего.

**24. В состав промежуточного мозга входит:**

- а) обонятельный мозг;
- б) четверохолмие;
- в) эпителиум;
- г) полосатое тело.



**25. Железа внутренней секреции – гипофиз находится в тесной связи:**

- а) с эпителиальным;
- б) таламусом;
- в) метаталамусом;
- г) гипоталамусом.

**26. В коре мозжечка различают слои:**

- а) молекулярный, звездчатый, ганглионарный;
- б) молекулярный, гранулярный, полиморфных клеток;
- в) молекулярный, слой клеток Пуркинье, гранулярный;
- г) молекулярный, звездчатый, слой клеток Пуркинье.

**27. Высшие центры всей жизнедеятельности животного находятся:**

- а) в обонятельном мозге;
- б) продолговатом мозге;
- в) плаще;
- г) промежуточном мозге.

**28. Жизненно важные нервные центры дыхания и кровообращения находятся:**

- а) в промежуточном мозге;
- б) продолговатом мозге;
- в) больших полушариях;
- г) варолиевом мосте;
- д) таламусе.

**29. Приобретенные в процессе жизнедеятельности являются рефлексы:**

- а) оборонительные;
- б) безусловные;
- в) интероцептивные;
- г) условные;
- д) двигательные.

**30. Врожденными являются рефлексы:**

- а) зрительные;
- б) световые;
- в) раздражительные;
- г) безусловные;
- д) условные.

**31. Передаются по наследству рефлексy:**

- а) приобретенные;
- б) подражательные;
- в) условные;
- г) инструментальные;
- д) безусловные.

**32. Условные рефлексy осуществляются:**

- а) продолговатым мозгом;
- б) корой полушарий;
- в) таламусом;
- г) средним мозгом;
- д) мозжечком.

**33. К врожденному адаптивному поведению можно отнести:**

- а) обучение;
- б) инстинкт;
- в) навык;
- г) условный рефлекс;
- д) инсайт.

**34. В ответ на ослабление или прекращение условнорефлекторных реакций в результате действия посторонних раздражителей в коре головного мозга возникает торможение:**

- а) угасательное;
- б) запаздывательное;
- в) дифференцированное;
- г) безусловное;
- д) условный тормоз.

**35. Торможение, образующееся при увеличении силы или продолжительности действия раздражителя, называется:**

- а) внешнее;
- б) запредельное;
- в) угасание;
- г) внутреннее;
- д) дифференцировка.

**36. Торможение условного рефлекса при применении условного раздражителя без подкрепления безусловным называется:**

- а) дифференцированное торможение;
- б) запредельное торможение;
- в) безусловное торможение;
- г) угасательное торможение.

**37. Когда между началом действия условного раздражителя и подкреплением проходит более или менее значительное время, возникает торможение**

- а) безусловное;
- б) запредельное;
- в) дифференцированное;
- г) запаздывательное;
- д) внешнее.

**38. Торможение в коре головного мозга, возникающее быстро, без предварительной выработки, называется:**

- а) условное;
- б) угасание;
- в) дифференцировка;
- г) безусловное;
- д) запаздывание.

**39. Торможение условных рефлексов, возникающее в результате выработки:**

- а) постоянный тормоз;
- б) гаснущий тормоз;
- в) безусловное торможение;
- г) запредельное торможение;
- д) условное торможение.

**40. Учение о типах высшей нервной деятельности создал:**

- а) И.М. Сеченов;
- б) И.П. Павлов;
- в) А.А. Ухтомский;
- г) Н.Е. Введенский;
- д) П.К. Анохин.

**41. Совокупность врожденных и приобретенных свойств нервной системы, определяющих характер взаимодействия организма с окружающей средой, называется:**

- а) условный рефлекс;
- б) динамический стереотип;
- в) тип высшей нервной деятельности;
- г) тип нервной системы;
- д) рефлекторная дуга.

**42. Способность нейронов коры сохранять адекватные реакции на сильные и сверхсильные раздражители, – это:**

- а) инертность;
- б) сила;
- в) подвижность;
- г) уравновешенность;
- д) лабильность.

**43. Сбалансированность процессов возбуждения и торможения или преобладание одного над другим – это:**

- а) инертность;
- б) сила;
- в) подвижность;
- г) уравновешенность;
- д) лабильность.

**44. Скорость перехода процесса возбуждения в торможение и наоборот – это:**

- а) сила;
- б) иррадиация;
- в) подвижность;
- г) уравновешенность;
- д) устойчивость.

**45. Укажите, каким особенностям нервной системы соответствует холерический темперамент:**

- а) сильный, уравновешенный, подвижный;
- б) сильный, уравновешенный, инертный;
- в) сильный, неуравновешенный, подвижный;
- г) слабые процессы возбуждения и торможения.

**46. Укажите, каким особенностям нервной системы соответствует сангвинический темперамент:**

- а) сильный, уравновешенный, подвижный;
- б) сильный, уравновешенный, инертный;
- в) сильный, неуравновешенный, подвижный;
- г) слабые процессы возбуждения и торможения.

**47. Укажите, каким особенностям нервной системы соответствует флегматичный темперамент:**

- а) сильный, уравновешенный, подвижный;
- б) сильный, уравновешенный, инертный;
- в) сильный, неуравновешенный, подвижный;
- г) слабые процессы возбуждения и торможения.

**48. Укажите, каким особенностям нервной системы соответствует меланхолический темперамент:**

- а) сильный, уравновешенный, подвижный;
- б) сильный, уравновешенный, инертный;
- в) сильный, неуравновешенный, подвижный;
- г) слабые процессы возбуждения и торможения.

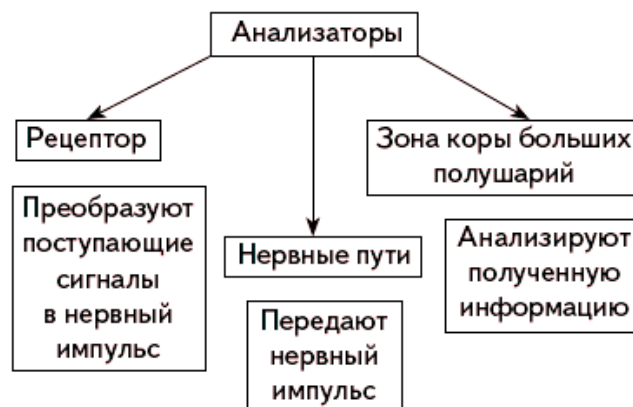
## 3.5. ФИЗИОЛОГИЯ АНАЛИЗАТОРОВ

### 3.5.1. Зрительный анализатор

Органы чувств, или анализаторы, осуществляют качественный и количественный анализ действующих раздражителей в разных условиях жизни. Восприятие человеком окружающего мира обеспечивается работой следующих анализаторов: *зрительного, слухового, обонятельного, вкусового, кожно-мышечного.*

В каждом анализаторе выделяют 3 части (*рис. 164*):

- 1) *периферическая часть* – это рецепторы;
- 2) *проводниковая часть* – это нервные пути, т. е. центростремительные нейроны и проводящие пути от рецептора до коры больших полушарий;
- 3) *центральная часть* – это нервные центры, т. е. участки коры больших полушарий мозга, воспринимающие и анализирующие информацию от соответствующих рецепторов.



*Рис. 164. Принципы строения анализаторов*

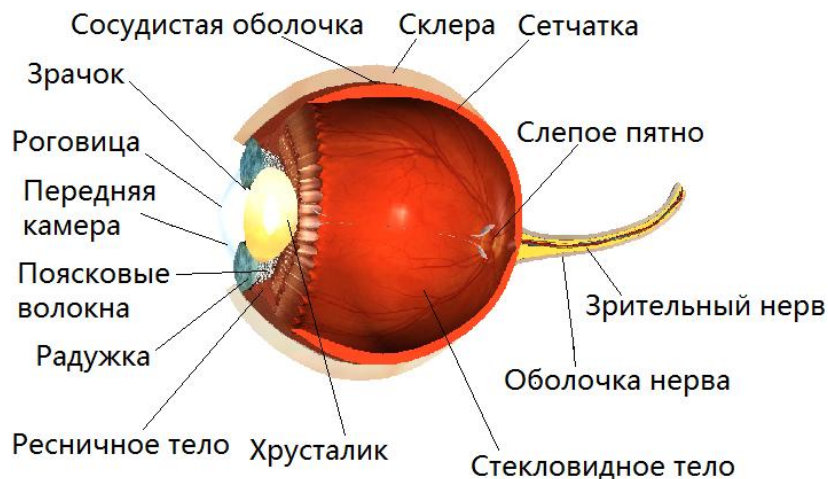
*Зрительный анализатор* является важнейшим из всех анализаторов, так как он дает 90 % информации, которая идет к мозгу от всех рецепторов. Глаз воспринимает свет и цвет объектов окружающего мира, их пространственное расположение (форму, удаленность, размер, высоту, ширину, глубину предметов). Глазу принадлежит главная роль в трудовой деятельности людей.

Периферической частью зрительного анализатора является *глаз*, проводящей – *зрительный нерв*, центральной – *затылочная область коры больших полушарий*.

**Глаз** находится в глазнице, сзади и с боков окружен глазодвигательными мышцами. Всего их шесть. Четыре прямые и две косые мышцы обеспечивают поворот глаз в различные стороны. Глаз состоит из *глазного яблока со зрительным нервом и вспомогательных аппаратов*.

**Глазное яблоко** имеет шаровидную форму, его диаметр составляет примерно 2,5 см. Оно состоит из *внутреннего ядра* и окружено *3 оболочками (рис. 165)*:

1. **Белочная оболочка (склера)** – наружная оболочка, самая толстая, прочная, обеспечивает главному яблоку определенную форму. Склера непрозрачна, белого цвета, образована соединительной тканью, покрывает весь глаз и защищает его от механических и химических повреждений. Передняя часть этой оболочки прозрачная. Она называется *роговицей*. Через нее внутрь глазного яблока проникают лучи света. За роговицей находится прозрачная жидкость.



*Рис. 165. Глазное яблоко*

2. **Сосудистая оболочка** – средняя оболочка, богата кровеносными сосудами и пигментом, содержащим красящее вещество. Передняя часть сосудистой оболочки называется *радужной*. В ней находится пигмент, обуславливающий цвет глаз. Окраска радужки зависит от количества пигмента *меланина*. Когда его много – глаза темные или светло-карие, а когда мало – серые, зеленоватые или голубые. Людей с отсутствием меланина называют *альбиносами*. В центре радужки есть небольшое отверстие – *зрачок*, который, суживаясь или расширяясь, пропускает больше или меньше света (*рис. 166*). Радужка отделяется от сосудистой оболочки *ресничным телом*. В толще его находится *ресничная мышца*, на тонких нитях которой подвешен *хру-*

*сталик*. Это прозрачное тело, похожее на лупу, представляющее собой двояковыпуклую линзу диаметром 10 мм. Он преломляет лучи света и собирает их на сетчатке. При сокращении или расслаблении ресничной мышцы хрусталик меняет свою форму, что позволяет четко видеть предметы на близком и далеком расстоянии.



Рис. 166. Элементы сосудистой оболочки – радужка и зрачок

3. **Сетчатая оболочка (сетчатка)** – внутренняя оболочка, состоящая из светочувствительных клеток – *фоторецепторов*, воспринимает свет, поступающий в глаз. Она расположена только на задней стенке глаза. В сетчатке различают 10 слоев клеток. Особо важное значение имеет слой *палочек* и *колбочек* (рис. 167):

➤ **палочки** – отвечают за восприятие света и расположены на периферии сетчатки. Палочки работают на минимальном количестве света и обеспечивают сумеречное зрение. В них имеется вещество красного цвета – *родопсин*. На свету в результате фотохимической реакции он распадается, а в темноте восстанавливается из продуктов собственного расщепления. Поэтому человек сначала ничего не видит в темной комнате, а через некоторое время начинает различать предметы;

➤ **колбочки** – отвечают за восприятие цвета и расположены в центре сетчатки. Колбочки действуют при больших количествах света и обеспечивают дневное зрение. В них содержится светочувствительное вещество – *иодопсин*. Он распадается в темноте и восстанавливается на свету в течение 3–5 мин. Расщепление иодопсина на свету дает цветовое ощущение. В сетчатке имеется 3 вида колбочек: одни воспринимают красный цвет, другие – зеленый, третьи – синий. В зависимости от степени возбуждения колбочек и сочетания раздражений воспринимаются различные другие цвета и их оттенки.



От палочек и колбочек отходят нервные волокна, образующие *зрительный нерв*, выходящий из глазного яблока и направляющийся в головной мозг. В месте выхода зрительного нерва палочки и колбочки отсутствуют, в результате чего свет этим участком сетчатки не воспринимается. Это место называется *слепое пятно*. В его центре в сетчатку входит центральная артерия сетчатки. Зрительные нервы проходят в полость черепа и направляются к затылочной доле коры больших полушарий в зрительную зону, где происходит анализ возбуждения и формирование зрительных образов.

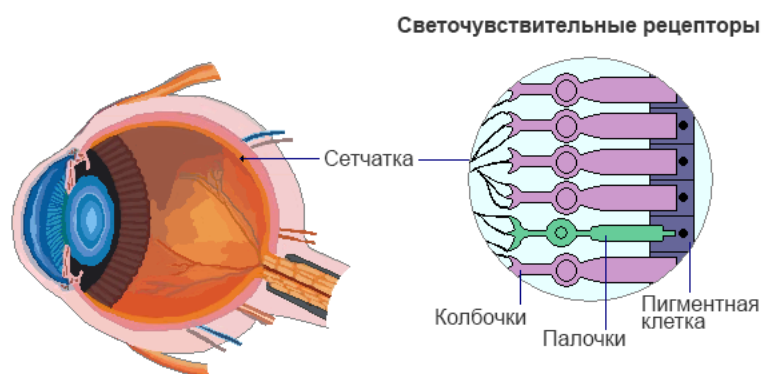


Рис. 167. Светочувствительные рецепторы

**Внутреннее ядро** глазного яблока образует *оптическую систему глаза* и состоит из *хрусталика*, *стекловидного тела* и *водянистой влаги передней и задней камер глаза*:

➤ **хрусталик** – расположен позади зрачка. Он преломляет входящие в глаз лучи света и фокусирует их на сетчатке. Он способен менять свою кривизну, принимая форму для дальнего и ближнего зрения. Приспособление глаза к получению отчетливых изображений предметов, находящихся на разных расстояниях, называют *аккомодацией*;

➤ **стекловидное тело** – заполняет глазное яблоко. Оно прозрачное, образовано тонкими волокнами, между которыми находится жидкость;

➤ **водянистая влага передней и задней камер глаза** – заполняет пространство между роговицей и хрусталиком и пропускает лучи света.

В образовании оптической системы участвует также *роговица*. Это часть белочной оболочки, напоминающая слегка выпуклое часовое стекло, преломляющее лучи света. Она прозрачная и лишена кровеносных сосудов.

Оптическая система глаза формирует уменьшенное перевернутое изображение предмета на сетчатке и обеспечивает резкость этого изображения (рис. 168).

**Вспомогательный аппарат глаза** (рис. 169) состоит:

1) из *защитных приспособлений* – к ним относятся *брови, ресницы* и *веки*, покрытые с внутренней стороны слизистой оболочкой, которая переходит на глазное яблоко. Брови отводят пот со лба, веки и ресницы защищают глаза от световых лучей, пыли и пересыхания;

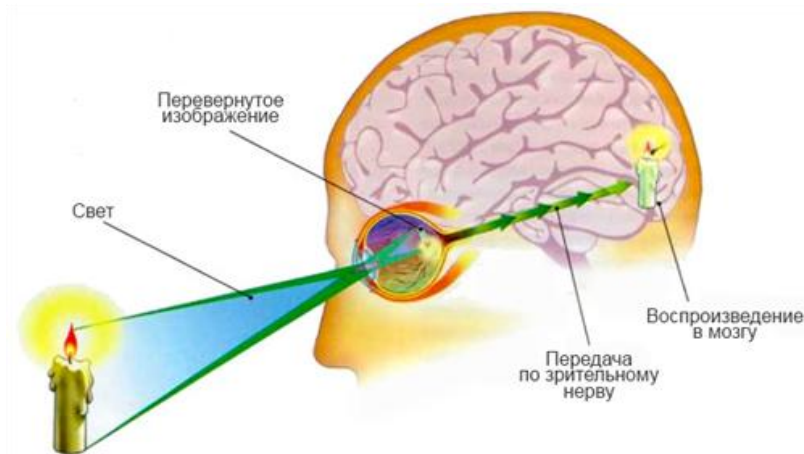


Рис. 168. Принцип работы глаза (восприятие изображения)

2) *слезного аппарата* – образован *слезной железой*, выделяющей *слезы*, которые омывают глазное яблоко, дезинфицируют, увлажняют роговицу и стекают по слезному каналу в носовую полость;

3) *двигательного аппарата* – состоит из *шести мышц* в каждом глазе, при сокращении которых изменяется направление взгляда.

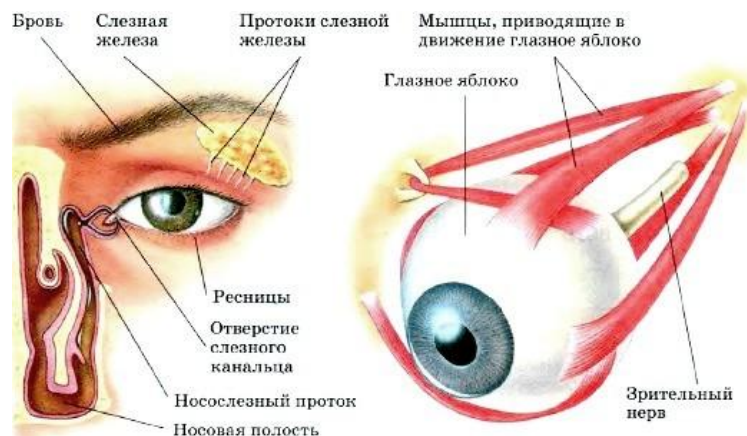


Рис. 169. Вспомогательный аппарат глаза

### 3.5.2. Слуховой анализатор

Ухо позволяет людям общаться друг с другом при помощи звуков. С помощью уха человек улавливает звуковые колебания воздуха. Вибрации, которые идут от предмета, передаются через воздух и улавливаются ухом. Человеческое ухо воспринимает колебания воздуха с частотой от 16 до 20 000 Гц. Способность улавливать звук двумя ушами дает возможность определять, где он находится. В ухе колебания воздуха преобразуются в электрические импульсы, которые воспринимаются мозгом как звук. С помощью слуха воспроизводится устная речь, которая обеспечивает общение между людьми.

В ухе расположен также *вестибулярный аппарат* – это орган восприятия движения и положения тела в пространстве. Вестибулярная система играет большую роль в пространственной ориентации человека, анализирует и передает информацию об ускорениях и замедлениях движения, а также при изменении положения головы в пространстве.

Периферической частью слухового анализатора является *ухо*, проводящей – *слуховой нерв*, центральной – *слуховая зона коры головного мозга*.

*Ухо* состоит из 3 частей (*рис. 170*). Первые две части – *наружное* и *среднее ухо* – проводят звук. Третья часть – *внутреннее ухо* – содержит слуховые клетки, воспринимающие высоту, силу и тембр звука.



Рис. 170. Слуховой анализатор

Слуховой анализатор:

1. **Наружное ухо** – состоит из *ушной раковины* и *наружного слухового прохода*. *Ушная раковина* образована хрящом, покрытым с обеих сторон кожей. В основании ушной раковины имеются ушные мышцы, движения которых ограничены. С помощью раковины человек улавливает направление звука. *Ушная раковина* выполняет также защитную функцию, предохраняя от вредного воздействия окружающей среды. *Наружный слуховой проход* имеет вид костно-хрящевой трубки длиной от 2 до 5 см, выстланной кожей, в которой имеются железы, выделяющие ушную серу, которая защищает кожу от бактерий и инородных частиц. Наружный слуховой проход отделяется от среднего уха тонкой соединительнотканной пластинкой – *барабанной перепонкой*. Он служит для проведения звуковых колебаний воздуха от ушной раковины к барабанной перепонке.

2. **Среднее ухо** – представлено *барабанной полостью*, заполненной воздухом и расположенной в височной кости. Среднее ухо с помощью *слуховой (евстахиевой) трубы* сообщается с носоглоткой. От наружного уха оно отграничено барабанной перепонкой. В барабанной полости лежат *слуховые косточки: молоточек, наковальня и стремечко* (рис. 171). Своей рукояткой молоточек срастается с барабанной перепонкой, а наковальня соединена и с молоточком, и со стремечком, которое прикрывает *овальное окно*, ведущее во внутреннее ухо. В стенке, отделяющей среднее ухо от внутреннего, кроме овального окна находится *круглое окно*, затянутое перепонкой.

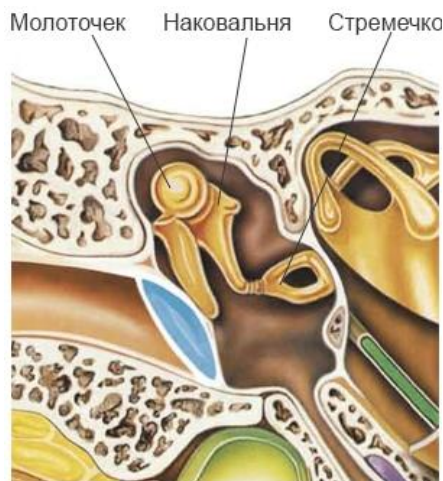


Рис. 171. Слуховые косточки

3. **Внутреннее ухо**, или *лабиринт*, – расположено в височной кости и имеет двойные стенки, *лабиринт перепончатый* вставлен в *лабиринт костный*, повторяя его форму (рис. 172):

1) *костный лабиринт* – представляет собой костные полости различной формы и состоит:

➤ из *преддверия* – центральная часть костного лабиринта, которая сообщается со всеми его частями;

➤ *3 полукружных каналов* – расположены сзади от преддверия. Каждый канал имеет расширенную часть – ампулу, заполненную эндолимфой. При движении эндолимфы во время изменения положения головы в пространстве раздражаются нервные окончания. По волокнам нерва возбуждение передается в головной мозг;

➤ *улитки* – представляет собой спиральную трубку, образующую два с половиной оборота. Она является центральной частью органа слуха. На мембране улитки располагается *кортиев орган*, служащий рецепторным аппаратом органа слуха. Кортиев орган состоит из чувствительных клеток. В нем происходит преобразование звуковых волн в электрические импульсы. К улитке подходит *преддверно-улитковый нерв*, состоящий из 2 частей. Преддверная часть проводит нервные импульсы от преддверия и полукружных каналов к мозжечку. Улитковая часть передает информацию по волокнам, идущим от кортиева органа к височной доле коры больших полушарий;

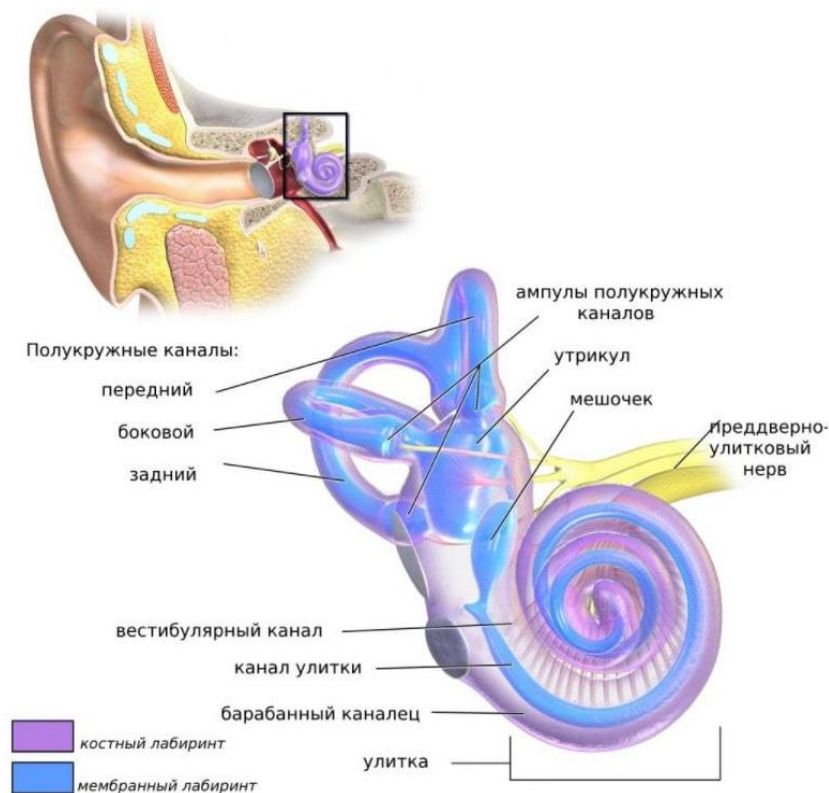


Рис. 172. Строение внутреннего уха

2) *перепончатый лабиринт* – состоит из тончайших перепончатых образований. Промежуток между костным и перепончатым лабиринтами заполнен *перилимфой*, а полость перепончатого лабиринта – *эндолимфой*.

Звуки возникают благодаря колебаниям воздуха и усиливаются в ушной раковине. Затем звуковая волна проводится по наружному слуховому проходу к барабанной перепонке, вызывая ее колебания. Вибрация барабанной перепонки передается через слуховые косточки к овальному окну внутреннего уха и вызывает колебания заполняющей его жидкости. Перемещение эндолимфы вызывает раздражение рецепторных клеток кортиева органа. Возникающий при этом нервный импульс идет по преддверно-улитковому нерву в слуховую зону коры больших полушарий, расположенную в височной области, где происходит восприятие звука и анализ его силы, характера и высоты (*рис. 173*).



*Рис. 173. Механизм восприятия звуковых колебаний*

## Лабораторное занятие 17

### ФИЗИОЛОГИЯ АНАЛИЗАТОРОВ

**Цель занятия:** ознакомиться с общими свойствами анализаторов; изучить свойства кожного анализатора (порог тактильной чувствительности), вкусового (порог вкусовой чувствительности), обонятельного (порог обоняния) и зрительного анализатора (последовательные зрительные образы, аккомодация глаза).

#### 17.1. Общие свойства анализаторов

**Анализаторы** – это система, состоящая из 3 частей (рис. 174):

- 1) *воспринимающая часть* – представлена рецепторами, преобразующими энергию раздражителя в электрохимический потенциал;
- 2) *проводниковая часть* – представлена проводящими путями, по которым информация о раздражителе в виде импульсов поступает в сенсорные структуры центральной нервной системы;
- 3) *центральная часть* – представлена корой головного мозга, в которой происходит анализ полученной информации.



Рис. 174. Части анализатора

#### **Общие свойства анализаторов:**

- 1) **чувствительность** – способность анализаторов к возникновению ощущения при очень низком пороге раздражения;
- 2) **специфичность** – избирательность, дифференцированный ответ на энергию определенного вида;

3) *способность к ответу на длительно действующее раздражение* – свойство, информирующее о длительности воздействия раздражителя на анализатор;

4) *сенсбилизация* – повышение возбудимости под влиянием многократных раздражителей;

5) *воспроизведение последовательных образов* – явление, образующееся в анализаторе после прекращения действия раздражителей;

6) *адаптация* – привыкание к определенным раздражителям.

### **17.2. Изучение свойств кожного анализатора: определение порога тактильной чувствительности**

Тактильные рецепторы воспринимают прикосновение и давление. Различные участки кожи обладают неодинаковой тактильной чувствительностью, так как рецепторы распределены неравномерно. Мерой различной чувствительности служит пространственный порог кожной рецепции, измеряемый тем минимальным расстоянием, при котором возможно восприятие двух одинаковых раздражений, прикладываемых одновременно.

**Цель работы:** измерить пространственный порог тактильной чувствительности.

**Материалы и оборудование:** эстезиометр (рис. 175).

**Ход работы.** Эстезиометром с максимально сведенными ножками прикасаются к различным участкам кожи (пальцы рук, внутренняя и тыльная стороны ладони) испытуемого, сидящего на стуле с закрытыми

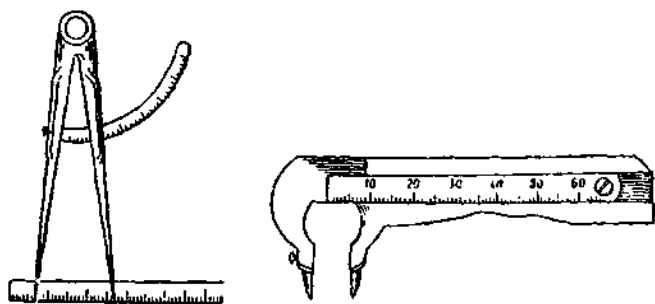


Рис. 175. Эстезиометры

глазами. Постепенно раздвигая ножки эстезиометра, прибавляя каждый раз по 1 мм, находят то расстояние между ними, когда испытуемый при их прикосновении почувствует прикосновение двух ножек эстезиометра. Это значение принимают за порог тактильной

чувствительности для данной кожной поверхности. Затем переводят эстезиометр на другой участок кожи и проводят такое же исследование.



Записать полученные результаты и сделать вывод о степени распределения тактильных рецепторов на различных участках кожи.

### ***17.3. Изучение свойств вкусового анализатора: определение порога вкусовой чувствительности***

Различают четыре группы вкусовых веществ, вызывающих первичные ощущения вкуса: *кислое, соленое, горькое и сладкое*. Разнообразные оттенки вкусовых ощущений появляются в результате сложного комплекса раздражений. Поверхность языка неодинаково чувствительна к основным вкусовым раздражителям: кончик языка наиболее чувствителен к сладкому, боковая поверхность средней части языка – к кислому, основание языка – к горькому, кончик и края языка – к соленому (рис. 176).

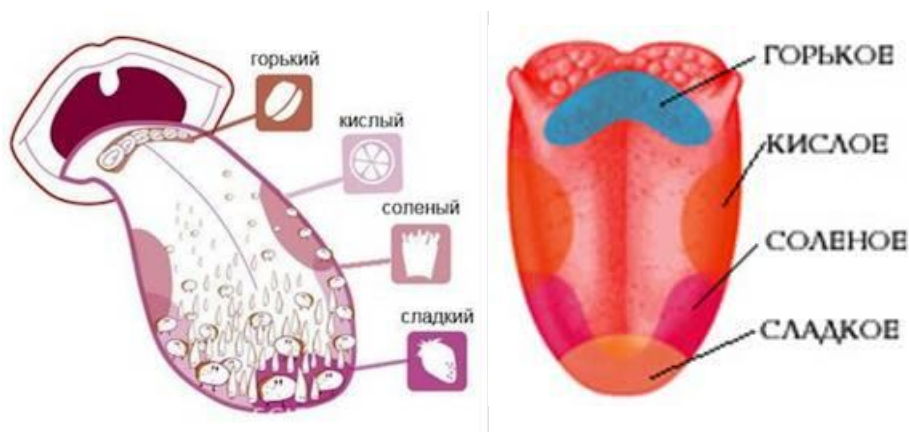


Рис. 176. Вкусовая рецепция языка

*Порогом вкусовой чувствительности* называют минимальную концентрацию раствора, которая вызывает соответствующие ощущения.

**Цель работы:** определить чувствительность отдельных участков языка к различным вкусовым раздражителям и пороги восприятия вкусовых раздражений.

**Материалы и оборудование:** растворы левомецетина (0,001; 0,01; 0,1; 1 %-й концентрации), сахарозы (0,001; 0,01; 0,1; 1; 10 %), лимонной кислоты (0,001; 0,01; 0,1; 0,5; 1 %), поваренной соли (0,001; 0,01; 0,1; 1 %); стаканчики стеклянные; колбы с дистиллированной водой; стакан с водой; глазные пипетки.

**Ход работы.** Испытуемый открывает рот и высовывает язык. Пипеткой последовательно наносят капельки выбранного раствора, начиная с минимальной концентрации. Каждый раз спрашивают испытуе-

мого, что он ощущает. Если исследуемый не может определить вкус раствора, пробу проводят с растворами большей концентрации. Концентрацию раствора, при которой испытуемый точно определит вкус раствора, принимают за порог вкусовой чувствительности к данному веществу.

После проведения опыта с одним видом раствора испытуемый должен прополоскать рот дистиллированной водой и таким же способом определить пороги восприятия остальных веществ.

Результаты работы занести в таблицу и сравнить пороги чувствительности к сладкому, горькому, соленому, кислому.

Вещество	Порог вкусовой чувствительности (концентрация раствора, %)
Сладкое	
Горькое	
Соленое	
Кислое	

#### ***17.4. Изучение свойств обонятельного анализатора: определение порога обоняния***

Обонятельный анализатор воспринимает запах. Обонятельные рецепторы располагаются в задней верхней части носовой полости. Острота обоняния исследуется с целью клинической оценки структурно-функционального состояния обонятельного анализатора, а также при профессиональном отборе лиц определенных профессий (дегустаторы, работники химической промышленности и др.).

*Порог обонятельной чувствительности* – минимальная концентрация раствора пахучего вещества, вызывающего соответствующее обонятельное ощущение.

***Цель работы:*** определить индивидуальную чувствительность к восприятию запахов.

***Материалы и оборудование:*** флаконы с растворами аммиака, этилового спирта и ванилина в концентрациях 0,001; 0,005; 0,01; 0,05; 0,1; 1 %.

***Ход работы.*** Открывают пробку флакона с определенным пахучим веществом (растворы аммиака, спирта, ванилина), подносят флакон к ноздрям и делают несколько «нюхательных» вдохов. Начинают

нюхать вещества с наименьшей концентрацией его во флаконе. Определяют пороговую концентрацию запаха для разных веществ.

Результаты работы занести в таблицу и сравнить пороги чувствительности к различным пахучим веществам.

Вещество	Порог обоняния (концентрация раствора, %)
Аммиак	
Спирт	
Ванилин	

### ***17.5. Изучение свойств зрительного анализатора: последовательные зрительные образы***

Восприятие цветовых тонов связано с функционированием колбочкового аппарата. Способность к анализу цветов зависит от освещенности, угла зрения и ряда других факторов.

***Цель работы:*** исследовать зависимость цвета и устойчивость последовательного образа от исходных характеристик раздражителя.

***Материалы и оборудование:*** круги из картона красного, зеленого, желтого, синего цветов диаметром 30–40 см; экран белого цвета; секундомер.

***Ход работы.*** Прикрепляют на белом экране один из кругов (красного, зеленого, желтого, синего цветов) и смотрят на него с расстояния 15–20 см в течение 50–60 с. Переводят взгляд на белую поверхность, через несколько секунд на ней появится последовательный образ с неясными контурами, имеющий другую цветность, дополнительную по теории цветов. Записывают цвет появившегося образа при рассматривании кругов разного цвета.

Повторяют тот же опыт, закрыв левый глаз и фиксируя зрительный образ правым глазом. Переведя взор на белую поверхность, открывают левый глаз и закрывают правый. Последовательный образ также появляется, но несколько позже.

Полученные данные записать в тетрадь и сделать выводы.

Цвет исходного круга	Цвет последовательного образа
Зеленый	
Красный	
Синий	
Желтый	

## 17.6. Изучение свойств зрительного анализатора: аккомодация глаза

*Аккомодация* – это свойство глаза, позволяющее одинаково хорошо видеть предметы, находящиеся вблизи и вдали. Аккомодация достигается путем изменения кривизны хрусталика и его преломляющей способности. При рассмотрении близких предметов хрусталик делается выпуклым, дальних предметов – плоским (рис. 177).

**Цель работы:** изучить аккомодацию хрусталика.

**Материалы и оборудование:** рамка 15×15 см с марлевой сеткой.

**Ход работы.** Помещают рамку с марлевой сеткой между глазами и книгой на расстоянии 15 см от лица и читают текст. Отмечают, что происходит с сеткой при чтении книги. Затем фиксируют взгляд на сетке и делают вывод, что становится с текстом книги.

Полученные данные записать в тетрадь.

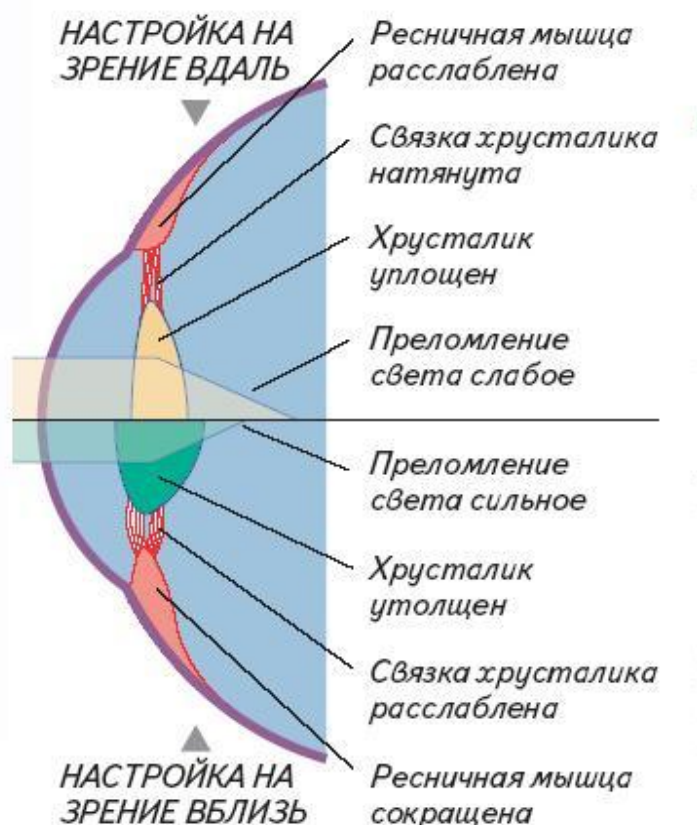


Рис. 177. Аккомодация глаза

## Контрольные вопросы по теме «Физиология анализаторов»

1. Что такое анализатор и что входит в его состав?
2. Зрительный анализатор, его строение и функции.
3. Оболочки глазного яблока и их характеристика.
4. Что относится к светопреломляющим средам глаза?
5. Какие защитные и вспомогательные органы глаза вы знаете?
6. Опишите строение сетчатки глаза.
7. Роль палочек и колбочек в восприятии света и цвета.
8. Где расположен вестибулярный аппарат и какова его роль?
9. Слуховой анализатор, его строение и функции.
10. Характеристика составных частей наружного уха.
11. Характеристика составных частей среднего уха.
12. Характеристика составных частей внутреннего уха.
13. Что служит рецепторным аппаратом органа слуха и какова его роль?
14. Каково строение улитки и спирального (кортиева) органа?
15. Как происходит восприятие и анализ звука?

### ***ТЕСТ «ФИЗИОЛОГИЯ АНАЛИЗАТОРОВ»***

**1. Сложная система, состоящая из 3 частей – воспринимающей, проводниковой и центральной, называется:**

- а) анализатор;
- б) рецептор;
- в) синапс;
- г) рефлекторная дуга.

**2. Часть анализатора, преобразующая энергию раздражителя в электрохимический потенциал, представлена:**

- а) нервным центром;
- б) рецептором;
- в) синапсом;
- г) рефлекторной дугой.

**3. Проводящими путями представлена часть анализатора:**

- а) двигательная;
- б) проводниковая;
- в) центральная;
- г) периферическая.

**4. Анализ воспринятых раздражений происходит в части анализатора:**

- а) двигательной;
- б) чувствительной;
- в) проводниковой;
- г) центральной.

**5. Центральным отделом анализатора является:**

- а) гипоталамус;
- б) таламус;
- в) мозжечок;
- г) кора головного мозга;
- д) продолговатый мозг.

**6. Очень низкий порог раздражений анализаторов, определяемый минимальной энергией, необходимой для возникновения ощущения, является свойством:**

- а) сенсбилизации;
- б) специфичности;
- в) адаптации;
- г) чувствительности;
- д) воспроизведения последовательных образов.

**7. Дифференцированный ответ анализатора на энергию определенного вида, это свойство:**

- а) сенсбилизации;
- б) чувствительности;
- в) специфичности;
- г) адаптации;
- д) ответа на дпящееся раздражение.

**8. Повышение возбудимости рецептора под влиянием многократных раздражителей относится к свойству анализаторов:**

- а) чувствительности;
- б) сенсбилизации;
- в) адаптации;
- г) последовательных образов;
- д) специфичности.

**9. Способность анализаторов посылать сигналы после прекращения действия раздражителя называется:**

- а) чувствительность;
- б) специфичность;
- в) ответ на длящееся раздражение;
- г) последовательные образы;
- д) сенсбилизация.

**10. Свойство глаза, позволяющее одинаково хорошо видеть предметы, находящиеся вблизи и вдали, называется:**

- а) бинокулярность;
- б) дальность;
- в) специфичность;
- г) близорукость;
- д) аккомодация.

**11. Наружная оболочка глазного яблока:**

- а) сосудистая;
- б) сетчатая;
- в) склера;
- г) пигментная.

**12. Средняя оболочка глазного яблока:**

- а) сетчатка;
- б) роговица;
- в) сосудистая;
- г) склера.

**13. Внутренняя оболочка глазного яблока:**

- а) склера;
- б) радужная;
- в) сосудистая;
- г) сетчатая.

**14. Стенка глазного яблока образована оболочками:**

- а) волокнистой, сосудистой, радужной;
- б) роговицей, радужной, сетчаткой;
- в) белочной, сосудистой, сетчатой;
- г) белочной, сосудистой, пигментной.

**15. Тонкая, прозрачная оболочка, находящаяся в передней части глаза, – это:**

- а) склера;
- б) радужная оболочка;
- в) белочная оболочка;
- г) роговица.

**16. Толстая, плотная, непрозрачная оболочка глаза, белого цвета, называется:**

- а) склерой;
- б) сосудистой;
- в) роговицей;
- г) радужкой.

**17. Содержит большое количество пигментных клеток и кровеносных сосудов:**

- а) роговица;
- б) склера;
- в) сосудистая оболочка;
- г) сетчатая оболочка.

**18. Наружную оболочку глазного яблока образуют:**

- а) склера, хрусталик, радужка;
- б) роговица, радужка, склера;
- в) роговица, склера;
- г) собственно сосудистый и пигментный слои.

**19. Слоев в сетчатке:**

- а) 8;
- б) 9;
- в) 10;
- г) 3.

**20. Слой сетчатки, образованный светочувствительными клетками:**

- а) пигментный;
- б) палочек и колбочек;
- в) нервных волокон;
- г) ганглиозный.



**21. В состав оптической системы глаза входит:**

- а) склера;
- б) радужка;
- в) хрусталик;
- г) зрачок.

**22. Отвечают за восприятие света:**

- а) палочки;
- б) колбочки;
- в) палочки и колбочки;
- г) пигментный эпителий.

**23. Отвечают за восприятие цвета:**

- а) палочки;
- б) колбочки;
- в) палочки и колбочки;
- г) пигментный эпителий.

**24. Соединительнотканная пластинка, отгораживающая наружный слуховой проход от среднего уха:**

- а) преддверная мембрана;
- б) перепонка овального окна;
- в) перепонка круглого окна;
- г) барабанная перепонка.

**25. Барабанная полость соединяется с полостью носоглотки:**

- а) слуховым проходом;
- б) слуховой трубой;
- в) овальным окошком;
- г) круглым окошком.

**26. К барабанной перепонке прикрепляется:**

- а) молоточек;
- б) стремечко;
- в) наковальня;
- г) чечевичная косточка.

**27. Внутреннее ухо состоит:**

- а) из костного лабиринта;
- б) перепончатого лабиринта;
- в) костного и перепончатого лабиринтов;
- г) слуховых и вестибулярных рецепторов.

**28. Рецепторный аппарат органа слуха находится:**

- а) в преддверии;
- б) полукружных каналах;
- в) улитке;
- г) овальном и округлом мешочках.

**29. Локализация кортиева органа:**

- а) в улитке внутреннего уха;
- б) полукружных каналах;
- в) барабанном пузыре;
- г) среднем ухе.

**30. Рецепторный аппарат улитки человека называется:**

- а) покровная мембрана;
- б) кортиев орган;
- в) слуховая труба;
- г) гребешки.

**31. Порядок расположения слуховых косточек в барабанной полости:**

- а) молоточек, наковальня, стремечко;
- б) молоточек, стремечко, наковальня;
- в) наковальня, молоточек, стремечко;
- г) стремечко, молоточек, наковальня.

**32. Высший отдел слухового анализатора находится:**

- а) в лобной доле коры;
- б) затылочной доле коры;
- в) височной доле коры;
- г) теменной доле коры.

**33. Не входит в состав внутреннего уха:**

- а) перепончатый лабиринт;
- б) полукружные каналы;
- в) стремечко;
- г) костный лабиринт.

## СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЙ

### А

**Автоматия** – способность некоторых клеток к самопроизвольной генерации возбуждения без действия внешних раздражителей.

**Агглютинация** – склеивание эритроцитов.

**Агглютинины** – специфические гликолипиды, обладающие антигенными свойствами, содержатся в мембране эритроцитов.

**Агглютиногены** – антитела, относящиеся к фракции  $\gamma$ -глобулинов, реагирующие с агглютиногенами.

**Агранулоциты** – лейкоциты, в цитоплазме которых, в отличие от гранулоцитов, не содержится азурофильных зерен (гранул) и которые делятся на моноциты и лимфоциты.

**Агрегация** – скупивание тромбоцитов у поврежденной стенки сосуда.

**Адаптация** – процесс приспособления организма к меняющимся условиям среды. Важным компонентом адаптации является стресс-синдром.

**Адгезия** – приклеивание тромбоцитов к поврежденной стенке сосуда, обусловленное разностью зарядов.

**Адекватный раздражитель** – специфический стимул, к которому рецепторные клетки наиболее чувствительны.

**Аденогипофиз** – передняя железистая доля гипофиза, в которой образуются белковые гормоны: кортикотропин (АКТГ), тиреотропин (ТТГ), гонадотропины (фолликулостимулирующий и лютеинизирующий гормоны), соматотропин (гормон роста) и пролактин.

**Аденозин-3',5'-циклофосфат (цАМФ, циклический аденозин-монофосфат)** – универсальный регулятор биохимических процессов в живых клетках, образуется из АТФ при участии фермента аденилатциклазы.

**Аденозинтрифосфат (аденозинтрифосфорная кислота, АТФ)** – высокоэнергетическое соединение, служащее универсальным аккумулятором и распределителем энергии в живых организмах; состоит из аденина, рибозы и трех остатков фосфорной кислоты.

**Адреналин** – гормон мозгового вещества надпочечников с физиологическим влиянием, аналогичным действию симпатических нервов.

**Аксон** – отросток тела нейрона, предназначенный для проведения возбуждения от него; имеет относительно постоянный диаметр и заканчивается пресинаптическим окончанием.

**Активный транспорт** – перенос вещества через плазматическую мембрану, протекающий против концентрационного или электрохимического градиента, т. е. с затратой энергии организма.

**Актин** – сократительный белок, входящий в состав миофибрилл мышечных клеток и участвующий в движении клетки.

**Алкалоз** – сдвиг кислотно-щелочного равновесия организма в сторону увеличения щелочных компонентов (с увеличением рН).

**Аллантоис** – зародышевая оболочка, развивающаяся из задней кишки эмбриона и участвующая в газообмене зародыша с окружающей средой и выделении жидких отходов.

**Альбуминурия** – выделение белка с мочой.

**Альвеола** – пузырьковидное образование в легких, оплетенное сетью капилляров, через стенки которого происходит газообмен между кровью и воздухом; ячейковидный концевой отдел железы; зубная лунка, в которой находится корень зуба.

**Альдостерон** – гормон коркового слоя надпочечников, усиливающий выделение  $K^+$  с мочой и реабсорбцию  $Na$ .

**Амнион** – одна из зародышевых оболочек, образующая полость, заполненную жидкостью, предохраняющей зародыш от механических повреждений и обеспечивающей водную среду для его развития.

**Анаболизм** – совокупность процессов синтеза тканевых и клеточных структур, а также необходимых для жизнедеятельности соединений.

**Анализатор** – сенсорная система, ответственная за восприятие и состоящая из рецепторов, нервов и ответственных за обработку полученных сигналов отделов головного мозга.

**Андрогены** – мужские половые гормоны стероидного происхождения, секретлируемые половыми железами и сетчатой зоной коры надпочечников; наибольшей физиологической активностью среди них обладает тестостерон.

**Анемия** – состояние организма, при котором в единице объема крови уменьшено количество эритроцитов и снижено содержание гемоглобина.

**Антагонист** – вещество, действующее противоположно нейромедиатору или гормону либо ослабляющее действие нейромедиатора или гормона.

**Антиген** – чужеродное организму вещество, вызывающее специфический иммунный ответ, образование антител.

**Антикоагулянты** – вещества, тормозящие или предотвращающие процесс свертывания крови.

**Антитело** – сывороточный иммуноглобулин, синтезируемый в ответ на проникновение в организм антигена.

**Артериолы** – мелкие артерии, по току крови непосредственно предшествующие капиллярам.

**Артерия** – сосуд, по которому кровь движется от сердца.

**Асфиксия** – прекращение или затрудненное дыхание вследствие недостатка поступления или полного отсутствия поступления кислорода в легкие.

**Афферентный** – приносящий, центростремительный: термин используется для характеристики нейронов или проводящих путей, доставляющих сигналы с периферии в ЦНС или к высшему центру переработки информации.

**Ацетилхолин** – низкомолекулярный медиатор, использующийся в нервно-мышечных синапсах, вегетативной нервной системе и ЦНС.

**Ацидоз** – сдвиг кислотно-щелочного равновесия в организме в сторону увеличения кислых компонентов (со снижением рН).

## Б

**Базальные ганглии** (синоним: **подкорковые ядра**) – парные скопления серого вещества, расположенные в глубине больших полушарий мозга. К ним относятся хвостатое ядро и скорлупа, вместе образующие полосатое тело, бледный шар и субталамическое ядро.

**Базофилия** – увеличение количества базофильных лейкоцитов в крови.

**Барабанная перепонка** – соединительнотканная пластинка, отгораживающая наружный слуховой проход от среднего уха.

**Безмиелиновые нервные волокна** – нервные волокна, распространенные в вегетативной нервной системе и сером веществе мозга и имеющие в центре каждого волокна несколько осевых цилиндров.

**Безусловный рефлекс** – наследственно закрепленная стереотипная форма реагирования на биологически значимые воздействия внешнего мира или изменения внутренней среды организма.

**Биогенные амины** – класс низкомолекулярных нейромедиаторов, включающий серотонин, гистамин и катехоламины.

**Биоэлектрические потенциалы** – электрические потенциалы, возникающие в живых системах в результате физико-химических процессов разделения положительных и отрицательных зарядов.

**Бластула** – многоклеточный зародыш, имеющий однослойное строение и образующийся в процессе дробления яйца.

**Бледный шар** – одно из подкорковых ядер, принимающих участие в регуляции движений.

**Бодрствование** – уровень активности мозга, достаточно высокий для целенаправленного поведения; важнейшими признаками бодрствования являются сознание и мышление.

**Брадикардия** – урежение частоты сердечных сокращений.

**Бродмана поля** – citoархитектоническое деление коры больших полушарий на 52 поля, многие из которых связаны с определенной функцией (например, 17-е поле – первичная зрительная кора, 4-е поле – первичная моторная кора и т. д.).

**Брюшина** – тонкая серозная оболочка брюшной полости.

**Буферность** – способность плазмы и эритроцитов, а также легких и органов выделения поддерживать активную реакцию крови.

## В

**Вазопрессин** (синоним: *антидиуретический гормон*) – пептид, секретируемый нейронами супраоптического и паравентрикулярного ядер гипоталамуса, накапливающийся в задней доле гипофиза и стимулирующий реабсорбцию воды в дистальных канальцах и собирательных трубках нефрона.

**Вегетативная нервная система** – часть нервной системы, иннервирующая гладкие мышцы внутренних органов и кровеносных сосудов, сердце, кожу и внешнесекреторные железы; подразделяется на симпатический и парасимпатический отделы.

**Вегетативный ганглий** – скопление тел постганглионарных нейронов вегетативной нервной системы, а также волокон преганглионарных нейронов, в качестве медиатора использующих ацетилхолин.

**Вена** – сосуд, по которому кровь движется к сердцу.

**Венулы** – мелкие кровеносные сосуды диаметром 20–100 мкм, обеспечивающие отток обедненной кислородом крови из капилляров в вены.

**Висцеральный** – внутренностный, относящийся к внутренним органам.

**Внешняя секреция** – выделение продуктов секреции железы через протоки на поверхность кожи, слизистой оболочки либо в полость (желудок, кишечник, носоглотка). Внешнесекреторной функцией обладают пищеварительные, потовые, сальные, слезные и половые железы.

**Внутренняя секреция** – выделение специализированными клетками гормонов в межклеточное пространство, а оттуда в кровь. Наряду с компактными эндокринными железами типа надпочечников или аденогипофиза к внутренней секреции способны отдельные диффузно расположенные клетки или группы таких клеток.

**Водно-солевой обмен** – совокупность процессов распределения воды и электролитов между вне- и внутриклеточными пространствами организма, а также между организмом и внешней средой.

**Возбудимость** – способность живых клеток отвечать на изменения внешней среды характерной для них активной реакцией возбуждения – генерацией потенциала действия.

**Возбуждающий постсинаптический потенциал** – локальная деполяризация постсинаптической мембраны, обусловленная присоединением молекул медиатора к рецепторным участкам хемозависимых каналов.

**Возбуждение** – свойство живых организмов, активный ответ возбудимой ткани на раздражение. Основная функция нервной системы, направленная на реализацию того или иного способа активации организма.

**Ворсинка кишечника** – выпячивание слизистой оболочки тонкого отдела кишечника, образованное всеми ее слоями.

**Время рефлекса** – время от начала действия раздражителя до начала ответной реакции органа.

**Высшая нервная деятельность** – условно-рефлекторная деятельность ведущих отделов головного мозга (больших полушарий и переднего мозга), обеспечивающих адекватные и наиболее совершенные отношения целого организма к внешнему миру, т. е. поведение.

**Вязкость** – показатель, который характеризует внутреннее сцепление составных частей крови.

## Г

**Газообмен** – обмен газов между организмом и внешней средой, характеризующийся потреблением кислорода и выделением углекислоты.

**Гамета** – репродуктивная (половая) клетка, имеющая гаплоидный (одинарный) набор хромосом и участвующая в половом размножении.

**Гаметогенез** – развитие половых клеток (гамет).

**Гамма-аминомасляная кислота (ГАМК)** – тормозной нейромедиатор в центральной нервной системе, взаимодействующий как с ионотропными, так и с метаботропными рецепторами.

**Ганглий** – нервный узел, ограниченное скопление нейронов и нервных волокон, расположенное по ходу нерва и окруженное соединительнотканной капсулой.

**Гаструла** – фаза зародышевого развития, следующая за бластулой.

**Гаструляция** – процесс деления зародыша на зародышевые листки, т. е. пласты клеток.

**Гематокрит** – процентное соотношение между плазмой крови и форменными элементами.

**Гемоглобин** – железосодержащий белковый пигмент крови, находящийся в эритроцитах.

**Гемолиз** – выход гемоглобина в плазму, вызванный повреждением оболочки эритроцита.

**Гемопоз** – кроветворение, процесс образования форменных элементов крови.

**Гемостаз** – остановка тока крови, прекращение кровотечения.

**Ген** – наименьший участок хромосомы, обуславливающий синтез определенного белка.

**Генотип** – генетическая конституция индивидуума, совокупность наследственных задатков клетки.

**Гидролиз** – химическая реакция взаимодействия вещества с водой, при которой происходит разложение этого вещества и воды с образованием новых соединений.

**Гипергликемия** – увеличение уровня глюкозы в крови.

**Гиперполяризация** – увеличение значения мембранного потенциала, обычно приводящее к уменьшению возбудимости клетки.

**Гипертония** – повышение тонуса сосудистых стенок, тканей и артериального давления.

**Гипоксия** – кислородное голодание; пониженное содержание кислорода в организме или отдельных органах и тканях.

**Гипоталамус** – область промежуточного мозга, расположенная книзу от таламуса, высший центр регуляции вегетативных функций, важнейшая мотивационная структура мозга.

**Гипофиз** – железа внутренней секреции, функционально связанная с гипоталамусом и вырабатывающая пептидные гормоны.

**Гипофункция** – пониженная функция органов и тканей.

**Гиппокамп** – парное образование, часть старой коры большого мозга, относящаяся к лимбической системе; роль гиппокампа связывают с формированием эмоций, а также с процессами научения и памяти.



**Гистогенез** – формирование из каждого зародышевого листка определенных тканей; совокупность закономерных протекающих в организме процессов, обеспечивающих возникновение, существование и восстановление тканей с их специфическими в разных органах свойствами.

**Гликозурия** – выведение глюкозы с мочой.

**Гликолиз** – ферментативный анаэробный процесс распада глюкозы до молочной кислоты с накоплением энергии и АТФ.

**Глия** – один из двух типов клеток, встречающихся в центральной нервной системе.

**Глюкагон** – пептидный гормон поджелудочной железы, повышающий уровень глюкозы в крови.

**Глюкокортикоиды** – гормоны пучковой зоны коркового вещества надпочечников (кортизол, кортикостерон).

**Глюконеогенез** – биохимический процесс образования глюкозы из неуглеводных предшественников.

**Головной мозг** – передний отдел центральной нервной системы, расположенный в черепномозговой коробке, состоящий из большого и ромбовидного мозга, управляющий поведенческими реакциями и функциями организма и регулирующий взаимоотношения организма с окружающей средой.

**Гомеостаз** – совокупность процессов, обеспечивающих поддержание или восстановление постоянства внутренней среды организма.

**Гонада** – половая железа (яичники у женщин, семенники у мужчин); образует половые клетки и секретирует половые гормоны.

**Гормоны** – биологически активные вещества, которые выделяются в кровь железами внутренней секреции, группами клеток или отдельными клетками и специфически действуют на другие клетки.

**Гортань** – полость перед входом в трахею, образованная хрящами, участвующая в проведении воздуха в трахею, препятствующая попаданию пищи в дыхательные пути и содержащая голосовой аппарат.

**Градиент** – вектор, показывающий направление наискорейшего изменения данной величины, имеющей неодинаковые значения в разных точках определенного пространства.

**Гранулоциты (зернистые лейкоциты)** – подгруппа белых клеток крови, характеризующихся наличием крупного сегментированного ядра и присутствием в цитоплазме специфических гранул, которые в зависимости от особенностей восприятия ими стандартных красителей делятся на *нейтрофильные, эозинофильные и базофильные*.

**Гуморальная регуляция** – регуляция жизнедеятельности органов и систем, осуществляемая биологически активными веществами, растворенными в жидких средах организма.

## Д

**Давление онкотическое** – часть осмотического давления, создаваемая растворенными в жидкостях организма белками.

**Давление осмотическое** – сила, вызывающая движение растворителя (молекул воды) через полупроницаемую мембрану из области меньшей в область большей концентрации растворенного вещества.

**Дендрит(-ы)** – сильно ветвящиеся отростки нейрона, представляющие область формирования входных сигналов. По дендриту импульс проходит к телу нейрона.

**Деполаризация** – уменьшение величины мембранного потенциала клетки, обусловленное вхождением в нее положительных зарядов.

**Дефекация** – выделение каловых масс из прямой кишки.

**Дефибринация** – освобождение крови от фибрина.

**Диастола** – фаза расслабления миокарда.

**Дивергенция** – вариант взаимодействия нейронов, при котором одна пресинаптическая клетка ветвями своего аксона образует синапсы с несколькими постсинаптическими нейронами.

**Дистальный** – расположенный дальше от центра или срединной линии тела.

**Диурез** – мочеотделение; количество мочи, выделенное за определенное время.

**Дифференцировка** – процесс возникновения и нарастания в раннем онтогенезе структурных и функциональных различий между отдельными клетками и частями зародыша.

**Диффузия** – процесс переноса вещества из области с высокой концентрацией в область с низкой концентрацией.

**ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота)** – содержащийся в клеточном ядре биополимер, кодирующий информацию о синтезе белка и определяющий наследственную передачу признаков и свойств организма.

**Доминанта** – временно преобладающая над другими функциональная система мозга («очаг возбуждения»).

**Дробление** – ряд последовательных митотических делений оплодотворенной яйцеклетки.

**Дыхание** – физиологический процесс обмена газами между организмом и внешней средой.

**Дыхательный коэффициент** – это отношение объема выделенной углекислоты к объему потребленного кислорода ( $DK = CO_2 / O_2$ ).

**Дыхательный объем легких** – количество воздуха, которое человек вдыхает и выдыхает при спокойном дыхании.

**Дыхательный центр** – система взаимосвязанных нейронов, управляющих процессом внешнего дыхания и находящихся в ретикулярной формации ствола.

## Ж

**Железа потовая** – трубчатая железа, расположенная в толще кожи; потовые железы участвуют в терморегуляции и регуляции водно-солевого обмена.

**Железистый эпителий** – специализированный эпителий, состоящий из секреторных клеток (гландулоцитов), синтезирующих и выделяющих секрет.

**Железы** – органы, выполняющие секреторную функцию.

**Железы слюнные** – три пары внешнесекреторных желез (околоушные, подчелюстные, подъязычные), продуцирующие слюну в полость рта.

**Желтое тело** – временная эндокринная железа, развивающаяся в яичнике после овуляции и выделяющая гормон прогестерон.

**Желудок** – полостной орган мешковидной формы, в котором пища задерживается и частично переваривается.

**Желудочки головного мозга** – полости головного мозга, наполненные ликвором; различают боковые (первый и второй), третий и четвертый желудочки.

**Желчь** – секрет печени, выделяющийся в просвет двенадцатиперстной кишки.

**Жизненная емкость легких (ЖЕЛ)** – максимальное количество воздуха, выдыхаемое после самого глубокого вдоха. ЖЕЛ является одним из основных показателей состояния системы внешнего дыхания.

## З

**Закон градиента** – быстрота нарастания силы раздражителя.

**Запаздывательное торможение** – торможение, наступающее тогда, когда подкрепление условного сигнала безусловным раздражителем осуществляется с большим опозданием (2–3 мин) по отношению к моменту предъявления условного раздражителя.

**Запредельное торможение** – возникает при действии стимулов, возбуждающих соответствующие корковые структуры выше присутствующего им предела работоспособности, и обеспечивает тем самым реальную возможность ее сохранения или восстановления.

**Зигота** – диплоидная клетка, образовавшаяся в результате слияния женской и мужской гамет; начальная стадия развития зародыша.

## И

**Ингибитор** – вещество, подавляющее, тормозящее определенный биохимический или физиологический процесс.

**Индукция** – свойство основного нервного процесса (возбуждения или торможения) вызывать вокруг себя и после себя противоположный эффект.

**Инспирация** – вдох.

**Инсулин** – пептидный гормон поджелудочной железы, понижающий уровень сахара в крови, способствующий утилизации глюкозы и синтезу углеводов, жиров и белков в клетках.

**Интернейроны** (синоним: *вставочные нейроны*) – одна из трех функциональных разновидностей нейронов (наряду с сенсорными и эфферентными), преобладающая в центральной нервной системе.

**Интерорецепторы** – многочисленная группа рецепторов, расположенных во внутренних органах, тканях и сосудистом русле и возбуждающихся при изменениях каких-либо параметров внутренней среды организма.

**Иррадиация** – распространение процесса (например возбуждения) из одного участка на другие.

## К

**Каналы ионные** – трансмембранные белки, обеспечивающие пассивный ток ионов через клеточную мембрану.

**Капилляр** – мельчайший кровеносный сосуд, через стенки которого происходит обмен веществ и газов между клетками и кровью; диаметр капилляров – от 2 до 20 мкм, их стенки образованы одним слоем эндотелиальных клеток.

**Катаболизм** – совокупность процессов распада тканевых и клеточных структур, а также расщепления сложных соединений для энергетического или пластического обеспечения жизнедеятельности.

**Катехоламины** – гормоны мозгового вещества надпочечников, нейромедиаторы симпатического отдела вегетативной нервной системы (адреналин, норадреналин).

**Кислородная емкость крови** – максимальное количество кислорода, поглощаемого 100 мл крови.

**Кишечные крипты** – углубления эпителия слизистой оболочки кишечника в виде простых трубчатых желез.

**Клетка** – структурно-функциональная единица всех организмов; элементарная живая система, основа строения и жизнедеятельности человека.

**Клетки-мишени** – клетки, на которые гормон оказывает действие.

**Конвекция** – основной вид отдачи тепла в окружающую среду.

**Конвергенция** – способ взаимодействия нейронов, при котором два или несколько пресинаптических нейронов образуют синапсы с одним постсинаптическим нейроном.

**Концентрация** – явление, обратное иррадиации; способность нервных процессов ограничивать сферу своего распространения исходным очагом возникновения.

**Кора ассоциативная** – область коры больших полушарий, интегрирующая различную сенсорную и моторную информацию для осуществления произвольных действий. Выделяют три ассоциативных области коры: 1) теменно-височно-затылочную; 2) префронтальную и 3) лимбическую.

**Кора больших полушарий** – важнейшая составная часть больших полушарий мозга, функционально разделяющаяся на сенсорные, моторные и ассоциативные области.

**Кортизол** – гормон коры надпочечников стероидного происхождения, относится к глюкокортикоидам, является основным гормоном стресса.

**Кортикостероиды** – стероидные гормоны коры надпочечников; подразделяются на *глюкокортикоиды* (кортизол и кортикостерон) и *минералкортикоиды* (альдостерон).

**Красный костный мозг** – важнейший орган кроветворной системы, осуществляющий гемопоэз, или кроветворение (процесс создания новых клеток крови взамен погибающих и отмирающих), а также один из органов иммунопоэза, образованный ретикулярной тканью и заполняющий полости и губчатое вещество трубчатых и плоских костей, позвонков.

**Кровь** – жидкая ткань, циркулирующая в кровеносной системе человека и состоящая из плазмы и форменных элементов крови: эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов.

**Кровяное давление** – гидродинамическое давление крови в сосудах, возникающее вследствие работы сердца, нагнетания крови в сосуды и упругости сосудистых стенок.

## Л

**Лабильность** – функциональная подвижность клетки, определяемая наибольшей скоростью перехода от покоя к возбуждению и снова к покою; мерой лабильности служит максимальное число потенциалов действия, генерируемых в клетке за единицу времени.

**Латентный** – скрытый, непроявляющийся.

**Латеральный** – боковой; термин, указывающий на дальнейшее расположение органа или его части от срединной плоскости.

**Легкие** – парный орган дыхания, окружающий сердце и заполняющий собой практически всю грудную клетку, в котором осуществляется газообмен между вдыхаемым воздухом и кровью.

**Лейкемия** – резко выраженное увеличение количества незрелых форм лейкоцитов крови.

**Лейкограмма (лейкоцитарная формула)** – процентное соотношение отдельных форм лейкоцитов крови.

**Лейкопения** – понижение количества лейкоцитов в крови.

**Лейкоцитоз** – увеличение количество лейкоцитов в крови без образования патологических форм (в отличие от лейкоза). Лейкоцитоз различают *физиологический* и *патологический*.

**Лейкоциты** – белые кровяные клетки; функционально разнообразные, подвижные ядерные клетки, способные захватывать и переваривать микроорганизмы и инородные частицы, а также вырабатывать антитела.

**Либерины** – нейросекреты некоторых клеток гипоталамуса, выделяющиеся в кровь и стимулирующие образование гормонов передней доли гипофиза.

**Лимбическая система** – совокупность функционально связанных друг с другом структур мозга, расположенных в виде кольца в области соединения ствола и полушарий мозга (мамиллярные тела, гиппокамп, миндалина, свод, перегородка и прилегающие области древней коры); участвует в формировании мотиваций и эмоций.

**Лимфа** – бесцветная жидкость, образующаяся из плазмы крови путем ее фильтрации в межтканевые пространства и оттуда проникающая в лимфатическую систему, содержащая небольшое количество белков и различные клетки, главным образом лимфоциты, и обеспечивающая обмен веществ между кровью и тканями организма.

**Лимфатические сосуды** – транспортные пути лимфатической системы, образующиеся при слиянии лимфатических капилляров, по которым происходит отток лимфы из органов и тканей в вены.

**Лимфатический узел** – периферический орган лимфатической системы, округлой, овальной, бобовидной или гроздевидной формы, желтовато-бурого цвета, выполняющий функцию биологического фильтра, через который протекает лимфа, поступающая от органов и частей тела.

**Лимфоцитоз** – повышенное содержание в крови количества лимфоцитов.

**Липиды** – не растворяющиеся в воде жироподобные вещества, входят в состав биологических мембран, образуют энергетический запас, определяют особенности проведения нервных импульсов и т. д.

## М

**Макроглия** – клетки в мозге, заполняющие пространства между нейронами и окружающими их капиллярами.

**Матка** – непарный орган для внутриутробного развития зародыша и плода.

**Медиальный** – срединный; термин, указывающий на расположение органа или его части ближе к срединной плоскости.

**Медиаторы** – биологически активные вещества, выделяемые нервными окончаниями в качестве химического посредника для передачи сигнала постсинаптической клетке.

**Мезодерма** – средний зародышевый листок эмбриона (гастрюлы).

**Мембрана постсинаптическая** – воспринимающая часть синаптического контакта, к которой подходит окончание другой нервной клетки; содержит рецепторные белки со специфической чувствительностью к определенным нейромедиаторам.

**Мембрана пресинаптическая** – участвующая в образовании синапса часть пресинаптической клетки; через активные зоны пресинаптической мембраны происходит выделение молекул медиатора в синаптическую щель.

**Мембранный потенциал** – разность электрических зарядов между наружной и внутренней сторонами клеточной мембраны.

**Метаболизм** – обмен веществ, совокупность химических превращений в организме, обеспечивающих его жизнедеятельность.

**Метаболиты** – промежуточные или конечные продукты обмена веществ, образующиеся в результате биохимических реакций внутри клетки.

**Миелиновые нервные волокна** – нервные волокна, распространенные в периферической нервной системе и белом веществе мозга и имеющие в центре каждого волокна осевой цилиндр, одетый миелиновой оболочкой.

**Микроворсинки** – выросты цитоплазмы, покрытые плазматической мембраной и увеличивающие всасывающую поверхность клетки (например, в кишечном эпителии).

**Микроглия** – специализированный класс глиальных клеток центральной нервной системы, которые являются фагоцитами, уничтожающими инфекционные агенты и разрушающими нервные клетки.

**Миндалины** – крупные скопления лимфоидной ткани на границе ротовой полости и глотки.

**Миндалины мозга** (синоним: **миндалевидные ядра**) – скопления серого вещества в глубине височных долей; являются частью лимбической системы, участвуют в формировании мотиваций и эмоций.

**Минералокортикоиды** – гормоны клубочковой зоны коркового вещества надпочечников (например, альдостерон).

**Минутный объем кровотока** – количество крови, выбрасываемое желудочком сердца в минуту.

**Миозин** – сократительный белок, входящий в состав миофибрилл мышечных клеток и участвующий в движении клетки.

**Миокард** – средний слой стенки сердца, состоящий из сердечной поперечнополосатой мышечной ткани.

**Миометрий** – мышечная оболочка матки.

**Миофибриллы** – специальные органеллы цитоплазмы мышечных клеток, ответственные за сокращение мышечного волокна.

**Митохондрии** – клеточные органеллы, содержащие ферменты системы переноса электронов и окислительного фосфорилирования, которые обеспечивают продукцию и накопление энергии, необходимой для жизнедеятельности клетки.

**Мозжечок** – примыкающий сзади к стволу отдел головного мозга, участвующий в координации движений, регуляции мышечного тонуса, сохранении позы и равновесия тела.

**Мозолистое тело** – толстый пучок нервных волокон, соединяющий полушария мозга и обеспечивающий их совместную деятельность.

**Моноцитоз** – повышение количества моноцитов в крови.

**Моноцитопения** – понижение количества моноцитов в крови.

**Морула** – стадия раннего эмбрионального развития зародыша, которая начинается с завершением первого дробления зиготы; шаровидная структура, содержащая от 12 до 32 бластомеров.



**Мост** – часть ствола мозга, расположенная спереди от продолговатого мозга и содержащая важные проводящие двигательные и чувствительные пути.

**Мочевой пузырь** – полый мышечный орган грушевидной формы, являющийся резервуаром для мочи.

**Мочеиспускательный канал** – короткая трубка, отходящая от мочевого пузыря и впадающая в каналы половых путей.

**Мочеточники** – длинные узкие трубочки, идущие от ворот почек до мочевого пузыря вдоль боковых стенок брюшной полости.

**Мышечное волокно** – функциональная единица поперечнополосатой мышцы, образованная слиянием многих клеток; содержит большое количество миофибрилл, создающих характерную поперечную исчерченность и обеспечивающих сокращения мышцы.

**Мышечный тонус** – постоянно поддерживаемое небольшое сокращение мышц, определяющее их сопротивление давлению и растяжению, а также способствующее поддержанию определенной позы.

## Н

**Надпочечники** – парные железы внутренней секреции, красно-бурого цвета, удлинненно-овальной или треугольной формы, расположенные впереди почек в забрюшинном пространстве.

**Насос натрий-калиевый** – трансмембранный белок, переносящий через клеточную мембрану ионы натрия и калия против электрохимических градиентов.

**Незаменимые жирные кислоты** – комплекс ненасыщенных жирных кислот: линолевой, линоленовой, арахидоновой.

**Нейрогипофиз** – задняя доля гипофиза, в которой заканчиваются аксоны нейросекреторных клеток супраоптического и паравентрикулярного ядер гипоталамуса, выделяющие в кровь свои нейрогормоны: вазопрессин и окситоцин.

**Нейроглия** – совокупность вспомогательных клеток нервной ткани (глиоцитов), не способных к проведению нервного импульса.

**Нейрон** – структурная и функциональная единица нервной ткани; нервная клетка, способная к выработке и проведению нервного импульса.

**Нейропептиды** – эндогенные биологически активные вещества ЦНС, регулирующие интегративные функции мозга (память, сон и т. д.).

**Нерв** – совокупность нервных волокон, проводящих электрические сигналы от рецепторов в центральную нервную систему или от центральной нервной системы к эффекторам.

**Нервная трубка** – эмбриональная структура, из которой развивается центральная нервная система.

**Нервно-мышечный синапс** – место иннервации мышцы, образуемое окончаниями аксона мотонейрона и концевой пластинкой, являющейся постсинаптической мембраной.

**Нервные окончания** – места контакта отростка нервной клетки с различными структурами не нервной природы (например мышечным волокном, клетками железистого или покровного эпителия и др.).

**Нервный импульс** – потенциал действия, распространяющийся по нервному волокну благодаря возбуждению его мембраны.

**Нервный центр** – совокупность нейронов, связанных друг с другом синапсами и согласованно включающихся в регуляцию определенной функции или в осуществление рефлекторного акта.

**Нефрон** – структурно-функциональная единица почки.

**Норадреналин** – низкомолекулярный медиатор симпатического отдела вегетативной нервной системы; наряду с адреналином выделяется мозговым веществом надпочечников в качестве гормона.

## О

**Обратная связь** – механизм непрерывного слежения за величиной какого-либо параметра, позволяющий точно и своевременно регулировать его в случае отклонения от заданного значения.

**Общий адаптационный синдром** – неспецифическая приспособительная нейрогуморальная реакция организма на действие неадекватных факторов внешней среды; в соответствии с теорией Селье подразделяется на три фазы: *тревоги*, *резистентности* и *истощения*.

**Общий обмен** – обмен веществ организма в условиях естественной жизни.

**Овогенез** – процесс развития женских половых клеток.

**Овуляция** – разрыв стенки фолликула и выход зрелой яйцеклетки из яичника, происходящие в определенный момент полового цикла под влиянием гормонов.

**Околощитовидные (паращитовидные) железы** – железы внутренней секреции, представляющие собой две пары мелких, удлинненно-овальных органов красноватого цвета, мягкой консистенции, лежащие рядом с щитовидной железой.

**Окситоцин** – гормон нейрогипофиза, стимулирующий сокращение гладкой мускулатуры матки.

**Онтогенез** – процесс индивидуального развития организма, проходящий весь жизненный цикл: от зиготы до смерти.

**Оогенез** – развитие женских половых клеток – яйцеклеток.

**Оплодотворение** – сложный комплекс физиологических процессов, приводящих к слиянию мужской и женской половых клеток в одну клетку – *зиготу*.

**Орган** – часть организма, построенная из взаимосвязанных тканей; имеет определенную форму, занимает определенное положение в организме и выполняет специфическую функцию.

**Органеллы (органоиды)** – постоянные структуры клетки, расположенные в ее цитоплазме, к которым относят митохондрии, комплекс Гольджи, клеточный центр, эндоплазматический ретикулум, рибосомы, лизосомы, осуществляющие определенные функции, жизненно необходимые для клетки.

**Организм** – живая, целостная, самостоятельная, исторически сложившаяся система, имеющая свое особое строение и развитие, обусловленное наследственными свойствами, взаимодействием его частей и влиянием среды.

**Органогенез** – процесс формирования и развития органов.

**Органы-мишени** – органы, на которые гормон оказывает действие.

**Осмоз** – процесс переноса растворителя из менее концентрированного раствора в более концентрированный через полупроницаемую мембрану.

**Основной обмен** – суммарная интенсивность обменных процессов, измеренная в условиях покоя.

## II

**Память** – способность живых систем к приобретению и использованию опыта. В зависимости от длительности хранения память подразделяется на *кратковременную* и *долговременную*.

**Парасимпатическая нервная система** – часть вегетативной нервной системы, функцией которой является поддержание постоянства внутренней среды организма на протяжении длительного времени, восстановительные процессы и запасание энергии.

**Паратгормон** – гормон околощитовидных желез, увеличивает уровень кальция в крови.

**Пейсмекеры** – водители ритма сердца; специализированные клетки, способные генерировать и поддерживать колебания, которые передаются по проводящим путям и вовлекают другие клетки в биологические ритмы.

**Первичная моча** – безбелковая жидкость, содержащая низкомолекулярные вещества, растворенные в плазме крови.

**Перикард** – околосердечная сумка, сердечная сорочка, образованная серозной оболочкой, в которой расположено сердце.

**Перистальтика** – волнообразно распространяющееся сокращение стенок пищеварительного тракта.

**Периферическая нервная система** – ганглии и нервы, находящиеся вне головного и спинного мозга, т. е. за пределами центральной нервной системы; разделяется на *соматическую* и *вегетативную части*.

**Печень** – паренхиматозный орган, являющийся самой крупной застенной пищеварительной железой организма, вырабатывающей желчь.

**Плазма крови** – жидкое межклеточное вещество крови, представляющее собой прозрачную или несколько мутную желтоватую жидкость, в котором взвешены форменные элементы и в состав которого входят вода и растворенные в ней белки, глюкоза, липиды, гормоны, витамины, ферменты, промежуточные и конечные продукты обмена веществ, неорганические ионы.

**Плазматическая мембрана** – оболочка клетки, окружающая ее цитоплазму, представленная наружным и внутренним липидными слоями и средним белковым слоем, отделяющая содержимое клетки от внешней среды, обеспечивая ее целостность, и регулирующая обмен между клеткой и средой.

**Пластичность** – способность нервных элементов к перестройке функциональных свойств под влиянием длительных внешних воздействий или при очаговых повреждениях нервной ткани.

**Плацента** – специфический внезародышевый орган, который возникает в конце зародышевого периода и существует до конца беременности.

**Плевра** – парная серозная оболочка грудной полости.

**Поведение** – форма жизнедеятельности человека, которая изменяет вероятность и продолжительность контакта с внешним объектом, способным удовлетворить имеющуюся у организма потребность.

**Поджелудочная железа** – железа пищеварительной системы, обладающая одновременно экзокринными и эндокринными функциями; в ее эндокринных клетках образуются гормоны инсулин и глюкагон.

**Подкожная клетчатка** – нижний слой кожи, образованный рыхлой соединительной тканью, содержащей жировые клетки, и связывающий кожу с подкожной мускулатурой.

**Полосатое тело** – одно из базальных (подкорковых) ядер большого мозга, состоит из хвостатого ядра и скорлупы, участвует в формировании программы движений.

**Порог** – минимальная сила раздражителя, вызывающая специфическую ответную реакцию.

**Постганглионарные волокна** – отростки нейронов ганглиев, идущие к иннервируемым органам.

**Постсинаптический потенциал** – локальное изменение мембранного потенциала клетки, возникающее при действии на нее входного сигнала (нейротрансмиттера).

**Потенциал действия** – волна возбуждения, перемещающаяся по мембране живой клетки в виде кратковременного изменения мембранного потенциала на небольшом участке возбудимой клетки, в результате которого наружная поверхность этого участка становится отрицательно заряженной по отношению к внутренней поверхности мембраны, в то время как в покое она заряжена положительно.

**Потенциал покоя** – трансмембранная разность потенциалов в состоянии физиологического покоя мембраны; преобладание отрицательных зарядов на внутренней стороне клеточной мембраны обусловлено диффузией катионов калия из клетки по концентрационному градиенту.

**Почки** – парные паренхиматозные органы мочеобразования, плотной консистенции, бобовидной, несколько уплощенной формы, красно-бурого цвета, расположенные в поясничной области.

**Преганглионарные волокна** – аксоны нейронов, выходящие за пределы центральной нервной системы.

**Проводимость** – способность живых тканей проводить возбуждение вдоль своих структур.

**Проводящая система сердца** – совокупность образований атипической мускулатуры (узлов, пучков, волокон), обладающих способностью генерировать возбуждение и проводить его ко всем отделам сердечной мышцы, обеспечивая их координированные сокращения.

**Проводящие пути центральной нервной системы** – тесно расположенные одно возле другого нервные волокна, соединяющие различные отделы ЦНС, объединенные в системы, характеризующиеся общностью морфологического строения и функции.

**Проксимальный** – расположенный ближе к центру или срединной линии тела.

**Пролактин** – гормон аденогипофиза, стимулирующий секрецию молока в период лактации.

**Промежуточный мозг** – часть ствола мозга, включающая таламус, гипоталамус, латеральное и медиальное коленчатые тела, эпителиум.

**Проприоцепторы** – рецепторы, обеспечивающие получение информации о положении различных частей тела.

**Простагландины** – производные 20-углеродных жирных кислот, обладающие высокой биологической активностью; воздействуют на органы через цАМФ.

## Р

**Радужная оболочка** – оболочка, располагающаяся в передней части ресничного тела и состоящая из соединительной ткани, содержащей сосуды, пучки гладкомышечных клеток и пигментные клетки.

**Раздражимость** – способность живых тканей переходить из состояния физиологического покоя в состояние активности под влиянием определенных факторов внешней или внутренней среды (раздражителей).

**Раздражитель** – фактор внешней или внутренней среды, который оказывает на чувствительные окончания (рецепторы) влияние, изменяющее их активность.

**Растяжимость** – способность мышц удлиняться.

**Реабсорбция** – обратное всасывание воды и растворенных в ней веществ в почках и железах с целью регуляции состава жидкостей.

**Реакция** – ответ организма на те или иные внешние или внутренние раздражения.

**Регенерация** – восстановление организмом утраченных или поврежденных органов и тканей.

**Резистентность** (синоним: *сопротивляемость*) – устойчивость организма к действию повреждающих факторов среды.

**Ренин** – биологически активное вещество почек.

**Ресничное тело** – утолщенная передняя часть сосудистой оболочки глазного яблока, состоящая из соединительной ткани и пучков гладкомышечных клеток.

**Ретикулярная формация** – совокупность структур, занимающих центральную область ствола; получает афферентную информацию от сенсорных проводящих путей, играет важную роль в механизмах сна и бодрствования, контролирует рефлекторную деятельность спинного мозга, участвует в регуляции вегетативных функций.

**Ретракция крови** – самопроизвольное отделение сгустка от сывотки крови при отстаивании.

**Рефлекс** – ответная реакция на раздражение рецепторов при участии центральной нервной системы.

**Рефлекторная дуга** – путь, проходимый нервными импульсами при осуществлении рефлекса; состоит из рецепторов, афферентных нейронов, вставочных нейронов, эфферентных нейронов и эффекторов (рабочих органов).

**Рефрактерность** – возникающее во время возбуждения и следующее за ним кратковременное состояние временной невозбудимости мембраны и инактивации натриевых каналов.

**Рецептивное поле** – область, занимаемая совокупностью всех рецепторов, стимуляция которых приводит к возбуждению определенного сенсорного нейрона.

**Рецептор(-ы)** – 1) высокоспециализированное образование, способное воспринять, трансформировать и передать энергию внешнего стимула в нервную систему и 2) мембранные белки, имеющие участки, специфически связывающие определенные молекулы (нейромедиаторы, гормоны, биологически активные вещества).

**Рибосомы** – органеллы, на которых происходит синтез белка в клетке.

**Роговица** – тонкая, прозрачная оболочка, находящаяся в передней части глазного яблока и состоящая из соединительной ткани, покрытой с двух сторон эпителием.

## С

**Свертывание крови** – превращение ее из жидкого состояния в желеобразный сгусток.

**Секрет** – специфический продукт жизнедеятельности клетки, выполняющий определенную функцию и выделяющийся на поверхность эпителия или во внутреннюю среду организма.

**Секреция** – процесс образования в клетке специфического продукта определенного функционального назначения и последующего его выделения из клетки.

**Селезенка** – непарный, плоский, удлинённый орган красного или серо-фиолетового цвета, мягкой консистенции, располагающийся в левом подреберье и выполняющий кроветворную и иммунную функции.

**Сенсорная система** – совокупность определенных структур центральной нервной системы, связанных нервными путями с рецепторным аппаратом и друг с другом, функцией которых является анализ раздражений одинаковой физической природы, который завершается кодированием внешнего сигнала.

**Сердце** – полый мышечный орган, разделенный на четыре полости, расположенный в околосердечной сумке в левой половине грудной клетки и выполняющий функцию насоса в кровеносной системе.

**Серотонин** – биологически активное соединение из группы биогенных аминов; служит нейромедиатором, стимулирует перистальтику кишечника, действует на гладкую мускулатуру некоторых сосудов, участвует в развитии аллергических реакций.

**Сетчатка** – внутренняя оболочка глазного яблока, содержащая фоторецепторные клетки (палочки и колбочки), а также тела и аксоны нейронов, образующих зрительный нерв.

**Симпатическая нервная система** – часть вегетативной нервной системы, ганглии которой расположены на значительном расстоянии от иннервируемых органов. Активация вызывает возбуждение сердечной деятельности.

**Синапс** – область функционального соединения одного нейрона с другим или нейрона с эффектором, где происходит передача нервных сигналов от одной клетки к другой.

**Синаптическая щель** – узкое пространство между пресинаптической и постсинаптической мембранами, заполненное жидкостью, напоминающей по составу плазму крови.

**Систола** – сокращение миокарда.

**Систолической объем крови** – объем крови, выбрасываемый желудочками во время систолы.

**Скелет** – пассивная часть аппарата движения, состоящая из костей, хрящей, суставов и связок, выполняющая опорную функцию и служащая защитой для внутренних органов.

**Склера (белочная оболочка)** – самая наружная оболочка глазного яблока; толстая, плотная, непрозрачная оболочка белого цвета, состоящая из плотной соединительной ткани.

**Собирательные трубочки** – конечные разветвления мочеточника, проникающие в паренхиму почки и срастающиеся с концами нефронов.

**Соматический** – телесный, относящийся к телу (например соматические мышцы).

**Сперматогенез** – развитие мужских половых клеток – спермиев, или сперматозоидов.

**Спинной мозг** – отдел центральной нервной системы; цилиндрический тяж, находящийся в позвоночном канале и выполняющий рефлекторную и проводниковую функции.



**Спинномозговая жидкость** – прозрачная жидкость, заполняющая желудочки мозга, центральный канал спинного мозга и пространство между оболочками мозга.

**Спинномозговые ганглии (узлы)** – округлые или овальные тельца, представляющие собой скопления нейронов, расположенные по бокам спинного мозга на дорсальных корешках спинномозговых нервов и около головного мозга на чувствительных черепномозговых нервах.

**Средний мозг** – часть мозга, расположенная спереди от моста, включающая в себя ножки мозга и четверохолмие; содержит красное ядро, черную субстанцию; участвует в осуществлении многих моторных и сенсорных функций.

**Статины** – гормоны гипоталамуса, тормозящие секрецию аде-ногипофиза.

**Ствол мозга** – часть мозга, расположенная между спинным мозгом и полушариями; включает продолговатый мозг, мост и средний мозг.

**Стекловидное тело** – прозрачное желеобразное межклеточное вещество, заполняющее стекловидную камеру глаза и выполняющее светопреломляющую функцию.

**Стресс** – совокупность всех неспецифических изменений, возникающих под влиянием любых сильных воздействий (стрессоров) и сопровождающихся перестройкой защитных систем организма.

**Стрессор(-ы)** – факторы, вызывающие стресс: тяжелая работа, охлаждение, перегревание, боль, недостаток кислорода во вдыхаемом воздухе, лишение пищи, воды, межличностные конфликты и т. п.

**Суммация временная** – увеличение амплитуды постсинаптического потенциала вследствие ритмического возбуждения пресинаптического нейрона через короткие промежутки времени.

**Суммация пространственная** – сложение небольших постсинаптических потенциалов, возникающих в нескольких регионах нейрона и пассивно распространяющихся к интегративной зоне, где общая сумма сдвигов достигает в итоге критического уровня деполяризации; обычно происходит в результате конвергенции афферентных сигналов к одной клетке.

**Сурфактант** – смесь поверхностно-активных веществ, выстилающая легочные альвеолы изнутри и препятствующая слипанию стенок альвеол при дыхании.

## Т

**Тактильные рецепторы** – расположенные в коже рецепторы, возбуждающиеся при внешних механических воздействиях.

**Таламус** (синоним: **зрительный бугор**) – парное образование, отдел промежуточного мозга, где происходит переключение большинства афферентных сигналов, передающихся к коре мозга.

**Тахикардия** – учащение частоты сердечных сокращений.

**Теплоизлучение** – отдача организмом тепла в окружающую среду инфракрасными лучами.

**Теплопроводение** – отдача тепла предметам, которые непосредственно соприкасаются с телом.

**Терморегуляция** – поддержание температуры тела в пределах ограниченного диапазона при изменении уровня внутреннего теплообразования и температуры окружающей среды; обеспечивается средствами гомеостатического и поведенческого регулирования.

**Тестостерон** – основной мужской половой гормон, андроген, секретлируемый интерстициальными клетками яичек, а также в небольших количествах яичниками и корой надпочечников.

**Тетанус** – сильное и длительное сокращение мышцы, наблюдающееся при высокочастотной ритмической активности мотонейронов.

**Тимус (вилочковая железа)** – центральный орган иммунной системы; непарный орган, имеющий форму вилки, развитый преимущественно в раннем возрасте и выполняющий кроветворную и эндокринную функции.

**Тиреокальцитонин** – гормон паращитовидных желез, уменьшает уровень кальция в крови.

**Тироксин** – содержащий йод гормон щитовидной железы, ускоряющий окислительные реакции в организме.

**Толерантность** – способность организма переносить действие неблагоприятных факторов среды.

**Тонус мышц** – состояние частичного сокращения мышцы, при котором ее напряжение не производит движение; обеспечивается активностью нервной системы.

**Торможение** – активный, неразрывно связанный с возбуждением процесс, приводящий к задержке деятельности нервных центров или рабочих органов.

**Торможение безусловное** – разновидность коркового торможения. В отличие от условного торможения наступает без предварительной выработки. Включает в себя: 1) *индукционное (внешнее) торможение*; 2) *запредельное (охранительное) торможение*.

**Торможение постсинаптическое** – гиперполяризация постсинаптической клетки, вызванная действием тормозных нейронов и уменьшающая вероятность возникновения потенциалов действия в постсинаптической клетке.

**Торможение пресинаптическое** – действие тормозного нейрона на аксон возбуждающего нейрона, приводящее к уменьшению количества выделяющегося из его окончания нейромедиатора.

**Транспорт через мембрану** – перемещение веществ в клетку или из нее; различают осуществляемый за счет энергии какого-либо градиента *пассивный транспорт* (диффузия, осмос, фильтрация) и *активный транспорт* – перенос веществ против градиентов за счет энергии метаболических процессов.

**Трахея** – трубка, лежащая перед пищеводом, в стенке которой находятся незамкнутые хрящевые кольца, проводящая воздух из гортани в бронхи.

**Тромб** – образование сгустка крови в кровеносном сосуде, приводит к уменьшению или полному прекращению тока крови.

**Тромбоцитоз** – увеличение числа тромбоцитов в крови, что происходит при сгущении крови и т. п.

**Тромбоцитопения** – уменьшение количества тромбоцитов в периферической крови.

**Тромбоциты** – кровяные пластинки; безъядерные клетки крови неправильной формы, участвующие в свертывании крови.

## У

**Условное (внутреннее) торможение** – носит условный характер и требует специальной выработки. Биологический смысл его в том, что изменившиеся условия внешней среды требуют адаптивного приспособительного изменения в условно-рефлекторном поведении.

**Условный рефлекс** – приобретенный рефлекс, свойственный отдельному индивиду. Возникает в течение жизни человека и не закрепляется генетически (не передается по наследству).

**Утомление мышц** – понижение или прекращение деятельности мышцы в результате длительных или частых ее сокращений.

## Ф

**Фагоцитоз** – процесс поглощения клеткой твердых объектов, таких как клетки эукариот, бактерии, вирусы, остатки мертвых клеток и т. п.

**Фермент** – биологический катализатор белковой природы, ускоряющий определенную химическую реакцию.

**Физиология** – наука, изучающая жизнедеятельность организма и его частей (систем, органов, тканей, клеток), выявляющая причины, механизмы и закономерности жизнедеятельности организма и взаимодействия его с окружающей средой.

**Фоторецептор(-ы)** – светочувствительные сенсорные нейроны сетчатки глаза, содержащиеся во внешнем зернистом слое сетчатки и отвечающие гиперполяризацией в ответ на адекватный этим рецепторам сигнал – свет.

**Функциональная система** – динамически саморегулирующаяся организация, все составные элементы которой взаимодействуют друг с другом для получения полезного приспособительного результата.

## Х

**Хвостатое ядро** – парное образование, входящее в состав базальных ганглиев, участвует в организации движений.

**Хорион** – наружная зародышевая оболочка, существующая практически на всем протяжении внутриутробного развития, выполняющая защитную и питательную функции и покрытая снаружи ворсинками, которые врастают в слизистую оболочку матки, образуя плаценту.

**Хромосома** – самовоспроизводящийся структурный элемент ядра клетки, содержащий ДНК, в которой заключена генетическая (наследственная) информация.

**Хрусталик** – прозрачное эластичное двояковыпуклое образование, образованное эпителиальными клетками и выполняющее функцию светопреломляющей среды глаза.

## Ц

**Центр нервной системы** – функциональное объединение вставочных нейронов, расположенных в разных областях и осуществляющих регуляцию какой-либо специализированной функции организма.

**Центральная нервная система** – часть нервной системы, состоящая из головного и спинного мозга.

**Центробежные волокна** (синоним: *эфферентные*) – нервные волокна, проводящие возбуждение из центральной нервной системы к эффекторам (мышцы, железы).

**Центростремительные волокна** (синоним: *афферентные*) – нервные волокна, проводящие возбуждение от периферических рецепторов в центральную нервную систему; образованы отростками клеток, находящихся в спинальных ганглиях.

**Цитоплазма** – часть клетки за исключением ядра, ограниченная клеточной мембраной.

**Цитоскелет** – сеть микротрубочек, микрофиламентов и нейрофиламентов, а также другие белки, примыкающие к внутренней стороне клеточной мембраны.

## Ч

**Черепномозговые нервы** – 12 пар нервов, соединенных своими корешками со стволом мозга; иннервируют мышцы головы и шеи, а также содержат чувствительные волокна от этих областей тела, внутренних органов и кровеносных сосудов.

**Черная субстанция** – выделяемая анатомически область среднего мозга; функционально связана с подкорковыми ядрами, участвующими в планировании и инициации движений.

**Чувствительность** – способность живых организмов реагировать на различного рода раздражители, исходящие из внешней и внутренней среды, с целью формирования адаптивных поведенческих реакций.

## Ш

**Шванновские клетки** – разновидность клеток глии; создают миелиновую оболочку отростков нейронов периферической нервной системы.

**Щитовидная железа** – непарная эндокринная железа, расположенная на шее спереди гортани, состоящая из двух долей, соединенных перешейком, и вырабатывающая йодсодержащие гормоны.

## Э

**Экзогенный** – имеющий внешнее происхождение.

**Экзокринные железы** – железы внешней секреции, вырабатывающие секрет, который выделяется на поверхность тела или в полость органов.

**Экзоцитоз** – распространенный механизм внешней и внутренней секреции, при котором секреторные гранулы приближаются к внутренней поверхности клеточной мембраны, сливаются с ней, а затем выбрасывают содержимое гранулы через образующееся отверстие.

**Экскреты** – конечные продукты метаболизма, выделяемые из организма.

**Экспирация** – выдох.

**Экстерорецепторы** – рецепторы, воспринимающие раздражения из внешней среды.

**Эктодерма** – наружный зародышевый листок эмбриона (гастрюлы), из которого в дальнейшем формируются клетки, образующие нервную систему.

**Электрод** – датчик, с помощью которого осуществляется отведение биоэлектрической активности либо стимуляция определенных участков мозга.

**Электрокардиограмма (ЭКГ)** – графическая запись, регистрирующая с помощью электрического прибора работу сердца, пульсацию сердечной мышцы.

**Электрокардиография** – методика регистрации и исследования электрических полей, образующихся при работе сердца.

**Электроэнцефалограмма** – запись суммарной электрической активности головного мозга.

**Эмбриональный период** – период жизни особи с момента слияния сперматозоида с яйцеклеткой и образования зиготы до рождения, включающий три основных этапа развития: *дробление, гаструляцию, органогенез* и *гистогенез*.

**Эндогенный** – имеющий внутреннее происхождение.

**Эндокард** – внутренний слой стенки сердца, состоящий из соединительной ткани, выстланной со стороны полости сердца эндотелием.

**Эндокринные железы** – железы внутренней секреции, вырабатывающие гормоны, которые поступают непосредственно в кровь.

**Эндометрий** – слизистая оболочка матки.

**Эндоплазматический ретикулум** – органелла клетки, выполняющая функцию синтеза и транспорта белков и небелковых веществ.

**Энергетический обмен** – использование химической энергии в организме.

**Энтодерма** – внутренний зародышевый листок эмбриона (гастрюлы).

**Эпикард** – наружный слой стенки сердца, состоящий из соединительной ткани, покрытой снаружи мезотелием.

**Эритроцитоз** – временное увеличение числа эритроцитов в единице объема крови.

**Эритроциты** – безъядерные клетки крови, содержащие гемоглобин, основной функцией которых является перенос кислорода от легких к тканям тела, а от них к легким – углекислого газа.

**Эстрогены** – женские половые гормоны стероидного происхождения (эстрадиол, эстрон, эстриол), синтезируемые в яичниках, сетчатой зоне коры надпочечников и плаценте.

**Эукариоты** – организмы, клетки которых содержат хорошо оформленные ядра (в отличие от прокариотов).

**Эффекторы** – рабочие органы (мышцы, железы), функционирующие под управлением нервной системы и позволяющие организму отвечать на раздражители внешней и внутренней среды.

**Эфферентный** – выносящий, центробежный; используется для характеристики нейронов, передающих информацию из центральной нервной системы к эффекторам.

## Я

**Ядро клетки** – часть клетки, в которой находится ДНК, содержащая генетическую информацию и участвующая в синтезе белков.

## ВОПРОСЫ К ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОМУ ЗАЧЕТУ

1. Определение физиологии, ее задачи, основные разделы и связь с другими науками.
2. Основные методы физиологических исследований.
3. Основные принципы структурно-функциональной организации организма человека.
4. Нервная и гуморальная регуляция физиологических функций.
5. Понятие о гомеостазе.
6. Техника взятия крови у человека.
7. Общая характеристика системы крови. Функции крови.
8. Физико-химические свойства крови.
9. Буферные системы крови и их значение.
10. Состав плазмы и сыворотки крови.
11. Эритроциты, их строение, функции, количество.
12. Гемоглобин, его строение, функции, виды, количество.
13. Лейкоциты, их строение, классификация, функции, количество.
14. Методика подсчета эритроцитов и лейкоцитов в камере Горяева.
15. Методика выведения лейкоцитарной формулы и ее значение у человека.
16. Тромбоциты, их строение, функции, свойства, количество.
17. Свертывание крови, его фазы.
18. Группы крови, их характеристика. Резус-фактор. Методики определения. Переливание крови человека в зависимости от группы и резус-фактора.
19. Физиологические свойства сердечной мышцы.
20. Сердечный цикл и его фазы.
21. Проводящая система сердца и ее значение.
22. Электрокардиография и ее характеристика.
23. Кровяное давление, его виды.
24. Тоны сердца. Систолический и минутный объем кровотока. Кровоснабжение сердца.
25. Нейрогуморальная регуляция работы сердца.
26. Общая характеристика процессов дыхания. Механизм вдоха и выдоха. Типы дыхательных движений.
27. Внешнее и внутреннее дыхание. Транспорт газов кровью.



28. Жизненная емкость легких и ее составные части. Методика определения у человека.
29. Регуляция дыхания.
30. Методы исследования дыхательной системы у человека.
31. Сущность процесса пищеварения. Типы пищеварения.
32. Ротовое пищеварение. Состав слюны и механизм ее отделения. Особенности слюноотделения у человека.
33. Пищеварение в желудке. Состав желудочного сока и механизм его отделения.
34. Пищеварение в тонком отделе кишечника. Состав поджелудочного и кишечного соков, механизм их отделения.
35. Желчь, ее состав, механизм отделения и роль в пищеварении.
36. Моторика кишечника.
37. Пищеварение в толстом отделе кишечника.
38. Механизм всасывания питательных веществ из желудочно-кишечного тракта.
39. Методы исследования органов пищеварения.
40. Общая характеристика обмена веществ.
41. Обмен белков и его регуляция.
42. Обмен углеводов и его регуляция.
43. Обмен липидов и его регуляция.
44. Обмен энергии.
45. Теплообразование и теплоотдача у человека.
46. Какие градусники применяются для измерения температуры тела и кожи у человека? Как измерить температуру тела и кожи у человека?
47. Значение минеральных веществ и воды в жизнедеятельности человека.
48. Общая характеристика выделительных органов.
49. Состав и физико-химические свойства мочи.
50. Механизм мочеобразования и мочевыделения.
51. Регуляция функции почек.
52. Общая характеристика эндокринных желез. Характеристика гормонов и механизм их действия.
53. Гипоталамо-гипофизарная система.
54. Характеристика щитовидной и околощитовидных желез и их гормонов.
55. Характеристика надпочечников, эпифиза, тимуса и их гормонов.

56. Функция поджелудочной железы как внутренней секреции.
57. Общие закономерности онтогенеза человека. Критические периоды онтогенеза.
58. Гаметогенез и эмбриогенез.
59. Постнатальный онтогенез. Особенности течения онтогенеза: акселерация и ретардация.
60. Общие свойства возбудимых тканей.
61. Механизм возникновения возбуждения.
62. Механизм проведения возбуждения. Роль синапсов в проведении возбуждения.
63. Учение Н.Е. Введенского о парабииозе.
64. Механизм сокращения мышц.
65. Структура и функции нейронов. Взаимодействие нейронов.
66. Рефлекторная деятельность центральной нервной системы. Рефлекторная дуга, ее характеристика.
67. Свойства нервных центров.
68. Структура и функции спинного мозга.
69. Физиология ромбовидного мозга.
70. Физиология среднего мозга.
71. Физиология промежуточного мозга.
72. Физиология конечного мозга.
73. Физиология вегетативной нервной системы.
74. Виды рефлексов. Классификация условных рефлексов.
75. Механизм образования условного рефлекса.
76. Виды коркового торможения.
77. Учение И.П. Павлова о типах высшей нервной деятельности.
78. Общие свойства анализаторов.
79. Физиология зрительного анализатора.
80. Физиология слухового анализатора.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Физиология человека представляет собой комплекс естественнонаучных дисциплин, изучающих как жизнедеятельность организма в целом, так и отдельных систем и процессов, органов, клеток, клеточных структур. Физиология стремится раскрыть механизмы регуляции, закономерности жизнедеятельности организма и его взаимодействия с окружающей средой.

Изучение человека, учет возможностей его организма окажет помощь при решении самых различных вопросов. Так, на основе данных по физиологической оценке тяжести и напряженности труда обеспечивается научный подход к его нормированию. Анализ человеческого фактора способствует эффективному обоснованию и разработке мероприятий по снижению утомительности труда, а коррекция функционального состояния организма способствует поддержанию здоровья и высокого уровня работоспособности.

Повышение количества продукции, возрастание качества, снижение общей, профессиональной заболеваемости и травматизма невозможно без глубокого и всестороннего изучения физиологических процессов, протекающих в организме человека. Только зная механизмы и закономерности процессов жизнедеятельности органов и тканей в организме, можно планировать целенаправленные воздействия с целью изменения тех или иных органов и систем организма и корректировать их изменение или развитие в нужном направлении.

Освоение материала настоящего учебного пособия по нормальной физиологии человека, приведенных в нем основ функционирования организма человека, обеспечивающего нормальную деятельность всех органов и систем, – залог успеха последующего образовательного процесса и научных исследований в области охраны и оптимизации труда.

## ЛИТЕРАТУРА

### Основная

1. *Вайнер, Э. Н.* Валеология / *Э. Н. Вайнер.* – Москва: Флинта, 2001. – 416 с.
2. *Лысова, Н. Ф.* Анатомия и физиология человека / *Н. Ф. Лысова, Г. А. Корощенко, С. Р. Савина.* – Новосибирск; Москва: АРТА, 2011. – 270 с.
3. *Максимов, В. И.* Биология человека / *В. И. Максимов, В. А. Остапенко, В. Д. Фомина, Т. В. Ипполитова.* – Санкт-Петербург: Лань, 2015. – 368 с.
4. *Максимов, В. И.* Основы анатомии и физиологии человека / *В. И. Максимов, Т. В. Ипполитова, В. Д. Фомина;* под редакцией *В. И. Максимова.* – Москва: КолосС, 2004. – 167 с.
5. *Хаскин, В. В.* Экология человека / *В. В. Хаскин, Т. А. Акимова, Т. А. Трифонова.* – Москва: Экономика, 2008. – 366 с.

### Дополнительная

1. *Агаджанян, Н. А.* Нормальная физиология / *Н. А. Агаджанян, В. М. Смирнов.* – Москва: Медицинское информационное агентство, 2009. – 520 с.
2. *Анатомия, физиология, психология человека: краткий иллюстрированный словарь /* под редакцией *А. С. Батуева.* – Санкт-Петербург: Питер, 2011. – 256 с.
3. *Батуев, А. С.* Малый практикум по физиологии человека и животных / *А. С. Батуев, И. П. Никитина, В. Л. Журавлев, Н. Н. Соколова;* под ред. *А. С. Батуева.* – Санкт-Петербург, 2001. – 348 с.
4. *Батуев, А. С.* Физиология высшей нервной деятельности и сенсорных систем / *А. С. Батуев.* – Санкт-Петербург: Питер, 2008. – 316 с.
5. *Безруких, М. М.* Возрастная физиология / *М. М. Безруких, В. Д. Сонькин, Д. А. Фарбер.* – Москва: Академия, 2008. – 415 с.
6. *Капилевич, Л. В.* Физиология человека. Спорт: учебное пособие / *Л. В. Капилевич.* – Москва: Изд-во Юрайт, 2016. – 141 с.
7. *Назарова, Е. Н.* Здоровый образ жизни и его составляющие / *Е. Н. Назарова, Ю. Д. Жилов.* – 2-е изд. – Москва: Академия, 2008. – 254 с.

8. *Нефедова, В. В.* Основы валеологии: методические указания к практическим занятиям / *В. В. Нефедова*; Красноярский государственный аграрный университет. – Красноярск, 2007. – 40 с.
9. Начала физиологии / *А. Д. Ноздрачев, Ю.И. Баженов, И.А. Баранникова* [и др.]; под редакцией *А. Д. Ноздрачева*. – Санкт-Петербург: Лань, 2001. – 1088 с.
10. *Рубанович, В. Б.* Основы здорового образа жизни / *В. Б. Рубанович, Р. И. Айзман*. – Новосибирск; Москва: АРТА, 2011. – 254 с.
11. *Солодков, А. С.* Руководство к практическим занятиям по физиологии человека / *А. С. Солодков*. – Москва: Советский спорт, 2011. – 200 с.
12. *Успенская, Ю. А.* Физиология пищеварения / *Ю. А. Успенская*; Красноярский государственный аграрный университет. – Красноярск, 2014. – 114 с.
13. *Успенская, Ю. А.* Физиология сенсорных систем: учебно-методическое пособие / *Ю. А. Успенская*; Красноярский государственный аграрный университет. – Красноярск, 2003. – 22 с.
14. *Успенская, Ю. А.* Физиология человека / *Ю. А. Успенская*; Красноярский государственный аграрный университет. – Красноярск, 2019. – 343 с. – URL: <https://e.kgau.ru/course/view.php?id=2124>.
15. Физиология и биохимия пищеварения животных и человека / под редакцией *В. К. Рыбальченко*. – Киев: Фитосоциоцентр, 2002. – 366 с.
16. Физиология человека / под редакцией *В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько*. – 3-е изд. – Москва: Медицина, 2011. – 664 с.
17. Фундаментальная и клиническая физиология / под редакцией *А. Г. Камкина, А. А. Каменского*. – Москва: Академия, 2004. – 1072 с.

# ПРИЛОЖЕНИЕ

## Правильные ответы к тестовым заданиям

Номер задания	Тесты самоконтроля													
	Физиология крови (физиологические свойства и состав)	Физиология крови (свертывание крови, группы крови)	Физиология кровяного давления	Физиология обмена веществ и энергии	Физиология выделения	Онтогенез	Физиология эндокринной системы	Физиология нервно-мышечной системы	Физиология ЦНС и ВНД	Физиология анализов				
1	а	г	в	г	б	г	г	в	б	б	г	б	б	а
2	г	в	в	в	б	в	д	г	д	б	в	б	б	б
3	в	в	в	а	б	а	в	а	б	г	а	а	а	б
4	а	а	д	б	б	б	б	г	б	а	б	в	в	г
5	а	в	г	в	д	а	а	в	б	д	г	а	а	г
6	а	а	б	г	г	г	г	б	в	г	д	в	в	г
7	б	г	б	а	г	г	г	в	г	в	в	б	б	в
8	в	г	д	б	в	а	а	г	в	а	б	в	б	б
9	г	б	б	в	б	б	д	в	б	б	а	г	г	г
10	в	б	б	в	б	б	а	а	в	д	г	б	б	д
11	д	а	г	д	г	г	г	б	б	б	б	в	в	в
12	в	б	в	б	а	в	б	д	а	а	д	а	а	в
13	г	г	в	б	б	в	а	г	г	б	д	а	а	г
14	в	б	д	в	г	д	г	б	в	в	г	в	в	в
15	а	в	в	в	б	в	в	а	б	б	в	г	г	г
16	в	г	б	в	б	б	б	в	г	г	а	б	а	а
17	а	б	д	д	в	г	в	г	в	в	в	а	а	в
18	в	б	в	г	б	в	в	б	а	в	в	а	а	в
19	в	в	в	б	д	б	б	в	г	г	г	в	в	в
20	г	г	а	а	а	а	б	д	а	в	б	б	б	б
21	б	г	в	в	б	а	а	в	в	а	д	в	в	в
22	г	б	г	а	в	б	б	д	б	б	в	г	а	а
23	а	г	г	г	в	б	б	б	б	в	а	в	б	б
24	б	г	а	б	в	в	в	г	г	в	а	в	г	г
25	б	в	д	в	б	в	в	г	г	а	б	г	б	б
26	г	в	д	б	а	д	а	д	в	б	г	в	а	а
27	а	в	а	в	г	а	г	г	б	б	д	в	в	в
28	а	г	а	б	а	а	в	в	в	в	б	б	в	в
29	б	б	а	в	в	б	б	б	а	б	д	г	а	а



## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	3
<b>Раздел 1. ВВЕДЕНИЕ В ФИЗИОЛОГИЮ ЧЕЛОВЕКА</b> .....	6
<b>1.1. ВВЕДЕНИЕ В ПРЕДМЕТ «ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА»</b> ...	6
1.1.1. Определение физиологии, ее задачи, разделы и связь с другими науками .....	6
1.1.2. Основные методы физиологических исследований .....	7
1.1.3. Основные принципы структурно-функциональной организации организма человека .....	8
1.1.4. Регуляция жизнедеятельности организма .....	9
1.1.5. Понятие о гомеостазе .....	11
<b>Лабораторное занятие 1. Введение в физиологию человека</b> ...	13
1.1. Инструкция по технике безопасности и охране труда при проведении лабораторных работ .....	13
1.2. Методы физиологический исследований .....	14
Контрольные вопросы по теме «Введение в физиологию человека» .....	16
<b>1.2. ФИЗИОЛОГИЯ АДАПТАЦИИ</b> .....	17
1.2.1. Понятие адаптации .....	17
1.2.2. Виды адаптаций .....	18
1.2.3. Типы адаптивных приспособительных реакций .....	19
1.2.4. Характеристика процессов адаптации .....	19
1.2.5. Механизмы адаптации .....	20
1.2.6. Неспецифическая и специфическая адаптация .....	21
1.2.7. Адаптация к различным видам трудовой деятельности...	23
Контрольные вопросы по теме «Физиология адаптации» .....	25
Тест «Физиология адаптации» .....	26
<b>Раздел 2. ФИЗИОЛОГИЯ ВИСЦЕРАЛЬНЫХ СИСТЕМ</b> .....	29
<b>2.1. ФИЗИОЛОГИЯ СИСТЕМЫ КРОВИ</b> .....	29
2.1.1. Общая характеристика системы крови .....	29
2.1.2. Физико-химические свойства крови .....	30
2.1.3. Состав плазмы крови .....	31
2.1.4. Характеристика форменных элементов крови .....	33
2.1.5. Свертывание крови, его фазы .....	38
2.1.6. Противосвертывающая система крови .....	43
2.1.7. Группы крови и резус-фактор .....	43
<b>ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ ПО ТЕМЕ «ФИЗИОЛОГИЯ СИСТЕМЫ КРОВИ»</b> .....	47
<b>Лабораторное занятие 2</b> .....	47
2.1. Правила и процедура взятия крови .....	47



2.2. Получение плазмы, сыворотки, фибрина и дефибринированной крови .....	49
2.3. Наблюдение гемолиза .....	50
2.4. Определение времени свертывания крови .....	53
<b>Лабораторное занятие 3</b> .....	55
3.1. Определение скорости оседания эритроцитов (СОЭ) .....	55
3.2. Определение количества гемоглобина в крови по методу Сали .....	56
<b>Лабораторное занятие 4</b> .....	58
4.1. Принципы подсчета форменных элементов крови в камере Горяева .....	58
4.2. Методики подсчета количества эритроцитов и лейкоцитов...	59
4.3. Подсчет количества эритроцитов в крови .....	62
<b>Лабораторное занятие 5</b> .....	63
5.1. Методика подсчета количества тромбоцитов .....	63
5.2. Методика приготовления и окраски мазков крови .....	64
<b>Лабораторное занятие 6</b> .....	66
6.1. Морфологические особенности лейкоцитов .....	66
6.2. Техника выведения лейкоцитарной формулы .....	67
<b>Лабораторное занятие 7</b> .....	69
7.1. Техника определения групп крови человека системы АВ0 .....	69
7.2. Определение резус-фактора .....	71
7.3. Определение индексов красной крови .....	72
Контрольные вопросы по теме «Физиология системы крови» .....	73
Тест «Физиология крови (физико-химические свойства и состав)» .....	75
Тест «Физиология крови (свертывание крови, группы крови)» .....	85
<b>2.2. ФИЗИОЛОГИЯ КРОВООБРАЩЕНИЯ</b> .....	90
2.2.1. Общая характеристика системы органов кровообращения .....	90
2.2.2. Физиологические свойства сердечной мышцы .....	92
2.2.3. Сердечный цикл .....	94
2.2.4. Регуляция работы сердца .....	96
<b>ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ ПО ТЕМЕ «ФИЗИОЛОГИЯ КРОВООБРАЩЕНИЯ»</b> .....	99
<b>Лабораторное занятие 8</b> .....	99
8.1. Объективные методы исследования сердечно-сосудистой системы .....	99
8.2. Функциональные (инструментальные) методы исследования сердечно-сосудистой системы .....	102

<i>Лабораторное занятие 9</i> .....	106
9.1. Запись электрокардиограммы (ЭКГ) и ее анализ .....	106
9.2. Измерение кровяного давления .....	109
Контрольные вопросы по теме «Физиология кровообращения»...	113
Тест «Физиология кровообращения» .....	114
<b>2.3. ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАНИЯ</b> .....	122
2.3.1. Общая характеристика дыхательной системы .....	122
2.3.2. Морфофизиологическая характеристика воздухоносных путей и легких .....	123
2.3.3. Механизм вдоха и выдоха .....	125
2.3.4. Газообмен в легких и тканях .....	126
2.3.5. Жизненная емкость легких .....	128
2.3.6. Регуляция дыхания .....	129
<b>Лабораторное занятие 10. Физиология дыхания</b> .....	131
10.1. Методы исследования дыхательной системы .....	131
10.2. Спирометрия .....	136
Контрольные вопросы по теме «Физиология дыхания» .....	138
Тест «Физиология дыхания» .....	139
<b>2.4. ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ</b> .....	147
2.4.1. Сущность процесса пищеварения .....	147
2.4.2. Пищеварение в ротовой полости .....	149
2.4.3. Пищеварение в желудке .....	152
2.4.4. Моторика желудка .....	155
2.4.5. Пищеварение в тонком кишечнике .....	156
2.4.6. Пищеварение в толстом кишечнике .....	161
2.4.7. Механизмы всасывания веществ в пищеварительном канале .....	162
2.4.8. Моторная функция тонкого и толстого кишечника.....	164
<b>ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ ПО ТЕМЕ «ФИЗИОЛО- ГИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ</b> .....	166
<b>Лабораторное занятие 11</b> .....	166
11.1. Методы сбора слюны .....	166
11.2. Определение пищеварительной функции слюны .....	167
11.3. Определение рН слюны .....	168
<b>Лабораторное занятие 12</b> .....	169
12.1. Методы исследования секреции желудка .....	169
12.2. Воздействие желудочного сока на белки .....	171
<b>Лабораторное занятие 13</b> .....	172
13.1. Методы дуоденального зондирования .....	172
13.2. Влияние желчи на фильтрацию жира .....	175

13.3. Эмульгирование – свойство желчи .....	176
13.4. Реакции на желчные кислоты и желчные пигменты .....	176
Контрольные вопросы по теме «Физиология пищеварения» ....	177
Тест «Физиология пищеварения» .....	178
<b>2.5. ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ. ТЕПЛООБМЕН</b> .....	186
2.5.1. Общая характеристика обмена веществ .....	186
2.5.2. Обмен белков, углеводов и жиров .....	187
2.5.3. Обмен энергии, теплообмен и регуляция температуры тела...	190
2.5.4. Регуляция теплообмена, обмена веществ и энергии .....	192
<b>Лабораторное занятие 14. Обмен веществ и энергии</b> .....	196
14. 1. Методы изучения обмена веществ .....	196
14.2. Способы измерения температуры тела .....	199
Контрольные вопросы по теме «Обмен веществ и энергии. Теплообмен» .....	204
Тест «Обмен веществ и энергии» .....	205
<b>2.6. ФИЗИОЛОГИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ</b> .....	211
2.6.1. Общая характеристика мочевыделительной системы.....	211
2.6.2. Состав и свойства мочи .....	213
2.6.3. Механизм мочеобразования и мочевыделения.....	214
2.6.4. Регуляция деятельности почек .....	216
<b>Лабораторное занятие 15. Физиология выделения</b> .....	218
15.1. Общий анализ мочи .....	218
15.2. Определение реакции мочи .....	220
15.3. Определение белка в моче (проба Геллера) .....	221
15.4. Определение сахара в моче (реакция Фелинга) .....	221
15.5. Определение ацетоновых тел в моче (проба Ланне) .....	221
Контрольные вопросы по теме «Физиология выделения» .....	222
Тест «Физиология выделения» .....	223
<b>2.7. ОНТОГЕНЕЗ</b> .....	233
2.7.1. Общие закономерности онтогенеза .....	233
2.7.2. Гаметогенез и эмбриогенез .....	234
2.7.3. Постнатальный онтогенез .....	238
2.7.4. Особенности течения онтогенеза: акселерация и ретардация .....	240
Контрольные вопросы по теме «Онтогенез» .....	242
Тест «Онтогенез» .....	243
<b>Раздел 3. ФИЗИОЛОГИЯ ИНТЕГРАТИВНЫХ СИСТЕМ</b> ...	251
<b>3.1. ФИЗИОЛОГИЯ ЭНДОКРИННОЙ СИСТЕМЫ</b> .....	251
3.1.1. Общая характеристика эндокринных желез и гормонов.....	251

3.1.2. Гормоны гипофиза, щитовидной и паращитовидных желез, надпочечников, эпифиза, тимуса, поджелудочной железы и их функции .....	253
Контрольные вопросы по теме «Физиология эндокринной системы» .....	260
Тест «Физиология эндокринной системы» .....	262
<b>3.2. ФИЗИОЛОГИЯ ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЕЙ</b> .....	274
3.2.1. Общие свойства возбудимых тканей .....	274
3.2.2. Механизм возникновения возбуждения .....	275
3.2.3. Механизм проведения возбуждения .....	279
3.2.4. Учение Н.Е. Введенского о парабиозе .....	285
3.2.5. Механизм сокращения мышц .....	286
Контрольные вопросы по теме «Физиология возбудимых тканей» .....	289
Тест «Физиология нервно-мышечной системы» .....	290
<b>3.3. ОБЩАЯ И ЧАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ</b> .....	300
3.3.1. Общая физиология центральной нервной системы.....	300
3.3.1.1. Структура и функции нейронов .....	300
3.3.1.2. Взаимодействие нейронов .....	302
3.3.1.3. Рефлекторная деятельность центральной нервной системы .....	303
3.3.1.4. Свойства нервных центров .....	305
3.3.2. Частная физиология центральной нервной системы.....	308
3.3.2.1. Структура и функции спинного мозга .....	308
3.3.2.2. Функции продолговатого мозга .....	310
3.3.2.3. Функции заднего мозга .....	312
3.3.2.4. Функции среднего мозга .....	314
3.3.2.5. Функциональная и структурная организация промежуточного мозга .....	315
3.3.2.6. Функциональная и структурная организация конечного мозга. Лимбическая система и ретикулярная формация.....	317
Контрольные вопросы по теме «Физиология центральной нервной системы» .....	320
<b>3.4. ФИЗИОЛОГИЯ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ</b> .....	321
3.4.1. Локализация функций в коре больших полушарий.....	321
3.4.2. Безусловные рефлексы и их классификация .....	322
3.4.3. Условные рефлексы, их классификация и механизм образования .....	324

3.4.4. Виды торможения условных рефлексов .....	326
3.4.5. Типы высшей нервной деятельности человека. Первая и вторая сигнальная системы .....	329
<b>Лабораторное занятие 16. Физиология высшей нервной деятельности</b> .....	333
16.1. Темпераменты (типы ВНД) человека и их характеристика....	333
16.2. Психологическая характеристика типов темперамента....	336
Контрольные вопросы по теме «Физиология высшей нервной деятельности» .....	340
Тест «Физиология центральной нервной системы и высшей нервной деятельности» .....	341
<b>3.5. ФИЗИОЛОГИЯ АНАЛИЗАТОРОВ</b> .....	350
3.5.1. Зрительный анализатор .....	350
3.5.2. Слуховой анализатор .....	355
<b>Лабораторное занятие 17. Физиология анализаторов</b> .....	359
17.1. Общие свойства анализаторов .....	359
17.2. Изучение свойств кожного анализатора: определение порога тактильной чувствительности .....	360
17.3. Изучение свойств вкусового анализатора: определение порога вкусовой чувствительности .....	361
17.4. Изучение свойств обонятельного анализатора: определение порога обоняния .....	362
17.5. Изучение свойств зрительного анализатора: последовательные зрительные образы .....	363
17.6. Изучение свойств зрительного анализатора: аккомодация глаза .....	364
Контрольные вопросы по теме «Физиология анализаторов» ...	365
Тест «Физиология анализаторов» .....	365
<b>СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЙ</b> .....	371
<b>ВОПРОСЫ К ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОМУ ЗАЧЕТУ</b> .....	400
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	403
<b>ЛИТЕРАТУРА</b> .....	404
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ</b> .....	406

# НОРМАЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

*Учебное пособие*

УСПЕНСКАЯ Юлия Александровна

*Редактор*  
О.Ю. Потапова

Санитарно-эпидемиологическое заключение № 24.49.04.953.П. 000381.09.03 от 25.09.2003 г.

Подписано в печать 01.02.2022. Формат 60×84/16. Бумага тип. № 1.

Печать – ризограф. Усл. печ. л. 26,0. Тираж 50 экз. Заказ № 3

Редакционно-издательский центр Красноярского государственного аграрного университета  
660017, Красноярск, ул. Ленина, 117