



УЧЕБНИК ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ УЧИЛИЩ И КОЛЛЕДЖЕЙ

Н.В. Смольяникова,  
Е.Ф. Фалина, В.А. Сагун

# АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

4-е издание,  
переработанное и дополненное



ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ГРУППА  
«ГЭОТАР-Медиа»

СМОЛЪЯННИКОВА Н.В.  
ФАЛИНА Е.Ф.  
САГУН В.А.

**АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ  
УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ  
ДЛЯ СТУДЕНТОВ  
МЕДИЦИНСКИХ УЧИЛИЩ  
И КОЛЛЕДЖЕЙ**

## **АННОТАЦИЯ**

Учебно-методическое пособие по анатомии и физиологии соответствует требованиям Государственного образовательного стандарта и адресовано студентам и преподавателям всех медицинских училищ и колледжей, в том числе имеющих специализацию по массажу, для углубленного изучения предмета. Оно может быть использовано для подготовки к теоретическим, практическим занятиям, зачетам и экзаменам в дополнение к существующим учебникам, руководствам и атласам по анатомии и физиологии.

Пособие состоит из 22-х учебных модулей, в которых по возможности кратко и на современном уровне изложены теоретические основы нормальной анатомии и физиологии, предлагаются тестовые задания, контрольные вопросы и ситуационные задачи для самоконтроля знаний. Компактная форма, рациональная система контроля знаний и четко сформулированные учебные цели облегчают усвоение сложных разделов.

## СОДЕРЖАНИЕ

### ОТ АВТОРОВ

### ВВЕДЕНИЕ

УЧЕБНЫЙ МОДУЛЬ 1. «АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ КАК НАУКИ, ИЗУЧАЮЩИЕ СТРУКТУРЫ И МЕХАНИЗМЫ УДОВЛЕТВОРЕНИЯ ПОТРЕБНОСТЕЙ ЧЕЛОВЕКА»

УЧЕБНЫЙ МОДУЛЬ 2 «ОТДЕЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЦИТОЛОГИИ И ГИСТОЛОГИИ»

УЧЕБНЫЙ МОДУЛЬ 3 «ПРОЦЕСС ДВИЖЕНИЯ: КОСТИ И ИХ СОЕДИНЕНИЯ»

УЧЕБНЫЙ МОДУЛЬ 4. «ПРОЦЕСС ДВИЖЕНИЯ: СКЕЛЕТНЫЕ МЫШЦЫ»

УЧЕБНЫЙ МОДУЛЬ 5. «АНАТОМО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ САМОРЕГУЛЯЦИИ ФУНКЦИЙ ОРГАНИЗМА: НЕРВНЫЙ МЕХАНИЗМ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ РЕГУЛЯЦИИ»

УЧЕБНЫЙ МОДУЛЬ 6. «ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АНАТОМИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ».

УЧЕБНЫЙ МОДУЛЬ 7. «ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АНАТОМИЯ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ».

УЧЕБНЫЙ МОДУЛЬ 8. «ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АНАТОМИЯ ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ»

УЧЕБНЫЙ МОДУЛЬ 9 «ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АНАТОМИИ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ»

УЧЕБНЫЙ МОДУЛЬ 10. «ЖЕЛЕЗЫ ВНУТРЕННЕЙ СЕКРЕЦИИ».

УЧЕБНЫЙ МОДУЛЬ 11 «АНАТОМО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ (ПСИХИЧЕСКОЙ) ДЕЯТЕЛЬНОСТИ»

УЧЕБНЫЙ МОДУЛЬ 12 «КРОВЬ»

УЧЕБНЫЙ МОДУЛЬ 13 «АНАТОМИЯ, ФИЗИОЛОГИЯ СЕРДЦА И КРОВЕНОСНЫХ СОСУДОВ»

УЧЕБНЫЙ МОДУЛЬ 14. «ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АНАТОМИЯ АРТЕРИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ».

УЧЕБНЫЙ МОДУЛЬ 15. «ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АНАТОМИЯ ВЕНОЗНОЙ И ЛИМФАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ».

УЧЕБНЫЙ МОДУЛЬ 16 «ПРОЦЕСС ДЫХАНИЯ»

УЧЕБНЫЙ МОДУЛЬ 17 «ПРОЦЕСС ПИЩЕВАРЕНИЯ»

МОДУЛЬ 18 «ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ»

УЧЕБНЫЙ МОДУЛЬ 19 «ПРОЦЕСС ТЕРМОРЕГУЛЯЦИИ»

ОБУЧАЮЩИЙ МОДУЛЬ 20 «ПРОЦЕСС ВЫДЕЛЕНИЯ»

УЧЕБНЫЙ МОДУЛЬ 21 «ПРОЦЕСС РЕПРОДУКЦИИ»

УЧЕБНЫЙ МОДУЛЬ 22 «СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ОРГАНИЗМА»

ГЛОССАРИЙ

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

## ОТ АВТОРОВ

В Кисловодском медицинском колледже имеется многолетний опыт преподавания анатомии и физиологии на отделении подготовки медицинских сестер. Курс анатомии и физиологии предлагается в качестве учебно-методического пособия для углубленного изучения предмета при подготовке к теоретическим, практическим занятиям, зачетам и экзаменам.

В изложении учебного материала использован модульный подход, позволяющий максимально самостоятельно усваивать учебный материал. Учебное пособие состоит из введения и 22-х учебных модулей, снабжено таблицами и рисунками. В нем на современном учебно-методическом уровне изложены теоретические основы анатомии и физиологии, рекомендации по овладению практическими навыками, необходимыми для усвоения материала студентами, предлагаются тестовые задания и типовые задачи для самоконтроля знаний.

Работая над пособием, авторы ставили перед собой следующие цели:

- 1) изучение студентами анатомии и физиологии в объеме, необходимом для современных специалистов со средним медицинским образованием;
- 2) развитие у студентов логически-смысловой памяти, внимания, пространственных представлений, любознательности, необходимых для эффективного усвоения предмета.
- 3) формирование у студентов теоретических, практических знаний и умений, актуальных для изучения клинических дисциплин и профессиональной деятельности средних медицинских работников.

При создании пособия учитывались требования Государственного образовательного стандарта, типовых программ по «Анатомии и физиологии», «Основам патологии». Главное внимание уделялось вопросам, имеющим принципиальное значение для практики будущих медицинских работников. Студенты должны представлять человеческий организм как единое целое, во взаимосвязи формы и функции, знать основы функциональной анатомии органов, систем человека и важнейшие физиологические процессы. Для повышения интереса студентов к анатомии и физиологии в пособии приводятся примеры, демонстрирующие непосредственные связи изучаемого предмета с клиническими дисциплинами, массажем и деятельностью медицинской сестры по уходу за больными.

Авторы благодарят за все замечания и пожелания по усовершенствованию учебного пособия.

## ВВЕДЕНИЕ

### I. РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ

Изучение анатомии и физиологии студентами медицинских училищ и колледжей представляет известные трудности в связи с недостаточной наглядностью обучения, возрастающим с каждым годом объемом учебного материала и сложностью специальной терминологии. Методом исследования, который применяется при изучении анатомии и физиологии этими учащимися, является исследование муляжей, планшетов, схем и модели «пациента».

#### ЦЕЛИ ОБУЧЕНИЯ:

1. Обеспечение наглядности – главная цель учебного процесса. Для ее достижения рекомендуется использовать муляжи, схемы, планшеты, атласы, в том числе изготовленные самими студентами, скелет и наборы костей человека. Рекомендуем обучать студентов ориентировке друг на друге. При этом один студент исполняет роль «модели» («пациента»), а другой пальпаторно (на ощупь) определяет у «модели» поверхностно расположенные анатомические образования, проекции внутренних органов, магистральных сосудов, нервных стволов, регионарных лимфатических узлов на кожу и скелет.

2. Приобретение студентами прочных практических знаний и умений. Студенты самостоятельно и с помощью преподавателя контролируют правильность определения анатомических образований на муляжах, планшетах, моделях, проверяют таблицы, схемы, муляжи, рисунки, выполненные ими на уроке или в качестве домашнего задания. Отработка практических знаний, умений производится на каждом занятии, а контролировать их можно на итоговом, зачетном занятии, которое завершает каждую тему.

Для активизации творческих способностей студентов, их интереса к изучаемому предмету, необходимо всячески поощрять такие внеклассные формы, как участие студентов в работе анатомического кружка, анатомических олимпиадах и конкурсах. Полезно в качестве домашнего задания или в процессе самостоятельной работы на практическом занятии давать задания самостоятельно делать учебные пособия, муляжи из пластилина, папье-маше и др. материалов.

Объяснения преподавателя касаются вопросов, необходимых для понимания более сложного учебного материала. Следует подчеркнуть актуальность темы занятия для будущей профессиональной деятельности, связать изучаемые вопросы с общепрофессиональными и клиническими дисциплинами, устанавливая тем самым внутрипредметные и межпредметные связи. В результате значительно возрастает интерес студентов к анатомии и физиологии.

Важны те знания, которые потребуются в практике медицинских сестер, поэтому в процессе обучения студентам должны быть известны критерии профессиональной значимости каждой темы для практики будущих специалистов.

### II. РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ

Алгоритм работы с данным пособием при самостоятельном изучении:

1. Изучение «Рекомендаций студентам» в разделе «Введение».
2. Изучение соответствующего учебного модуля.
3. Повторение материала по анатомии и физиологии по теме занятия.
4. Изучение рекомендуемой основной и дополнительной литературы.
5. Визуальное (или пальпаторное) определение анатомических образований на муляжах, планшетах, в атласе, на модели, самостоятельно и с помощью преподавателя.

Для контроля итогового уровня знаний используются тесты, контрольные вопросы, ситуационные задачи. Примеры подобных тестов и задач приводятся в конце каждого модуля. Предлагается следующая оценка итогового уровня знаний по результатам тестового контроля: нет ошибок - «отлично», 75-90% - «хорошо», 50-75% - «удовлетворительно», 30-50% - «неудовлетворительно». Объективная оценка усвоения каждым студентом темы занятия позволяет преподавателю и самим студентам увидеть познавательные возможности каждого студента, обеспечивает индивидуальный подход, способствующий повышению качества обучения.

Если Вы неправильно ответили более чем на 20% вопросов, советуем вернуться к пунктам №2-3. Только основательные знания и прочные практические навыки позволят Вам продуктивно изучать каждый новый модуль.

# УЧЕБНЫЙ МОДУЛЬ 1. АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ КАК НАУКИ, ИЗУЧАЮЩИЕ СТРУКТУРЫ И МЕХАНИЗМЫ УДОВЛЕТВОРЕНИЯ ПОТРЕБНОСТЕЙ ЧЕЛОВЕКА

## УЧЕБНЫЕ ЦЕЛИ

ПОСЛЕ ИЗУЧЕНИЯ МОДУЛЯ СТУДЕНТ ДОЛЖЕН:

ИМЕТЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О: положении человека в природе; взаимодействии организма человека с внешней средой; пренатальном и постнатальном периодах онтогенеза; роли внутренней среды, нервной и кровеносной систем в превращении потребностей клеток в потребности целостного организма; процессе самоудовлетворения потребностей организма; дисциплине «Анатомия и физиология», ее месте среди других медицинских дисциплин; взаимосвязи структуры и функции; понятиях: жизнь, здоровье, норма, аномалия; об анатомической номенклатуре..

ЗНАТЬ: присущие человеку закономерности жизни; уровни организации организма человека; классификацию потребностей по А. Маслоу; основные жизненно-важные потребности человека; предмет и методы изучения анатомии и физиологии; основные плоскости, оси тела человека и условные линии, определяющие положение органов и их частей в теле; основные анатомические и физиологические термины; морфологические типы конституции – астенический, нормостенический, гиперстенический; части тела человека; системы органов; серозные полости, серозные оболочки.

УМЕТЬ: классифицировать потребности по А. Маслоу; применять анатомическую терминологию.

## ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### *1.1 ЧЕЛОВЕК КАК БИОСОЦИАЛЬНОЕ СУЩЕСТВО*

Современная анатомия изучает строение тела человека с позиций диалектического материализма. Человек - высокоорганизованный представитель животного мира, занимающий высшую ступень эволюционной лестницы. Человек отличается от животных благодаря своей социальной сущности. Его сформировали труд и социальные потребности. Как живое существо человек принадлежит к животному миру, поэтому анатомия изучает человека с учетом биологических закономерностей, присущих живым организмам, особенно высшим позвоночным – млекопитающим.

Таким образом, природа человека биосоциальна. В процессе общения людей возникла речь, интеллект, появилось свойственное человеку сознание. Жизнедеятельность человека сознательна. Сознание делает возможным знание человека об окружающем мире. Человек – целостная, динамичная и саморегулирующаяся биологическая система, обладающая комплексом физиологических, психосоциальных и духовных потребностей, удовлетворение которых определяет ее рост и развитие.

В отличие от животных, человек не стремится к равновесию со средой, но наоборот, желает нарушить его в целях самоактуализации, делающей человека личностью. Только развитие, личностный рост, т.е. самоактуализация, являются главной целью развития человека и общества. Именно самосознание отличает человека от животных. Самосознание – сердцевина сознания, без него последнее невозможно.

### *1.2 АНАТОМО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УДОВЛЕТВОРЕНИЯ ПОТРЕБНОСТЕЙ ЧЕЛОВЕКА*

Потребность – это психологический или физиологический дефицит, который человек испытывает на протяжении всей своей жизни и должен его постоянно восполнять для гармоничного роста и развития. Нарушение самостоятельного удовлетворения потребностей доставляет человеку чувство дискомфорта. Удовлетворение потребностей обеспечивается нормальным функционированием органов и систем в организме. Любое заболевание нарушает функции органов и проявляется нарушением удовлетворения потребностей (одной или нескольких).

Потребностей у человека очень много, они различны и связаны с возрастом, состоянием здоровья и внешней среды. Из всех возможных потребностей, психолог А. Маслоу выделил 14 жизненно важных: дышать, есть, пить, выделять, спать и отдыхать, быть чистым, одеваться и раздеваться, поддерживать температуру, поддерживать состояние здоровья, избегать опасности, двигаться, общаться, иметь жизненные ценности, играть (учиться и работать). Эти потребности перечислены в порядке очередности их удовлетворения, начиная с низших, физиологических,

врожденных, кончая высшими, психосоциальными, приобретенными. Они расположены А. Маслоу в виде пирамиды.

I-II ступени, лежащие в основании пирамиды, являются низшими потребностями выживания. I ступень включает потребности дышать, есть, пить, выделять. II ступень - потребности, обеспечивающие безопасность, защиту от стихий природы, болезней, социальных катастроф, жизненных неудач, стрессов: спать, отдыхать, быть чистым, одеваться, раздеваться, поддерживать температуру, поддерживать состояние, в том числе состояние здоровья, избегать опасности, двигаться. Удовлетворение потребностей II ступени необходимо для гармоничного роста и развития во взаимодействии со средой обитания.

III ступень включает потребности в принадлежности, опоре: человеку необходимо принадлежать к обществу, которое его принимает и понимает. Ему нужна информация об окружающей среде, которую он получает, удовлетворяя потребность в общении.

IV ступень пирамиды составляют потребности, возникающие при жизни в обществе и заключающиеся в достижении успеха в работе, семье, жизни, стремление к гармонии, справедливости, красоте, порядку, что удовлетворяет также желание человека иметь жизненные ценности.

V ступень, вершину пирамиды формируют потребности в служении обществу, обеспечивающие самореализацию человека и развитие его личности – потребности учиться, работать, играть. Пока человек не удовлетворит потребности нижних ступеней, он не сможет реализовать высшие психосоциальные потребности.

Все эти потребности человеку следует удовлетворять постоянно в процессе жизни для достижения физического, социального и интеллектуального комфорта. Способ удовлетворения потребностей называется образом жизни, который зависит от возраста, социокультурного окружения, экологии, знаний, умений, желания и здоровья человека.

### *1.3 ЧЕЛОВЕК КАК ПРЕДМЕТ ИЗУЧЕНИЯ АНАТОМИИ И ФИЗИОЛОГИИ*

*1.3.1 Значение анатомии и физиологии для медицинского образования. Содержание дисциплины.*

Анатомия и физиология человека являются фундаментальными дисциплинами, составляющими основу теоретической и практической подготовки медицинских специалистов любого уровня. Они тесно связаны со всеми медицинскими специальностями, т.к. нельзя проводить квалифицированное обследование и лечение пациента, не зная основ этих важнейших наук. Плохо представляя строение и функции органов и систем организма человека, медицинская сестра может вместо пользы принести непоправимый вред больному.

Анатомия - наука, изучающая строение и формы организма человека во взаимосвязи с его происхождением и развитием, окружающей средой, с учетом возрастных, половых и индивидуальных особенностей.

Систематическая или нормальная анатомия изучает тело нормального человека по системам органов. Нормальным называется такое строение тела человека, которое обеспечивает функции здорового организма. Понятие нормы (масса, рост, особенности телосложения и др.) для большинства людей считается относительным, так как оно изменяется от минимальных до максимальных величин - вариантов нормы - в связи с индивидуальными особенностями. Выраженные стойкие врожденные отклонения от нормы называются аномалиями. Резко выраженные аномалии считаются уродствами.

Индивидуальные особенности определяются как наследственными факторами, так и влиянием внешней среды – географическими, климатическими условиями, питанием, физической нагрузкой. Взаимоотношения организма здорового человека с внешней средой в нормальных условиях находятся в состоянии равновесия.

В зависимости от длины тела и др. антропометрических признаков в анатомии выделяют следующие крайние типы конституции - телосложения человека: астенический (долихоморфный), с преобладанием в строении тела продольного размера; гиперстенический (брахиморфный) - с преобладанием поперечного размера. Нормостенический (мезоморфный, промежуточный) тип наиболее близок к возрастной норме.

Формы и пропорции тела человека изучает пластическая анатомия. Строение тела человека по анатомическим областям с учетом взаиморасположения органов, проекций внутренних органов и



сосудисто-нервных магистралей на кожу и скелет изучает топографическая анатомия. Патологическая анатомия исследует изменения организма человека, его клеток, тканей и органов при болезни.

Современная анатомия является функциональной: она рассматривает строение тела человека в тесной связи с его жизнедеятельностью. Так, нельзя изучать строение центральной нервной системы без представления о рефлексорной теории И.П. Павлова и др. Строение и функции органов анатомия исследует в связи с происхождением человека, считая, что строение тела человека – результат длительной эволюции животного мира. Развитие человека рассматривается в филогенезе - развитии рода и онтогенезе - развитии конкретного человека. В онтогенезе выделяют ряд периодов. Эмбриология изучает пренатальный период: рост и развитие эмбриона человека до рождения. Возрастная анатомия исследует постнатальный период (после рождения).

Анатомия изучает человека не только как биологический объект, но и учитывает влияние на него социальной среды, условий труда, быта. Таким образом, организм человека изучается как единое целое, а не как простая сумма клеток, тканей и органов. Анатомия является основой целого ряда биологических дисциплин, изучающих человека: физиологии, антропологии, эмбриологии, цитологии, гистологии, генетики, экологии, гигиены, психологии, социологии.

Физиология – наука о процессах жизнедеятельности (функциях), и механизмах их регулирования в клетках, тканях, органах, системах органов и целостном организме человека. Она основывается на анатомии и в историческом аспекте возникла из недр анатомии.

Основные методы физиологии – наблюдение и эксперимент (острый и хронический) на подопытном животном. Изучая процессы жизнедеятельности и их регуляцию, физиология открывает перспективы научно обоснованного вмешательства в эти процессы при заболеваниях.

Общая физиология изучает сущность общих процессов жизнедеятельности, например, метаболизм клеток, тканей, органов, систем органов, общие закономерности реакции организма и его частей на воздействие окружающей среды. Частная физиология исследует особенности функций отдельных тканей и органов, закономерности их объединения в системы органов. Прикладная физиология изучает закономерности функционирования организма человека в специальных условиях (физиология спорта, питания, труда). Патологическая физиология изучает процессы жизнедеятельности организма человека при заболеваниях.

Анатомия и физиология исследуют структуры организма человека и их функции во взаимодействии и в аспекте удовлетворения потребностей человека.

### *1.3.2 Анатомическая номенклатура*

Для названий органов, их частей в данном учебном пособии в основном применяются общепринятые русские эквиваленты латинских анатомических терминов, приведенных в Международной анатомической номенклатуре, утвержденной на XII Лондонском анатомическом конгрессе в 1985 г. Анатомическая терминология является общемедицинской и обязательной для изучения студентами в процессе получения медицинского образования любого уровня. Она является основой клинических терминов. Количественные физиологические показатели представлены по Международной системе единиц (СИ).

Понятия о плоскостях и осях используются для обозначения положения тела человека в пространстве и взаиморасположения его частей. Исходным считается вертикальное положение тела человека (стоя), ноги вместе, ладони обращены вперед. В строении человеческого тела соблюдается принцип двухсторонней симметрии.

Различают следующие плоскости: сагитальную, фронтальную и горизонтальную (**рис. 1.1**). Вертикальная срединная плоскость, делящая тело на правую и левую половины, называется сагитальной. Перпендикулярная ей фронтальная плоскость, соответствующая плоскости лба, делит тело на переднюю и заднюю части. Перпендикулярная предыдущим горизонтальная плоскость разделяет нижнюю и верхнюю части тела. Все указанные плоскости могут проводиться через любую точку тела человека.

Оси – это направления, которые позволяют ориентировать органы или части тела относительно положения тела. Вертикальная ось направлена вдоль головы, тела, конечностей стоящего человека или вдоль органа. Она совпадает с продольной осью. Продольных осей может быть несколько. Фронтальная (поперечная) ось расположена горизонтально, направлена слева направо или справа налево. Сагитальная ось горизонтальная, направлена спереди назад.

Для обозначения расположения органов, частей тела используют следующие анатомические термины:

- медиальный, расположенный ближе к срединной плоскости;
- латеральный, боковой, расположенный дальше от срединной плоскости;
- промежуточный, расположенный между двумя соседними образованиями;
- внутренний, расположенный внутри;
- наружный, расположенный снаружи;
- глубокий, расположенный глубоко;
- поверхностный, расположенный на поверхности;
- вентральный, расположенный ближе к животу, к передней поверхности тела;
- дорсальный, задний, расположенный ближе к спине, к задней поверхности тела.

При описании положения частей конечностей употребляются следующие анатомические термины:

- проксимальный, расположенный ближе к туловищу;
- дистальный, отдаленный от туловища;
- ладонный, расположенный на передней поверхности верхней конечности (со стороны ладони);
- подошвенный, расположенный в области подошвы;

Для определения проекций границ внутренних органов грудной полости (сердца, легких и др.) по поверхности тела человека проводят условные продольные линии:

- переднюю срединную - по центру грудины;
- грудинную - по наружному краю грудины;
- окологрудинную - на середине расстояния между грудинной и среднеключичной линиями;
- среднеключичную – проведенную через середину ключицы (у мужчин эта линия проходит через сосок и называется сосковой);
- среднюю подмышечную - от высшей точки подмышечной ямки вниз до пересечения с нижним краем грудной клетки. При необходимости от передней и задней складок этой ямки проводят переднюю и заднюю подмышечные линии;
- лопаточную - от нижнего угла лопатки вниз до пересечения с XII ребром;
- околопозвоночную - на середине расстояния между лопаточной и позвоночной линиями;
- позвоночную - по поперечным отросткам позвонков;
- заднюю срединную - по остистым отросткам позвонков.

### *1.3.3 Основные физиологические термины*

Наиболее часто применяются следующие физиологические термины: функция, процесс, механизм, регуляция, раздражение, раздражитель, возбудимость, возбуждение, реакция, рефлекс, адаптация, метаболизм, работоспособность, утомляемость, мотивация.

Функция – специфическая деятельность клеток, тканей, органов, проявляющаяся как физиологический процесс (или совокупность этих процессов) и направленная на приспособление организма к условиям существования. Различают функции соматические и вегетативные. Соматические функции регулируют физиологические процессы, протекающие в двигательной сфере и органах чувств. Они осуществляются за счет деятельности скелетных мышц, иннервируемых соматической нервной системой. Вегетативные функции связаны с обменом веществ и осуществляются за счет деятельности внутренних органов, которые иннервирует вегетативная нервная система.

Физиологический акт (пищеварения, дыхания и др.) - сложный процесс, в котором взаимодействуют различные физиологические системы организма, специализированные клетки, ткани, органы и системы органов.

Раздражение – ответная реакция возбудимых тканей.

Раздражитель – фактор, способный вызвать ответную реакцию возбудимых тканей.

Возбудимость – способность специализированной ткани отвечать на действие раздражителя изменением физиологических свойств и возникновением процесса возбуждения.

Возбуждение – активный физиологический процесс, который возникает в ткани под влиянием раздражителей и характеризуется общими и специфическими признаками.

Реакция – переход живых тканей и клеток под влиянием раздражителей из состояния относительного физиологического покоя в состояние возбуждения.

Рефлекс – причинно обусловленная реакция организма на изменения внешней или внутренней среды, осуществляемая при участии центральной нервной системы в ответ на раздражение рецепторов.

Адаптация – приспособляемость организма к условиям существования.

Метаболизм – обмен веществ.

Работоспособность – способность возбудимых тканей длительное время сохранять состояние возбуждения без признаков утомления.

Утомляемость – потеря возбудимыми тканями способности возбуждаться и проводить возбуждение после периода длительного возбуждения.

Мотивация – побуждение.

## ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

Задание №1. Выберите один правильный ответ:

1. Потребность в безопасности относится к ступени пирамиды по Маслоу:

- А) к первой
- В) ко второй
- С) к четвертой
- Д) к пятой

2. К потребности выживать относится:

- А) быть чистым
- В) общаться
- С) работать
- Д) пить

3. Потребность иметь жизненные ценности относится к ступени пирамиды по Маслоу:

- А) к первой
- В) ко второй
- С) к четвертой
- Д) к пятой

4. К основным высшим, психосоциальным потребностям относится:

- А) потребность дышать
- В) потребность есть
- С) потребность в движении
- Д) потребность учиться

5. Потребности в принадлежности занимают ступень:

- А) первую
- В) вторую
- С) третью
- Д) четвертую

6. Психосоциальные потребности занимают ступень:

- А) первую
- В) третью
- С) четвертую
- Д) пятую

7. Наука, изучающая строение и форму живых организмов и их частей:

- А) анатомия
- В) физиология
- С) патология
- Д) социология

8. Наука, изучающая жизненные функции организма и его частей, называется:

- А) физиология

- В) анатомия
- С) гистология
- Д) экология

9. Наука, изучающая микроскопическое строение тканей, называется:

- А) анатомия
- В) физиология
- С) гистология
- Д) антропология

10. Тип конституции человека при преобладании в строении тела продольного размера называется:

- А) астеническим (долихоморфным)
- В) гиперстеническим (брахиморфным)
- С) нормостеническим (промежуточным)
- Д) все перечисленное верно

Задание № 2. Заполнить таблицу, отвечая «да» или «нет» на каждое утверждение

	ДА	НЕТ
1. Самую низшую ступень «пирамиды» Маслоу представляют потребности выживания		
2. Потребности играть, учиться, работать – высшая ступень «пирамиды» Маслоу		
3. Потребность общаться – высшая ступень «пирамиды» Маслоу		
4. Потребность в достижении успеха относится к жизненным ценностям		
5. Потребность в поддержании здоровья – потребность в безопасности		
6. Можно не заботиться о низших потребностях: главное – удовлетворить высшие потребности		
7. Потребность дышать – это высшая потребность		

### ЭТАЛОНЫ ОТВЕТОВ.

Задание №1. 1-В, 2-С, 3-С, 4-Д, 5-С, 6-С, 7-А, 8-А, 9-С, 10-А

Задание № 2. 1-да, 2-да, 3-нет, 4-да, 5-да, 6-нет, 7-нет

## УЧЕБНЫЙ МОДУЛЬ 2. ОТДЕЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЦИТОЛОГИИ И ГИСТОЛОГИИ

### УЧЕБНЫЕ ЦЕЛИ

ПОСЛЕ ИЗУЧЕНИЯ МОДУЛЯ СТУДЕНТ ДОЛЖЕН:

ИМЕТЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О: видоспецифичности клеток; дифференцировке, росте и размножении клеток; основах классификации клеток; структурно-функциональных единицах органов.

ЗНАТЬ: строение, функции клетки; химический состав клетки; жизненный цикл клетки; обмен веществ в клетке; определение, классификацию тканей; их расположение и функции; определение органа, системы органов; полости тела человека, серозные оболочки.

УМЕТЬ: различать разновидности тканей на планшетах, в атласе; использовать гистологические термины; соотносить органы с системами органов и с полостями тела человека

### ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

#### 2.1 ОСНОВЫ ЦИТОЛОГИИ. КЛЕТКА

Клетка является элементарной единицей живого организма, способной к обмену веществ с окружающей средой и передаче генетической информации путем самовоспроизведения. Клетки специфичны для каждого вида и разнообразны по строению, форме, размерам. Самая крупная клетка –

яйцеклетка, достигающая 2 мм, самая маленькая – лимфоцит – 5 мкм. Клетки могут иметь отростки, жгутики, реснички. Форма клеток разнообразна: плоская, призматическая, кубическая, веретенообразная, шаровидная и др.

Клетка имеет ядро, цитоплазму с расположенными в ней органеллами, и оболочку (рис. 2.1).

Клеточная оболочка двухслойная и обладает избирательной проницаемостью для разных веществ, осуществляет транспорт веществ, необходимых клетке, взаимодействие с межклеточным веществом и соседними клетками, рецепторную функцию и генерирует биоэлектрические потенциалы.

Внутри клетки расположено ядро, в котором происходит синтез белка, сохранение генетической информации в дезоксирибонуклеиновых кислотах, рецепция биологически активных веществ. Ядро регулирует функции клетки. Его форма чаще округлая, но может быть бобовидной и др. В зрелых эритроцитах и тромбоцитах ядра нет. Скелетные мышечные волокна содержат много ядер. Ядро покрыто двухслойной оболочкой, содержит хроматин и ядрышко.

Цитоплазма состоит из гиалоплазмы, органелл и постоянных включений. Гиалоплазма – основное вещество цитоплазмы. Она участвует в обменных процессах и поддержании постоянства внутренней среды, содержит органические вещества - белки, жиры, углеводы, нуклеиновые кислоты, АТФ (аденозинтрифосфат), неорганические вещества - воду, основания, кислоты, соли, растворенные в водной среде и ионизированные. Большая часть белков – ферменты, катализаторы химических реакций, с помощью которых осуществляется множество процессов метаболизма (обмена веществ).

Органеллы - постоянные структуры клетки, выполняющие биохимические функции. К ним относятся: клеточный центр, митохондрии, комплекс Гольджи, эндоплазматическая сеть, лизосомы. Клеточный центр расположен вблизи ядра или комплекса Гольджи и состоит из двух цилиндрических телец - центриолей, которые участвуют в делении клетки. Комплекс Гольджи в виде пластин, пузырьков, трубочек расположен вокруг ядра и занимается транспортом веществ, их химической обработкой и секрецией продуктов жизнедеятельности клетки. Эндоплазматическая сеть состоит из извитых трубочек и мешочков с рибосомами, синтезирующими белок. Кроме того, сеть участвует в углеводном, жировом обмене, является депо ионов  $Ca^{2+}$ . Митохондрии в форме зерен, палочек сформированы из двух мембран – внешней и внутренней, образующей складки, концентрирующие ферменты окислительных биохимических реакций. Здесь расщепляются глюкоза, аминокислоты, жирные кислоты, образуется АТФ – основной энергетический материал клетки. Лизосомы, пероксисомы – небольшие пузырьки, содержащие наборы ферментов. Лизосомы переваривают доставленные в клетку питательные вещества. Пероксисомы осуществляют синтез ферментов, метаболизм чужеродных, в том числе лекарственных веществ и обезвреживание токсических продуктов обмена. Все органеллы окружены внутренними мембранами. Включения в цитоплазму представлены пигментными, белковыми скоплениями, глыбками гликогена и жировыми каплями.

Функции специализированных органелл – микроворсинок, ресничек, жгутиков, миофибрилл, микротрубочек – зависят от функции органа. Например, микроворсинки эпителия тонкой кишки участвуют в процессе всасывания. Структуры клетки находятся в динамическом равновесии. Взаимодействие клеток между собой и внешней средой является необходимым условием для поддержания жизнедеятельности организма.

Функции клетки как части многоклеточного организма многообразны. Важнейшей функцией является обмен веществ с окружающей средой. Клетка усваивает и расщепляет питательные вещества с затратами и образованием энергии, которая накапливается в высокоэнергетических фосфорных соединениях (в основном в АТФ). Клетки обладают раздражимостью, которая проявляется, например, в двигательных реакциях лейкоцитов, сперматозоидов, мерцательного эпителия. Возбудимыми называют клетки, в которых процесс возбуждения проявляется какими-либо признаками. При этом мышечные клетки способны сокращаться. Нервные клетки вырабатывают слабый переменный электрический ток, железистые клетки выделяют секреты. Рост и развитие организма осуществляется за счет размножения клеток и их дифференцировки (специализации).

Деление клетки происходит двумя путями. Непрямое деление (митоз) состоит из нескольких фаз, сопровождающихся сложной перестройкой клетки. Прямое деление (амитоз) встречается редко и заключается в разделении клетки и ее ядра на две части. Мейоз – деление слившихся половых клеток - сопровождается перестройкой генного аппарата с уменьшением вдвое числа хромосом

оплодотворенной клетки. Время от одного деления клетки в организме до другого называется ее жизненным циклом.

## 2.2 ОСНОВЫ ГИСТОЛОГИИ. ТКАНИ

Ткань – это система клеток и межклеточного вещества, объединенных единством строения, функции и происхождения. В организме человека различают 4 вида тканей: эпителиальные, соединительные, мышечные, нервная. Ткани состоят из клеток и межклеточного вещества, соотношение которых различно. Межклеточное вещество обычно гелеобразное и может содержать волокна.

Эпителиальная ткань (**рис. 2.2**) представлена клетками-эпителиоцитами, образующими сплошные пласты, в которых нет сосудов. Питание эпителия происходит путем диффузии питательных веществ через опорную базальную мембрану, отделяющую эпителий от подлежащей рыхлой соединительной ткани.

Покровный эпителий бывает однослойным - плоским, кубическим, многорядным мерцательным, цилиндрическим и многослойным - ороговевающим, неороговевающим, переходным.

Однослойный плоский эпителий выстилает серозные оболочки, альвеолы легких. В камерах сердца, сосудах он уменьшает трение протекающих жидкостей и называется эндотелием. Многорядный мерцательный эпителий покрывает слизистые оболочки дыхательных путей, маточные трубы и состоит из ресничных и бокаловидных слизистых клеток, ядра которых расположены на разных уровнях. Реснички - выросты цитоплазмы на свободном конце столбчатых клеток этого эпителия. Они постоянно колеблются, препятствуя попаданию любых чужеродных частиц в легкие, продвигая яйцеклетку в маточных трубах. Кубический эпителий встречается в собирательных канальцах почек, выстилает протоки поджелудочной железы. Цилиндрический эпителий представлен высокими узкими клетками с функциями секреции и всасывания. Иногда на свободной поверхности клеток имеется щеточная кайма, состоящая из микроворсинок, увеличивающих поверхность всасывания (в тонкой кишке). Бокаловидные клетки, расположенные между цилиндрическими эпителиоцитами, выделяют слизь, защищающую слизистую желудка от вредного действия желудочного сока и облегчающую прохождение пищи в кишечнике.

Железистый эпителий образует железы (потовые, сальные и др), выполняющие функции выделения. Железы бывают многоклеточными (печень, гипофиз) и одноклеточными (бокаловидная клетка мерцательного эпителия, выделяющая слизь). Экзокринные железы расположены в коже или полых органах. Они обычно имеют выводные протоки и выводят секрет или наружу (пот, кожное сало, молоко), или в полость органа (бронхиальная слизь, слюна). Их секреты оказывают местное воздействие. Экзокринные железы делятся на простые и сложные в зависимости от того, ветвится или нет их выводной проток. Эндокринные железы не имеют выводных протоков, выделяют свои гормоны (адреналин и др.) в кровь и лимфу, влияя на весь организм.

Многослойный эпителий состоит из нескольких рядов клеток. Только нижний слой клеток расположен на базальной мембране. Эпидермис (многослойный плоский ороговевающий эпителий) покрывает кожу. Его нижний слой представлен ростковыми клетками, среди которых находятся пигментные клетки меланоциты с черным пигментом меланином, придающим цвет коже. Слизистые оболочки выстилает многослойный плоский неороговевающий эпителий (полость рта, глотка, пищевод и др.). Переходный эпителий может иметь разное количество слоев в зависимости от степени наполнения органа мочой (мочевыводящие пути).

Соединительная ткань составляет 50% веса тела, разнообразна по строению и функциям, широко распространена в организме.

Собственно соединительная ткань образует строму и капсулы внутренних органов, находится в коже, связках, сухожилиях, фасциях, сосудистых стенках, оболочках мышц и нервов. В организме эта ткань выполняет пластическую, защитную, опорную и трофическую функции. Она состоит из клеток и межклеточного вещества, содержащего волокна и основное вещество. Главная клетка – подвижный фибробласт – образует основное вещество и выделяет волокна: коллагеновые, эластические, ретикулиновые. Различают собственно соединительную ткань, хрящевую и костную.

Собственно соединительная ткань представлена рыхлой и плотной волокнистой соединительной тканью с функциями опорно-механической, защитной (плотная волокнистая

соединительная ткань, хрящевая, костная). Трофическую (питательную) функцию выполняют рыхлая волокнистая и ретикулярная соединительная ткань, кровь и лимфа.

Рыхлая волокнистая соединительная ткань (**рис. 2.3.**) содержит фибробласты, фиброциты и др. клетки и волокна, по разному расположенные в основном веществе в зависимости от строения и функции органа. Эта ткань составляет строму паренхиматозных органов, сопровождает кровеносные сосуды, участвует в иммунных, воспалительных реакциях, заживлении ран.

Плотная волокнистая соединительная ткань может быть неоформленной и оформленной в зависимости от упорядоченности расположения ее волокон. В сетчатом слое кожи соединительно-тканые волокна беспорядочно переплетаются. В сухожилиях, связках, фасциях эти волокна образуют пучки, расположенные в определенном направлении и придающие этим образованиям прочность (**рис.2.4**).

Ретикулярная соединительная ткань, состоящая из ретикулярных клеток и волокон, образует основу кроветворных и иммунных органов (красного костного мозга, лимфатических узлов и фолликулов, селезенки, вилочковой железы). Основная ее клетка – многоотростчатый ретикулоцит, выделяющий тонкие ретикулиновые волокна. Отростки клеток соединяются друг с другом с образованием сети, в петлях которой расположены кроветворные клетки и форменные элементы крови.

Жировая соединительная ткань образует подкожно-жировой слой, расположена под брюшиной, в сальниках. Ее клетки – шаровидные липоциты - накапливают жировые капли. Жировая ткань – депо важнейшего источника энергии жира и связанной с ним воды, имеет хорошие теплоизоляционные свойства.

Хрящевая ткань состоит из хондроцитов, образующих группы из двух-трех клеток, и основного вещества – плотного, упругого геля. Хрящ не имеет сосудов, питание осуществляется из капилляров покрывающей его надхрящницы. Различают три разновидности хряща. Гиалиновый хрящ – полупрозрачный, гладкий, плотный, блестящий, почти не содержит волокон, образует суставные, реберные хрящи, хрящи гортани, трахеи, бронхов. Волокнистый (фиброзный) хрящ имеет много прочных коллагеновых волокон и образует фиброзные кольца межпозвоночных дисков, внутрисуставные диски, мениски, лобковый симфиз. Эластический хрящ желтоват, содержит множество спиралевидных эластических волокон, обуславливающих упругость. Из него состоят некоторые хрящи гортани, ушная раковина и др.

Костная ткань твердая и прочная, образует скелет. Состоит из зрелых многоотростчатых клеток – остеоцитов, молодых – остеобластов, вмонтированных в твердое межклеточное вещество, содержащее минеральные соли. При повреждении кости остеобласты участвуют в процессах регенерации. Третий вид клеток костной ткани - многоядерные остеокласты способны фагоцитировать (поглощать) межклеточное вещество костной и хрящевой ткани в процессе роста и перестройки кости.

Мышечная ткань обладает возбудимостью, проводимостью и сократимостью. Основная клетка – миоцит. Выделяют три вида мышечной ткани (**рис. 2.5**). Поперечнополосатая скелетная мышечная ткань образует скелетные мышцы и некоторые внутренние органы (язык, глотку, гортань и др.). Поперечнополосатая сердечная мышечная ткань формирует сердце. Гладкая мышечная ткань расположена в глазном яблоке, стенках сосудов и полых внутренних органов (в желудке, кишечнике, трахее, бронхах и др.).

Скелетная мышечная ткань состоит из многоядерных, поперечно счерченных мышечных волокон длиной до 4-10 см, оболочка которых по электрическим свойствам похожа на мембрану нервных клеток. Волокна содержат специальные сократительные органеллы, миофибриллы в виде продольных нитей, способных при возбуждении укорачиваться. Миофибриллы образованы сократительными белками – актином и миозином с разными светопреломляющими и физико-химическими свойствами, что обуславливает чередование темных и светлых поперечных полосок (дисков) при микроскопии этой мышечной ткани. Цитоплазма мышечного волокна содержит эндоплазматическую сеть. Ее мембраны связаны с оболочкой клетки и активно транспортируют  $Ca^{+}$  из цитоплазмы в трубочки эндоплазматической сети. Скелетная мышца при кратковременных нагрузках покрывает свои энергетические потребности как за счет аэробного, так и за счет анаэробного окисления. Сокращение скелетных мышц осуществляется быстро, контролируется сознанием и регулируется соматической нервной системой.

Сердечная мышечная ткань, миокард, состоит из клеток - поперечно исчерченных кардиомиоцитов, которые с помощью вставочных дисков соединяются в функционально единую сеть. Возбуждение, возникающее в каком-либо отделе сердца, распространяется на все мышечные волокна миокарда. Миокард чрезвычайно чувствителен к недостатку кислорода: он покрывает свои энергетические потребности только за счет аэробного окисления. Миокард сокращается произвольно и регулируется вегетативной нервной системой.

Гладкая мышечная ткань состоит из тонких одноядерных, не имеющих исчерченности веретенообразных миоцитов длиной до 0,5 см, собранных в пучки или пласты. Их актиновые и миозиновые нити расположены беспорядочно, не образуя четко различимых миофибрилл. Сокращение гладкой мышечной ткани происходит медленно (кроме мышц, регулирующих ширину зрачка), произвольно и контролируется вегетативной нервной системой.

Нервная ткань состоит из нервных клеток – нейронов и нейроглии. Нейроны вырабатывают нервные импульсы, нейрогормоны и медиаторы. Нейроны и нейроглия формируют единую нервную систему, регулиующую взаимосвязь организма с внешней средой, координирующую функции внутренних органов и обеспечивающую целостность организма.

Нейрон имеет тело, отростки и концевые аппараты. По количеству отростков различают нейроны с одним, двумя и несколькими отростками (униполярные, биполярные и мультиполярные - последние у человека преобладают). Коротких ветвящихся отростков – дендритов - у нейрона может быть до 15. Они соединяют нейроны между собой, передавая нервные импульсы. По единственному длинному (до 1,5 м), тонкому, не ветвящемуся отростку – аксону – нервный импульс перемещается от тела нейрона к мышце, железе или другому нейрону (**рис.2.6**).

Нервные волокна заканчиваются концевыми аппаратами - нервными окончаниями. Аксоны заканчиваются эффекторами - двигательными нервными окончаниями на мышцах и железах. Рецепторы - чувствительные нервные окончания. В ответ на раздражение в рецепторах возникает процесс возбуждения, который регистрируется как очень слабый переменный электрический ток (нервные импульсы, биотоки). В нервных импульсах закодирована информация о раздражителе. Синапсы - контакты между нервными клетками и их отростками. Передача возбуждения в синапсах и эффекторах происходит с помощью биологически активных веществ – медиаторов (ацетилхолина, норадреналина и др.).

Нейроны не делятся митозом в обычных условиях. Восстановительные функции принадлежат нейроглии. Клетки нейроглии выстилают полости головного и спинного мозга (желудочки, каналы), служат опорой для нейронов, окружая их тела и отростки, осуществляют фагоцитоз и обмен веществ, выделяют некоторые медиаторы.

### *2.3 ОРГАН. СИСТЕМЫ ОРГАНОВ. АППАРАТЫ ОРГАНОВ*

Орган – это часть тела, имеющая определенную форму, расположение, строение и функции. В образовании каждого органа принимают участие разные ткани, причем, одна из них является основной, рабочей или функциональной, а остальные – вспомогательными. Паренхима – это основная, функциональная ткань органа, а строма – его опорная ткань. Например, для мозга основная ткань - нервная, для скелетной мышцы – мышечная. Вспомогательные функции в каждом органе выполняет эпителий, выстилая слизистые оболочки пищеварительных, дыхательных и мочеполовых органов; соединительная ткань, осуществляя опорную, трофическую функции, формируя строму органов; мышечная ткань, участвуя в образовании стенок сосудов и полых органов.

Внутренние органы бывают паренхиматозными, сплошными (печень, поджелудочная железа и др.) и трубчатыми, полыми (желудок, трахея и др.). Морфофункциональными единицами органов называются микроскопические образования, осуществляющие основные функции этих органов (в почках – нефрон, в нервной системе – нейрон, в печени – долька, в легких – ацинус).

Различают системы органов и аппараты органов. Система органов – это комплекс органов, имеющих единую функцию, общие происхождение и план строения. В каждой системе есть трубчатые и паренхиматозные органы.

В организме человека различают следующие системы органов:

- пищеварительная – объединяет органы, осуществляющие потребность есть и пить;
- дыхательная – включает органы, осуществляющие потребность дышать;



- сердечно-сосудистая, включает сердце и сосуды, осуществляющие потребность в кровообращении;
- мочевыделительная – объединяет органы, осуществляющие потребность выделять из организма продукты метаболизма;
- репродуктивная – объединяет органы, осуществляющие потребность в продолжении рода;
- система регуляции – объединяет нервную, сенсорную системы и эндокринный аппарат, которые обеспечивают с помощью сердечно-сосудистой системы потребность в регуляции функций организма и связи организма с внешней средой.

Аппарат органов - это комплекс органов, связанных общей функцией, но имеющих разное строение и происхождение (опорно-двигательный, эндокринный, мочеполовой).

Внутренние органы, внутренности, лежат в полостях – грудной, брюшной, полости малого таза. Подвижные внутренние органы покрыты серозными оболочками, уменьшающими трение. Они расположены в серозных полостях – парных плевры и яичка (у мужчин) и непарных перикарда и брюшины. Серозные оболочки - это плевра, перикард, брюшина, серозная оболочка яичка (у мужчин) - гладкие, блестящие, влажные, покрыты однослойным плоским эпителием, под которым находится тонкий слой рыхлой волокнистой соединительной ткани, богатой сосудами. Серозные оболочки имеют два листка – висцеральный (внутренностный), срастающийся с поверхностью органа, и париетальный (пристеночный) листок, срастающийся со стенками серозной полости. Узкая, щелевидная серозная полость образуется между листками оболочки и содержит немного серозной жидкости, по составу близкой к плазме крови.

Кроме серозных оболочек, в организме имеются слизистые и синовиальные оболочки. Слизистые оболочки выстилают стенки трубчатых органов - пищеварительных, дыхательных, мочеполовых, содержат много слизистых желез. Слизь обеспечивает вязкость поверхности оболочки. Синовиальные оболочки выстилают полости суставов. Синовиальная жидкость смазывает, увлажняет суставные поверхности, уменьшая трение.

Комплекс систем и аппаратов органов образует целостный организм человека, в котором все части взаимосвязаны. Важнейшими являются нервная, сердечно-сосудистая системы и эндокринный аппарат.

### ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

Задание №1. Выберите одно правильное утверждение:

1. Ферменты по химическому составу являются:
  - А) белками
  - В) углеводами
  - С) жирами
  - Д) минеральными веществами
2. Органоидами, ответственными за синтез белков в клетке, являются:
  - А) митохондрии
  - В) рибосомы
  - С) клеточный центр
  - Д) лизосомы
3. Морфофункциональной единицей нервной ткани является:
  - А) нейрон
  - В) нефрон
  - С) ацинус
  - Д) долька
4. Высокоэнергетическим фосфорным соединением, содержащимся в клетках организма человека, является:
  - А) АТФ
  - В) гликоген
  - С) крахмал
  - Д) глюкоза
5. Единицей наследственности является:

- A) ген
  - B) дезоксирибонуклеиновая кислота
  - C) рибонуклеиновая кислота
  - D) геном
6. В митозе участвуют следующие органоиды:
- A) клеточный центр
  - B) митохондрии
  - C) лизосомы
  - D) аппарат Гольджи
7. Клетки организма человека (кроме половых) должны содержать:
- A) 23 хромосомы
  - B) 46 хромосом
  - C) 30 хромосом
  - D) 20 хромосом
8. Органеллы, обеспечивающие сокращение мышечных клеток, называются:
- A) митохондрии
  - B) миофибриллы
  - C) рибосомы
  - D) клеточный центр
9. Аминокислоты – это составные части:
- A) белков
  - B) углеводов
  - C) жиров
  - D) витаминов
10. Углеводный запас животной клетки представлен:
- A) гликогеном
  - B) крахмалом
  - C) жировой клетчаткой
  - D) нуклеопропротеидами

**ЭТАЛОНЫ ОТВЕТОВ.** 1-А, 2-В, 3-А, 4-А, 5-А, 6-А, 7-А, 8-В, 9-А, 10-А

### **УЧЕБНЫЙ МОДУЛЬ 3. ПРОЦЕСС ДВИЖЕНИЯ: КОСТИ И ИХ СОЕДИНЕНИЯ**

#### **УЧЕБНЫЕ ЦЕЛИ**

ПОСЛЕ ИЗУЧЕНИЯ МОДУЛЯ СТУДЕНТ ДОЛЖЕН:

**ИМЕТЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О:** содержании понятия «процесс движения» и структурах, его осуществляющих; разновидностях движений; принципе рычага в движениях суставов; амплитуде движений в суставах; потребности двигаться и ее роли в удовлетворении других потребностей человека; возрастных особенностях опорно-двигательного аппарата; пассивной и активной части опорно-двигательного аппарата.

**ЗНАТЬ:** виды, форму костей; строение кости как органа; рост костей в длину и толщину; виды соединений костей; классификацию суставов.

**УМЕТЬ:** пальпировать основные кости, указать их местоположение на скелете; пользоваться анатомическими терминами

#### **ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

##### **3.1 ОБЩИЕ ВОПРОСЫ АНАТОМИИ И БИОМЕХАНИКИ АППАРАТА ДВИЖЕНИЯ И КОСТНОЙ СИСТЕМЫ**

Движение – важнейшая потребность организма человека, относящаяся к II ступени пирамиды потребностей А. Маслоу. Благодаря перемещению в пространстве, человек не только наилучшим образом адаптируется к среде обитания, но и осуществляет все остальные свои потребности.

Различают три вида движений: активные, пассивные и движения с сопротивлением. Процесс движения – функция опорно-двигательного аппарата, включающего кости, соединения костей и скелетные мышцы. В аппарате органов движения различают две части: пассивную и активную. К пассивной части относят кости и их соединения, к активной – мышцы. Раздел анатомии, изучающий кости, называется остеологией, соединения костей – синдесмологией, мышцы – миологией.

### *3.1.1 Строение, состав, развитие кости*

Кость – орган, состоящий преимущественно из костной ткани, включающей клетки и твердое межклеточное вещество, богатое коллагеновыми волокнами, минеральными соединениями. Кость содержит 50% воды, органические вещества (оссеин) и неорганические вещества (соединения кальция, фосфора, магния и др.).

Снаружи кость покрыта надкостницей – тонкой соединительно-тканной пластинкой, прочно прирастающей к кости. Она содержит очень много сосудов, нервов, рецепторов. Наружный слой надкостницы волокнистый, а внутренний – ростковый: в нем образуются молодые клетки – остеобласты, за счет которых кость растет в толщину, а при переломах формируется костная мозоль.

Наружный слой кости представлен пластинкой компактного вещества, под которым расположено пористое губчатое вещество, построенное из костных балок с ячейками между ними. Внутри тел трубчатых костей имеется костномозговая полость, содержащая желтый (жировой) костный мозг. Компактное вещество состоит из пластинчатой костной ткани и пронизано продольными (центральными) и поперечными тонкими питательными каналцами, через которые в кость проходят сосуды и нервы. Стенками продольных каналов служат костные пластинки в виде трубочек, вставленных одна в другую. Центральный канал с системой из 5-20 окружающих его концентрических пластинок называется остеоном (структурной единицей кости).

Эпифизы трубчатых костей, губчатые кости состоят из губчатого вещества и покрыты тонким слоем компактного вещества (**рис.3.1**). Ячейки губчатого вещества в эпифизах трубчатых костей и губчатых костях заполнены красным костным мозгом, выполняющим кроветворные функции.

Костные пластинки губчатого вещества расположены под углом друг к другу, в соответствии с линиями сжатия и растяжения, что обеспечивает более равномерное распределение действующих на кость тяги мышц и давления. Такое арочное и трубчатое строение придает значительную прочность и легкость конструкции кости. По прочности кости сравнивают с металлами – медью, железом. Чем больше нагрузка на кость, чем сильнее тяга действующих на нее мышц, тем кость прочнее, ее компактное вещество толще, более выражены апофизы – бугристости, связанные с действием мышц. При уменьшении тяги мышц кость становится слабее, тоньше, апофизы сглаживаются. Таким образом, кость чрезвычайно пластична, она легко перестраивается: изменяется количество остеонов, костных балок, их расположение. Установлено, что физические упражнения, массаж, спортивные тренировки, профессиональные физические нагрузки укрепляют кости скелета, а гиподинамия (при болезни или сидячем образе жизни) их ослабляет. Перестройка костной ткани возможна благодаря двум одновременным процессам: разрушению старой кости с помощью остеокластов и образованию новой кости.

В развитии костей выделяют три стадии: перепончатую, хрящевую, костную. Отдельные кости могут развиваться из эмбриональной соединительной ткани, минуя хрящевую стадию (кости черепа, часть ключицы). Для развития большинства костей характерны все три стадии.

### *3.1.2 Форма костей*

Кости разнообразны по величине и форме. Они бывают: трубчатыми, губчатыми (короткими), плоскими, смешанными и воздухоносными.

Длинные кости, трубчатые имеют среднюю часть – тело с полостью и утолщенные концы – эпифизы. Эпифиз имеет гладкую суставную поверхность, покрытую суставным хрящом (для соединения с соседними костями). Участок перехода диафиза в эпифиз называют метафизом. Метафизарные гиалиновые хрящи, за счет которых кость растет в длину, характерны для периода роста организма человека (до 25–28 лет). Трубчатые кости образуют скелет конечностей и функционируют как рычаги. Различают трубчатые кости длинные – плечевую, бедренную, кости предплечья, голени и трубчатые кости короткие – кости пясти, плюсны, фаланги пальцев.

Короткие кости (губчатые) имеют неправильную форму и расположены в тех частях скелета, где требуется сочетание прочности с подвижностью (запястье, предплюсна).

Плоские кости ограничивают полости тела, служат защитой и опорой внутренних органов, к ним прикрепляются мышцы (кости свода черепа, таза, грудина, ребра).

Смешанные кости сложно устроены, разнообразной формы. Например, тело позвонка по строению является губчатой костью, а его отростки и дуга – плоской костью.

Воздухоносные кости имеют полость, выстланную слизистой оболочкой и заполненную воздухом (лобная, височная и др.).

Для прикрепления мышц кости имеют: выросты (апофизы) различной величины и формы - отростки, гребни, бугры, бугорки, углубления (ямы, ямки), площадки. Кости имеют ограниченные краями поверхности, бороздки, каналы, щели, вырезки, питательные отверстия для сосудов и нервов. Закругленный эпифиз, отграниченный от диафиза сужением – шейкой, называют головкой. Она гладкая, покрыта суставным хрящом, является суставной поверхностью, выпуклой, вогнутой или в форме мыщелка.

### 3.1.3 Понятие о скелете

Скелет – совокупность костей, образующих твердую основу (твердый скелет), составляющий  $\frac{1}{5}-\frac{1}{7}$  массы тела человека. Функции скелета: опорно-защитная, двигательная, он является депо минеральных солей. К мягкому скелету, фиксирующему анатомические образования к костям, относятся сухожилия, связки, фасции. Скелет ограничивает полости с расположенными в них внутренними органами: грудную, брюшную, малого таза, черепа, защищая от внешних воздействий внутренние органы и являясь их опорой. Он состоит из более двухсот костей, из которых 33-34 – парные, остальные – непарные. Отделы скелета: скелет головы – череп; скелет туловища – позвоночный столб и грудная клетка; скелет верхних и нижних конечностей состоит из скелета поясов конечностей – плечевого и тазового и скелета свободных конечностей (**рис.3.2**).

### 3.1.4 Соединения костей

Соединения объединяют кости скелета в единое целое и сочетают прочность с упругостью и подвижностью. Различают три вида соединений: непрерывные, прерывные (суставы) и симфизы (полусуставы) (**рис.3.3**).

Непрерывные соединения, синартрозы, прочны, упруги, их подвижность ограничена. В зависимости от вида ткани они делятся на три вида соединений: фиброзные, хрящевые, костные.

Фиброзные соединения - это соединение костей плотной, волокнистой соединительной тканью. Различают три вида непрерывных соединений: синдесмозы, швы, вколачивание. Синдесмозы – это связки и перепонки. Связки – фиброзные пучки или пластинки, которые перекидываются между сочленяющимися костями и укрепляют (или тормозят) движения в суставах. Межкостные перепонки натянуты между диафизами трубчатых костей и в некоторых других местах, от них начинаются мышцы. В швах черепа – зубчатых, чешуйчатых и плоских - между срастающимися костями имеется тонкая прослойка соединительной ткани. Вколачивание – соединение зуба с альвеолой с помощью тонкой фиброзной прослойки, называемой периодонтом.

Синхондрозы – соединения костей с помощью хрящевой ткани. Упругость хрящевой прослойки и, следовательно, амортизационные свойства зависят от толщины хряща. Постоянные синхондрозы существуют в течение всей жизни (межпозвоночные диски). Непостоянные синхондрозы сохраняются до определенного возраста, а затем замещаются костным сращением – синостозом (например, соединение рукоятки грудины с ее телом).

Симфиз (гемиартроз) – промежуточное соединение. Он представлен фиброзной тканью или волокнистым хрящом с узкой щелевидной полостью в толще: таковы симфизы между рукояткой и телом грудины, межпозвоночный (между крестцом и копчиком), лобковый. Это соединение не имеет суставной капсулы, синовиальной оболочки, но может быть укреплено связками.

### 3.1.5 Строение суставов

Прерывные соединения костей суставы (**рис.3.4**) подвижные соединения, отличаются большим разнообразием движений. Воспаление сустава – артрит. Основным аппаратом сустава являются суставные поверхности, покрытые гиалиновым хрящом, суставная капсула и суставная полость, содержащая синовиальную жидкость. Вспомогательным аппаратом сустава являются хрящевые диски, мениски, суставные губы.

Суставные поверхности суставов могут соответствовать или не соответствовать друг другу. Суставной хрящ не имеет сосудов, гладкий, амортизирует толчки, уменьшает трение суставных

поверхностей. Чем больше нагрузка на сустав, тем хрящ толще. Суставная капсула прикрепляется к сочленяющимся костям чаще вблизи краев суставных поверхностей, образуя герметичную суставную полость. Капсула имеет два слоя: наружный фиброзный и внутренний (синовиальный). Фиброзный слой толстый, прочный, состоит из плотной волокнистой соединительной ткани и образует связки, тормозящие движения в суставе. Синовиальный слой тонкий, имеет выросты – ворсинки, увеличивающие площадь слоя, богатые кровеносными сосудами и вырабатывающие синовиальную жидкость. Эта жидкость увлажняет суставные поверхности, уменьшая трение. Она содержится в суставной полости – щелевидном пространстве между суставными поверхностями.

Суставные диски и мениски – хрящевые пластинки различной формы, расположенные между суставными поверхностями в тех случаях, когда они не соответствуют друг другу (в грудино-ключичном, коленном и др. суставах). Эти образования смещаются при движениях в суставе, исправляют несоответствие суставных поверхностей, амортизируют сотрясения и толчки. Суставная хрящевая губа прирастает по краям суставной впадины, дополняя и углубляя ее в плечевом, тазобедренном суставе.

### *3.1.6 Классификация, биомеханика суставов*

Суставы различают по форме и количеству сочленяющихся суставных поверхностей. Простой сустав образован двумя, а сложный – тремя и более суставными поверхностями. Комплексный сустав имеет в полости диск или мениски разделяющие полость сустава на два этажа. Комбинированный сустав представлен двумя суставами, действующими согласованно.

По геометрической форме суставных поверхностей различают суставы цилиндрические, шаровидные, эллипсоидные. Остальные формы суставов возникли как видоизменение основных форм. Например, разновидность цилиндрического сустава – блоковидный сустав (а его разновидность – винтообразный сустав), шаровидного – чашеобразный и плоский сустав (**рис. 3.5**).

Число осей, вокруг которых происходят движения, определяется формой сустава. Одноосные суставы – цилиндрические, блоковидные, винтообразные; двухосные – эллипсоидные, седловидные, мыщелковые; трехосные (они же многоосные за счет множества продольных осей) – шаровидные, чашеобразные, плоские.

Движения в суставах в зависимости от формы сочленяющихся поверхностей могут совершаться вокруг следующих осей: фронтальной, сагиттальной и продольной. Вокруг фронтальной оси совершается сгибание и разгибание, вокруг сагиттальной оси – отведение и приведение по отношению к срединной плоскости. Вокруг продольной оси осуществляется вращение. При круговом движении – циркумдукции, последовательно используются все оси.

На амплитуду (объем) движений в суставе влияют разности угловых величин сочленяющихся поверхностей, а также количество и расположение связок, состояние мышц.

## **3.2 МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЧЕРЕПА**

Скелет головы – череп состоит из костей, соединенных швами. Череп является опорой и защитой головного мозга, органов чувств – слуха и равновесия, зрения, обоняния, вкуса, начальных отделов пищеварительных и дыхательных путей. Он имеет два отдела: мозговой и лицевой.

В состав мозгового черепа входит 8 костей: 2 парных – височная и теменная и 4 непарных – лобная, затылочная, клиновидная и решетчатая. Мозговой череп является вместилищем головного мозга – делится на свод (крышу) и основание. Лицевой череп расположен ниже мозгового. Он является костной основой лица и состоит из 15 костей – 6 парных: верхняя челюсть, небная, носовая, слезная, скуловая, нижняя носовая раковина и 3 непарных: сошник, нижняя челюсть и подъязычная кость. Кости лицевого черепа служат для прикрепления мышц, участвуют в образовании полостей – носа, рта, глазниц; лицевых ямок – подвисочной и крыловидно-небной. Нижняя челюсть соединена с черепом височно-нижнечелюстным суставом. Верхняя челюсть, решетчатая, лобная, клиновидная кости – пневматические (воздухоносные). Пневматизация уменьшает массу черепа и, следовательно, нагрузку на шейные позвонки. Подъязычная кость расположена в области шеи и соединена с костями черепа мышцами и связками.

### *3.2.1 Строение костей мозгового отдела черепа*

Лобная кость непарная, участвует в образовании свода черепа и передней черепной ямки его основания, полостей носа и глазниц. Имеет 3 части: непарные чешуйчатую, носовую и парные глазничные (**рис. 3.6**).

Чешуйчатая часть на мозговой поверхности имеет сосудистые борозды, пальцевидные вдавления (образуются при давлении на податливый череп ребенка извилин растущего мозга), борозду верхнего сагиттального венозного синуса, которая внизу переходит в лобный гребень. Наружная поверхность чешуйчатой части по бокам переходит в височные части и отделена от глазничных частей надглазничным краем. Латерально надглазничные края заканчиваются скуловыми отростками, от которых вверх и назад отходят височные линии, ограничивающие височную ямку спереди. Выше надглазничных краев видны надбровные дуги, над которыми расположены лобные бугры. Плоское возвышение – надпереносье – находится между надбровными дугами.

Глазничные части разделяет глубокая решетчатая вырезка. На их мозговой поверхности видны пальцевидные вдавления. На глазничной поверхности, образующей верхнюю стенку глазницы, у латерального угла имеется ямка слезной железы.

Носовая часть расположена между глазничными частями и ограничивает спереди и с боков решетчатую вырезку. Передний ее край соединяется с лицевыми костями и имеет в центре носовые гребень и ость. По краям гребня – отверстия воздухоносной лобной пазухи. Воспаление лобной пазухи – фронтит.

Теменная кость парная, в виде изогнутой четырехугольной пластинки, образует верхнебоковой отдел свода черепа. Имеет три ее края: лобный, затылочный, сагиттальный зазубрены и соединяются с костями: лобной, затылочной и соседней теменной. Ее наружный чешуйчатый край гладкий, срастается с височной костью. Краям соответствуют четыре угла – лобный, клиновидный, затылочный, сосцевидный. В центре наружной поверхности – теменной бугор. Под ним видны две изогнутые височные линии (верхняя и нижняя), от которых начинаются височные фасция и мышца. Вдоль сагиттального края по внутренней поверхности кости тянется борозда верхнего сагиттального синуса. Сосцевидный угол пересекает борозда сигмовидного синуса.

Затылочная кость образует нижнезадний отдел мозгового черепа. В ней различают непарные чешуйчатую и основную части, парные боковые части. Все части окружают большое затылочное отверстие, через которое спинной мозг сообщается с головным мозгом.

Чешуйчатая часть на мозговой поверхности имеет крестообразное возвышение и четыре мозговых ямки. В центре возвышения – внутренний затылочный выступ. Справа и слева от него горизонтально идет борозда поперечного венозного синуса, кверху – борозда верхнего сагиттального синуса, а вниз, к большому затылочному отверстию спускается внутренний затылочный гребень. Зубчатый край соединяет чешуйчатую часть с теменными и височными костями. На наружной поверхности чешуйчатой части в центре – наружный затылочный выступ, от которого в стороны идет верхняя выйная линия, ниже – нижняя выйная линия, а по центру к большому затылочному отверстию спускается наружный затылочный гребень. Основная часть расположена впереди большого затылочного отверстия и срастается с телом клиновидной кости, образуя внутри, на мозговой поверхности широкую борозду – скат, а снаружи – глоточный бугорок.

Боковые части на нижней поверхности имеют парные затылочные мышелки, которые сочленяются с суставными поверхностями I шейного позвонка. Над каждым мышелком расположен канал подъязычного нерва, а латеральнее – яремная вырезка.

Височная кость парная, входит в основание и боковую стенку мозгового черепа. Впереди она соединяется с клиновидной, вверху – с теменной, сзади – с затылочной костями. Являетсяместищем органа слуха и равновесия, имеет каналы для сосудов и нервов, сочленяется с нижней челюстью. В височной кости различают три части: чешуйчатую, каменистую (пирамиду) и барабанную (**рис. 3.7**).

Чешуйчатая часть – выпуклая пластинка со стесанным верхним краем, которым она как рыба чешуйка накладывается на соответствующие края теменной и клиновидной костей. Гладкая наружная поверхность чешуи участвует в образовании височной ямки. От чешуи кпереди отходит скуловой отросток, который соединяется со скуловой костью, образуя скуловую дугу. У основания скулового отростка находится суставная нижнечелюстная ямка, спереди ограниченная суставным бугорком.

Каменистая часть имеет форму трехгранной пирамиды, внутри которой расположен орган слуха и равновесия, каналы для сосудов и нервов. Пирамида имеет верхушку, обращенную вперед и внутрь, 3 стороны – переднюю, заднюю, нижнюю и 3 края – передний, задний и верхний.

Передняя поверхность пирамиды обращена вперед и вверх. Латерально она переходит в чешуйчатую часть. Вблизи верхушки имеется тройничное вдавление, для узла тройничного нерва. На переднем крае пирамиды расположено отверстие мышечно-трубного канала, на верхнем крае - борозда верхнего каменистого синуса.

Задняя поверхность пирамиды обращена назад и имеет внутреннее слуховое отверстие, переходящее в короткий широкий канал - внутренний слуховой проход. На заднем крае пирамиды видна борозда нижнего каменистого синуса.

Нижняя поверхность пирамиды имеет сложный рельеф. Здесь вниз отходит тонкий, длинный шиловидный отросток, позади которого расположен толстый сосцевидный отросток. Между отростками имеется шилососцевидное отверстие, медиальнее которого находится яремная ямка. Кпереди от шиловидного отростка расположено наружное отверстие сонного канала, через которое проходит внутренняя сонная артерия. Внутреннее отверстие сонного канала открывается на верхушке пирамиды.

Сосцевидный отросток находится позади наружного слухового прохода. Внизу его ограничивает глубокая сосцевидная вырезка, медиальнее которой видна борозда затылочной артерии. Наружная поверхность отростка выпуклая и шероховатая, здесь прикрепляются мышцы. На мозговой поверхности отростка имеется глубокая борозда сигмовидного синуса. В толще отростка расположены сосцевидные ячейки. Самая крупная из них - сосцевидная пещера, сообщается с барабанной полостью.

Барабанная часть – узкая, изогнутая пластинка, ограничивающая наружное слуховое отверстие, ведущее в наружный слуховой проход и образующая его стенки: переднюю, нижнюю и заднюю.

Клиновидная кость расположена в центре основания черепа, участвует в образовании боковых стенок свода черепа, полостей и ямок мозгового и лицевого черепа. Имеет тело и три пары отростков: большие, малые крылья и крыловидные отростки.

Тело в форме куба имеет шесть поверхностей и клиновидную пазуху внутри. На мозговой поверхности видно углубление – турецкое седло с гипофизарной ямкой в центре и спинкой сзади. По бокам спинки – сонные борозды. Передненижняя поверхность тела имеет в центре гребень и киль, по бокам от них находятся парные отверстия входа в клиновидную пазуху.

Большие крылья начинаются от боковых поверхностей тела и имеют четыре поверхности: мозговую, глазничную, верхнечелюстную и височную. На мозговой поверхности у основания крыльев – три парных отверстия – круглое, овальное (для II-III ветвей тройничного нерва) и остистое – для артерии. Глазничная поверхность входит в состав латеральной стенки глазницы. Верхнечелюстная поверхность расположена между глазничной поверхностью сверху и основанием крыловидного отростка внизу. Височная поверхность разделена подвисочным гребнем на верхнюю и нижнюю части, которые образуют стенки ямок - височной и подвисочной.

Малые крылья – узкие пластинки, отходящие от тела впереди и выше турецкого седла. Они отделены от больших крыльев верхней глазничной щелью. Впереди они срастаются с глазничными частями лобной кости и решетчатой костью. В основании малых крыльев – парные каналы зрительных нервов, отверстия которых соединяет передперекрестная борозда.

Крыловидные отростки отходят от тела сзади, направлены вниз и состоят из двух пластинок – медиальной и латеральной. Спереди пластинки сращены, сзади расходятся, образуя крыловидную ямку. Решетчатая кость входит в состав основания мозгового черепа и лицевой череп, образует стенки полостей носа и глазниц. Состоит из горизонтально расположенной решетчатой пластинки, перпендикулярной пластинки и парного решетчатого лабиринта.

Решетчатая пластинка заполняет решетчатую вырезку лобной кости и пронизана отверстиями, через которые в череп проникает I пара черепных нервов.

Перпендикулярная пластинка по средней линии прободает решетчатую пластинку. Вверху она образует выступ - петушинный гребень, а внизу формирует верхнюю часть перегородки носа.

Решетчатый лабиринт парный, образован воздухоносными решетчатыми ячейками, которые сообщаются между собой и с полостью носа. Лабиринт свисает сверху в полость носа, прикрепляясь к краям решетчатой пластинки и располагаясь по бокам носовой перегородки. С медиальной стороны ячейки каждого лабиринта прикрыты двумя тонкими изогнутыми пластинками – верхней и средней носовыми раковинами. С латеральной стороны лабиринты покрыты тонкими глазничными пластинками, которые входят в состав медиальных стенок глазниц.

### 3.2.2 Скелет лицевого отдела черепа

Верхняя челюсть (**рис. 3.8**) парная, имеет тело и 4 отростка: лобный, небный, скуловой, альвеолярный. Альвеолярный отросток имеет восемь ячеек для верхних зубов. В теле различают 4 поверхности: переднюю, глазничную, носовую и подвисочную. Передняя и глазничная поверхности разделены подглазничным краем, ниже которого в клыковой ямке находится подглазничное отверстие для сосудов и нервов. В теле расположена верхнечелюстная (гайморова) пазуха. На подвисочной поверхности имеется бугор верхней челюсти с отверстиями для сосудов и нервов. Верхняя челюсть участвует в образовании полостей носа, глазниц, рта, ямок - подвисочной и крыловидно-небной.

Небная кость парная, расположена позади верхней челюсти и впереди крыловидного отростка клиновидной кости. Она состоит из двух пластинок – горизонтальной и перпендикулярной, соединенных под прямым углом и дополняющих сзади боковую стенку полости носа и твердое небо.

Скуловая кость парная, укрепляет скелет лицевого черепа, соединяется с височной, лобной костями, верхней челюстью, входит в латеральную стенку глазницы, височную и подвисочную ямки. Имеет височную, глазничную поверхности и два отростка – лобный и височный. Глазничная поверхность образует латеральную стенку глазницы. Височный отросток соединяется со скуловым отростком височной кости, образуя скуловую дугу.

Нижняя носовая раковина - парная, тонкая изогнутая пластинка, прирастающая к латеральной стенке полости носа над твердым небом.

Носовая кость - парная, узкая, четырехугольная пластинка, которая срастается с такой же костью противоположной стороны и образует спинку носа. Вверху носовые кости соединяются с лобной костью. Нижние свободные края их ограничивают грушевидную апертуру полости носа.

Слезная кость - парная, тонкая четырехугольная пластинка, образует переднюю часть медиальной стенки глазницы. Спереди она соединяется с лобным отростком верхней челюсти, сзади – с глазничной пластинкой решетчатой кости, вверху – с глазничной частью лобной кости. На наружной поверхности слезной кости имеется слезный гребень, впереди от которого проходит слезная борозда, которая вместе с одноименной бороздой верхней челюсти образует ямку слезного мешка.

Нижняя челюсть (**рис. 3.9.**) непарная, единственная подвижная кость черепа, которая с височной костью образует височно-нижнечелюстной сустав. Имеет тело и две ветви, отходящие от тела под углом вверх. Тело изогнуто в форме подковы и имеет наружную выпуклую и внутреннюю вогнутую поверхности. Нижний край тела, закругленный и утолщенный, называется основанием нижней челюсти. Верхний край тела образует альвеолярную часть с 16 зубными альвеолами. В центре передней поверхности тела имеется подбородочный выступ, по бокам которого видны парные подбородочные отверстия. В центре внутренней поверхности тела имеется подбородочная ость, по бокам и ниже которой видна парная двубрюшная ямка, а выше – парная подъязычная ямка. От подъязычных ямок в стороны и вверх уходят челюстно-подъязычные линии. Угол нижней челюсти имеет бугристости для мышц: на наружной поверхности - жевательную, на внутренней – крыловидную.

Каждая ветвь вверху заканчивается двумя отростками - передним венечным и задним мышцелковым с вырезкой между ними. Мыщелковый отросток имеет головку, шейку и крыловидную ямку на шейке спереди. Ниже вырезки на внутренней поверхности имеется отверстие, ведущее в канал нижней челюсти, открывающийся подбородочным отверстием.

Сошник – непарная кость трапециевидной формы, расположена в полости носа, где участвует в образовании перегородки носа, прикрепляясь к перпендикулярной решетчатой пластинке.

Подъязычная кость непарная, расположена в области шеи между нижней челюстью и гортанью и служит для прикрепления мышц шеи. Имеет дугообразное тело и две пары отростков, больших и малых рогов. Тело соединяется с гортанью щитоподъязычной мембраной.

### 3.2.3 Соединения костей черепа в возрастном аспекте

Все кости черепа (кроме нижней челюсти) соединены с помощью непрерывных соединений – синостозов, синхондрозов, синдесмозов. Фиброзные соединения - швы - зубчатые, чешуйчатые и плоские. Швы и синхондрозы именованы, как правило, по названиям соединяющихся костей, но некоторые швы названы особо: зубчатые - венечный (лобно-теменной), сагиттальный (межтеменной), ламбдовидный (теменно-затылочный), и парные чешуйчатые швы (височно-теменные). Для



соединения костей основания мозгового черепа характерны синхондрозы, постоянные и временные. Кости лицевого черепа соединены с помощью плоских швов.

Височно-нижнечелюстной сустав, парный, комплексный, комбинированный, эллипсоидный. Образован головкой мыщелкового отростка нижней челюсти и суставной ямкой и бугорком височной кости. Соответствие суставных поверхностей возможно только с помощью суставного диска, разделяющего полость сустава на два этажа: верхний и нижний. Сустав укреплен связками. Движения в нем возможны вокруг всех осей: опускание – поднятие, смещение нижней челюсти вперед - назад и латерально.

Череп новорожденного отличается от черепа взрослого. Мозговой череп в связи с увеличением массы головного мозга и формированием органов чувств по объему в 8 раз больше лицевого отдела (у взрослого он только в два раза больше). Челюсти недоразвиты, что обуславливает малую высоту лицевого отдела. Видны шесть родничков (**рис. 3.10**) – перепончатых участков свода черепа, необходимых для увеличения объема мозгового черепа в связи с ростом головного мозга. Самый большой передний (лобный) родничок имеет ромбовидную форму, находится на стыке венечного и сагиттального швов, зарастает на втором году жизни. Задний (затылочный) родничок треугольной формы, расположен на стыке сагиттального и ламбдовидного швов, зарастает на втором месяце жизни, как и боковые роднички. Зубчатые швы формируются с трехлетнего возраста и начинают зарастать после 20-30 лет.

В старческом возрасте наряду с зарастанием швов возникают изменения костей лицевого черепа. Вследствие стирания и выпадения зубов уменьшаются альвеолярные отростки челюстей, укорачивается лицевой отдел черепа, кости черепа становятся более плотными, тонкими и хрупкими.

#### *3.2.4 Форма черепа*

Череп имеет индивидуальные различия. По соотношению поперечного и продольного размера различают следующие формы мозгового черепа: при преобладании продольного размера – длинноголовную, поперечного размера - широкоголовную и среднюю (промежуточную). Череп часто асимметричен, причем его правая половина обычно развита лучше. Все эти изменения не влияют на умственные способности.

Половые различия черепа человека незначительны. Мужской череп вместительнее женского на 150-200 см<sup>3</sup> в связи с большими размерами тела. У мужчин, лучше выражены апофизы, сильнее развиты надбровные дуги, кости толще, чем женские.

#### *3.2.5 Череп в целом: свод и основание черепа*

В черепе различают свод (крышу) и основание. Границей между ними является условная линия, проведенная через наружный затылочный выступ, верхнюю выйную линию, сосцевидный отросток, скуловую дугу, надглазничный край к носолобному шву. Выделяют наружную и внутреннюю поверхности свода и основания черепа.

Свод образован чешуйчатыми частями лобной, височной, затылочной костей и теменными костями. Наружная поверхность свода черепа имеет швы: венечный, сагиттальный, ламбдовидный, чешуйчатые. Впереди лобная чешуя образует лоб; здесь определяются надбровные дуги, надпереносье, лобные бугры. Выше видны теменные бугры, височные линии и сбоку височные ямки, ограниченные снаружи скуловой дугой, вверху – нижней височной линией. Внутренняя поверхность свода имеет пальцевидные вдавления, сосудистые бороздки, борозду верхнего сагиттального венозного синуса, лобный гребень.

#### *3.2.6 Внутреннее основание черепа*

Основание черепа образовано лобной, затылочной, клиновидной, решетчатой и височной костями. Внутреннее основание имеет три черепных ямки: переднюю, среднюю и заднюю (**рис. 3.11**).

Передняя черепная ямка образована глазничными частями лобной кости, решетчатой пластинкой решетчатой кости и малыми крыльями клиновидной кости. Она сообщается с полостью носа через отверстия для обонятельных нервов в решетчатой пластинке. В центре этой пластинки возвышается петуший гребень, впереди которого имеется слепое отверстие и лобный гребень.

Средняя черепная ямка образована телом и большими крыльями клиновидной кости, передней поверхностью пирамид, чешуйчатыми частями височных костей. Здесь видны следующие анатомические образования: турецкое седло с гипофизарной ямкой, передперекрестная борозда, отверстия каналов зрительных нервов, сонные борозды, а рядом с верхушкой пирамиды – рваное

отверстие, образованное наложением отверстий сонного и мышечно-трубного каналов. Между крыльями и телом клиновидной кости имеется верхняя глазничная щель. Позади нее расположены круглое, овальное и остистое отверстия. Спереди на пирамиде височной кости видно тройничное вдавление.

В образовании задней черепной ямки принимают участие задние поверхности пирамид и внутренние поверхности сосцевидных отростков височных костей, затылочная кость, теменные кости, тело клиновидной кости. В центре ямки большое затылочное отверстие, впереди которого расположен скат, а позади - внутренний затылочный гребень, достигающий крестообразного возвышения. Границей между сводом и внутренним основанием черепа служит борозда поперечного синуса, переходящая латерально в борозды сигмовидного синуса, которые заканчиваются яремными отверстиями, образованными сращением одноименных вырезок затылочной кости и ямок височных костей. На задних поверхностях пирамид височных костей видны внутренние отверстия слуховых проходов.

### *3.2.7 Наружное основание черепа*

Наружное основание черепа (**рис. 3.12**) спереди закрыто лицевыми костями. Задний отдел основания черепа образован наружными поверхностями затылочной, клиновидной и височных костей. В центре - большое затылочное отверстие, по бокам которого расположены затылочные мыщелки с подъязычными каналами в основании. От свода наружное основание черепа отграничено наружным затылочным выступом и верхними выйными линиями. Под ними расположены нижние выйные линии. Впереди большого затылочного отверстия виден глоточный бугорок. На нижней поверхности пирамиды височной кости расположены: сосцевидный, шиловидный отростки, шиლოსосцевидное, яремное отверстия, отверстие наружного слухового прохода, нижнечелюстная суставная ямка и суставной бугорок, овальное, остистое, рваное отверстия.

### *3.2.8 Топография лицевого черепа*

На передней поверхности лицевого черепа различают полости глазниц носа и рта, а на боковых его поверхностях – подвисочную и крыловидно-небную ямки.

Глазница парная полость в форме четырехгранной пирамиды, обращенной основанием вперед (вход глазницы), верхушкой (зрительными каналами) назад и медиально. В полости глазницы расположено глазное яблоко, его вспомогательный аппарат, сосуды, нервы.

Стенки полости глазницы – верхняя, нижняя, медиальная и латеральная – образованы костями: лобной, клиновидной, решетчатой, слезной, скуловой и верхней челюстью. На границе верхней и латеральной стенки имеется ямка слезной железы. Медиальная стенка впереди имеет ямку слезного мешка, переходящую в носослезный канал, который открывается в полость носа. Нижняя стенка имеет подглазничную борозду, переходящая впереди в подглазничный канал, который открывается на передней поверхности тела верхней челюсти одноименным отверстием. Между латеральной и верхней стенками имеется верхняя глазничная щель, ведущая в среднюю черепную ямку, а между латеральной и нижней стенками имеется нижняя глазничная щель, сообщающая глазницу с крыловидно-небной и подвисочной ямками.

Полость носа занимает центральное положение в лицевом черепе и образована костями: лобной, носовыми, верхней челюстью, небной, решетчатой. Спереди она открывается грушевидной апертурой. Задние отверстия – хоаны сообщают полости носа и глотки между собой. Костная перегородка, состоящая из перпендикулярной пластинки решетчатой кости и сошника, делит полость носа на две половины и служит ее медиальной стенкой. В полости носа различают еще три стенки: верхнюю, нижнюю и латеральную. Сверху в каждую половину полости носа свисают лабиринты решетчатой кости. Носовые раковины разделяют обе половины носовой полости на 3 носовых хода: верхний, средний и нижний. В них открываются ячейки лабиринта решетчатой кости, клиновидная, гайморова, лобная пазухи и носослезный канал.

Полость рта имеет костные стенки только вверху (твердое небо) и спереди (тело и ветви нижней челюсти, верхняя и нижняя альвеолярные дуги с зубами). Нижняя и боковые стенки образованы мягкими тканями.

Подвисочная и крыловидно-небная ямки парные, расположены между костями мозгового и лицевого черепа.

Подвисочная ямка находится ниже височной ямки, позади ветви нижней челюсти, содержит жевательные мышцы и сосудисто-нервные образования. Ее образуют следующие кости: височная, клиновидная, верхняя челюсть, скуловая. Снаружи ямка частично прикрыта ветвью нижней челюсти, впереди сообщается с глазницей через нижнюю глазничную щель, медиально – с крыловидно-небной ямкой.

Крыловидно-небная (крылонебная) ямка расположена медиальнее подвисочной ямки, содержит сосудисто-нервные образования. В ее формировании принимают участие верхняя челюсть, клиновидная и небная кости. В крылонебную ямку открываются каналы и отверстия, посредством которых она сообщается с соседними полостями.

### **3.3 МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СКЕЛЕТА ТУЛОВИЩА**

Скелет туловища состоит из позвоночного столба и грудной клетки.

#### **3.3.1 Строение позвоночного столба**

Позвоночный столб (**рис. 3.13**) расположен в центре спины и состоит из отдельных позвонков. Длина позвоночного столба у мужчин - 60-75 см, у женщин – 60-65см. В старческом возрасте она уменьшается примерно на 5см в связи с увеличением изгибов позвоночного столба и уменьшением толщины межпозвоночных дисков.

Позвоночный столб имеет отделы: шейный, грудной, поясничный, крестцовый, копчиковый. Всего позвонков 33-34: 7 шейных, 12 грудных, 5 поясничных, 5 крестцовых и непостоянное количество копчиковых позвонков (чаще их 3-4).

Позвонок имеет тело, расположенное вентрально, и дугу, расположенную дорсально. Опорная часть позвонка, тело, отсутствует у атланта, миниатюрно - у остальных шейных позвонков и увеличивается в каудальном направлении, достигая наибольшей массы у поясничных позвонков, вблизи центра тяжести. Между телом и дугой имеется позвоночное отверстие. Отверстия всех позвонков образуют позвоночный канал, в котором расположен спинной мозг. Между телом и дугой расположены парные позвоночные вырезки – верхняя (мелкая), нижняя (глубокая). При соединении позвонков друг с другом вырезки образуют парные (правые и левые) межпозвоночные отверстия, через которые проникают спинномозговые нервы и кровеносные сосуды.

От дуги отходят 7 отростков: непарный остистый и парные поперечные и суставные (верхние, нижние). Остистый отросток отходит назад по средней линии. Поперечные отростки находятся справа и слева во фронтальной плоскости. Суставные отростки направлены вверх и вниз.

#### **3.3.2 Особенности позвонков по отделам позвоночного столба**

Семь шейных позвонков (**рис. 3. 14.**) миниатюрнее позвонков других отделов по причине меньшей нагрузки. Все они имеют отверстие поперечного отростка. При соединении позвонков образуется единственный в нашем организме подвижный костный канал, в котором расположен позвоночный сосудисто-нервный пучок. Поперечные отростки заканчиваются бугорками – передними и задними (рудиментами шейных ребер). Передний бугорок VI шейного позвонка развит лучше остальных и называется сонным: к нему прижимают сонную артерию для остановки кровотечения в области головы и шеи. Концы остистых отростков I-VI позвонков раздвоены на концах. Остистый отросток VII позвонка длинный, не раздвоен, его выдающаяся кзади верхушка хорошо прощупывается, а сам позвонок называется выступающим.

I шейный позвонок – атлант, лишен тела. У него различают боковые массы, соединенные короткой передней дугой и более длинной задней дугой. Эти части ограничивают большое круглое позвоночное отверстие. Спереди на наружной поверхности передней дуги имеется передний бугорок, на внутренней поверхности – суставная ямка для зуба II шейного позвонка. Сзади на наружной поверхности задней дуги выступает задний бугорок. На боковых массах расположены верхние и нижние суставные поверхности. Верхние поверхности эллипсоидной формы, сочленяются с мыщелками затылочной кости. Нижние поверхности плоские, сочленяются со II шейным позвонком. На верхней поверхности тела II шейного позвонка (осевой) поднимается вверх зубовидный отросток (зуб), который имеет верхушку с суставной поверхностью спереди для сочленения с ямкой передней дуги атланта. По бокам зуба расположены плоские верхние суставные поверхности для сочленения с атлантом, нижние плоские суставные поверхности сочленяются с III шейным позвонком.

Грудные позвонков 12, они крупнее шейных. Характерно наличие на телах реберных ямок для сочленения с головками ребер. На передней поверхности поперечных отростков D I-X имеется

реберная ямка поперечного отростка, которая образует сустав с бугорком соответствующего ребра. Поперечные отростки двух нижних грудных позвонков короткие и подобных суставных поверхностей не имеют. Остистые отростки грудных позвонков отклоняются вниз (**рис. 3.15**). Пять поясничных позвонков в связи с большой нагрузкой имеют массивное бобовидное тело. Поперечные отростки сплюснуты, длинные. Остистые отростки короткие, широкие.

Крестец состоит из пяти крестцовых позвонков, которые уже в юношеском возрасте срастаются в крестцовую кость, в форме изогнутого треугольника. Она принимает на себя всю тяжесть тела. В крестце различают основание, направленное вверх и соединяющееся с V поясничным позвонком; верхушку, направленную вперед, вниз и соединяющуюся с копчиком; переднюю, тазовую поверхность; заднюю (дорсальную) поверхность. Место соединения крестца с V поясничным позвонком образует закругленный выступ - мыс, обращенный вперед. На вогнутой тазовой поверхности имеются четыре поперечные линии – следы сращения тел позвонков. На концах этих линий открываются передние крестцовые отверстия, через которые выходят спинномозговые нервы (**рис. 3.16**).

Дорсальная поверхность крестца выпуклая, имеет пять продольных гребней. Непарный срединный крестцовый гребень образован сращением остистых отростков. По сторонам от него находится парный промежуточный крестцовый гребень, образованный сращением суставных отростков. Рядом с ним открываются задние крестцовые отверстия, кнаружи от которых на каждой половине крестца проходит латеральный крестцовый гребень, образованный сращением поперечных отростков. Кнаружи от них расположена парная суставная ушковидная поверхность, которая сочленяется с подвздошной костью соответствующей стороны. Продольно в центре крестца спускается крестцовый канал – продолжение позвоночного канала.

Копчик - рудимент скелета хвоста животных - состоит из 3-5 сросшихся копчиковых позвонков, имеет форму треугольника, основанием направленного вверх, верхушкой – вниз и вперед. Только I позвонок имеет тело и пару рогов, остальные позвонки маленькие, округлые.

### *3.3.3 Соединения позвоночного столба*

Позвоночный столб имеет все виды соединений. Непрерывными фиброзными соединениями являются длинные и короткие связки, передняя и задняя атлантозатылочные мембраны. Хрящевыми соединениями являются межпозвоночные хрящевые диски и хрящевое сращение между позвонками крестца и копчика у детей и подростков. Костное сращение формируется между позвонками крестца и копчика у взрослых. Подвижные сочленения – суставы: атлантозатылочные, атлантоосевой, межпозвоночные, позвоночно-реберные, подвздошно-крестцовые, крестцово-копчиковый.

Длинных связок три: надостистая, и две продольные: передняя и задняя. Передняя и задняя продольные связки спускаются спереди и сзади по телам всех позвонков до крестца. Надостистая связка начинается от наружного затылочного выступа и прикрепляется к верхушкам остистых отростков всех позвонков. На шее она утолщена и называется вейной связкой. Короткие связки - межостистые, межпоперечные и желтые соединяют соответствующие отростки и дуги смежных позвонков. Желтые связки содержат в молодом возрасте много упругих, прочных эластических волокон желтого цвета. Передняя и задняя атлантозатылочные мембраны связывают дуги атланта с затылочной костью.

Двояковыпуклые хрящевые межпозвоночные диски расположены между телами позвонков (от II-III шейного до V поясничного). Толщина диска зависит от уровня расположения и подвижности отделов позвоночного столба (от 10-12 мм в поясничном, 5-6 мм в шейном отделах до 3-4 мм в грудном отделе). Диск имеет в центре студенистое ядро, окруженное фиброзным кольцом. Фиброзное кольцо состоит из волокнистого хряща, волокна которого врастают в надкостницу краев тел смежных позвонков, прочно соединяя их. Эластичное студенистое ядро амортизирует и увеличивает объем движений в межпозвоночных суставах.

Межпозвоночные суставы образованы суставными отростками смежных позвонков, плоские многоосные, движения ограничены в связи с опорной функцией.

Атлантозатылочный сустав – комбинированный, эллипсовидный, образован мыщелками затылочной кости и верхними суставными ямками атланта. Осей две – фронтальная и сагиттальная. Вокруг фронтальной оси совершаются кивательные движения – сгибание головы вперед и разгибание назад, вокруг сагиттальной оси - боковые наклоны

Атлантаосевой цилиндрический сустав образован суставными поверхностями зуба II позвонка и передней дуги атланта. Вокруг продольной оси совершаются повороты атланта вместе с черепом вокруг зуба.

Реберно-позвоночные суставы представлены суставами головки ребра и реберно-поперечными. Последние отсутствуют у XI-XII ребер. Сустав головки ребра образован суставными площадками двух смежных грудных позвонков и головкой ребра. Реберно-поперечный сустав образован суставной поверхностью бугорка ребра и реберной ямкой поперечного отростка грудного позвонка. Все эти суставы комбинированные, цилиндрические. В них происходит опускание или поднятие передних концов вместе с грудиной.

Крестцово-копчиковый сустав между верхушкой крестца и I копчиковым позвонком имеет внутрисуставной хрящевой диск с щелевидной полостью в центре, которая лучше выражена у женщин и зарастает у людей после 50 лет. У беременных копчик особенно подвижен и может в процессе родов отклоняться назад.

Многообразие соединений позвоночного столба позволяет производить движения вокруг всех осей. При этом моменты движений между отдельными позвонками суммируются, поэтому возможны значительные по амплитуде движения позвоночника в целом: сгибание и разгибание, наклоны в стороны и повороты, круговое движение. Самые подвижные позвонки – шейные и поясничные. Грудной отдел наименее подвижен.

### *3.3.4 Позвоночный столб в целом*

Различают 3 функции позвоночного столба: защиты, опоры спинного мозга, головы и поясов конечностей; оси движения тела; упругой поддержки равновесия тела.

Позвоночный столб является гибкой, прочной и подвижной осью тела человека, S-образно слабо изогнутой «пружиной», состоящей из отдельных функциональных единиц – позвоночных двигательных сегментов. Позвоночный двигательный сегмент – это два смежных позвонка, соединенных межпозвоночными суставами и диском, связками, мышцами.

Физиологические изгибы позвоночника: шейный и поясничный лордозы, грудной и крестцовый кифозы возникают в сагиттальной плоскости у грудного ребенка с двухмесячного возраста и до одного года в связи с развитием двигательных умений (держать голову, сидеть, стоять и ходить). Эти изгибы выполняют важную амортизационную функцию, смягчая толчки и сотрясения при ходьбе, беге, падении. Боковой изгиб позвоночника – сколиоз – развивается во фронтальной плоскости в результате нарушения симметрии в развитии мышечной массы. Он встречается при дефектах осанки у школьников и в других случаях.

### *3.3.5 Строение костей грудной клетки*

Грудная клетка, состоит из грудины, 12 пар ребер и 12 грудных позвонков. Она служит опорой и защитой внутренних органов, расположенных в грудной полости, участвует в дыхательных движениях (**рис. 3.17**).

Грудина - плоская кость, расположенная во фронтальной плоскости. Она состоит из трех частей: рукоятки, тела и мечевидного отростка. Рукоятка – верхняя, самая массивная часть грудины, имеет вырезки: в центре верхнего края яремную, а по бокам ключичные, для сочленения с ключицами. Ниже последних на рукоятке видны справа и слева вырезки для сочленения с I ребром и полувырезки для соединения со II ребром. Тело грудины с рукояткой образует тупой угол, обращенный впереди. На краях тела имеются полувырезка для II ребра и вырезки для соединений с хрящами III-VII ребер. Мечевидный отросток – нижняя часть грудины, форма его изменчива. Как правило, он в течение всей жизни человека состоит из хрящевой ткани. При заболеваниях системы крови нередко производят пункцию грудины для диагностических целей (информация о состоянии красного костного мозга).

Ребра (I-XII) являются изогнутыми костно-хрящевыми пластинками. Более длинная костная часть ребра расположена сзади и сочленяется с грудными позвонками. Короткий реберный хрящ расположен спереди. У I-VII истинных ребер хрящи соединяются с грудиной. У VIII-X ложных ребер хрящи соединяются друг с другом с образованием реберной дуги. XI-XII ребра короткие, подвижные (колеблющиеся).

Все ребра имеют сзади головку, образующую сустав с телом соответствующего грудного позвонка. Узкая шейка отделяет от головки бугорок ребра, сочленяющийся с поперечным отростком

грудного позвонка. XI-XII ребра бугорков не имеют. Кнаружи от бугорка расположено резко изогнутое кпереди тело ребра (изгиб - угол ребра). Тело имеет наружную и внутреннюю поверхности, верхний и нижний края. Вдоль нижнего края проходит борозда ребра для межреберных сосудов и нерва. I ребро расположено горизонтально и имеет верхнюю и нижнюю поверхности, медиальный и латеральный края. На его верхней поверхности имеется бугорок передней лестничной мышцы, позади которого проходит борозда подключичной артерии, а впереди – борозда подключичной вены.

### *3.3.6 Соединения грудной клетки. Грудная клетка в целом*

Грудная клетка имеет следующие соединения: синхондрозы, синостоз и суставы, укрепленные связками.

Синхондрозы имеются: между I ребрами и грудиной, рукояткой и телом грудины, мечевидным отростком и телом грудины, ложными ребрами между собой с образованием реберной дуги, костными частями ребер и реберными хрящами. Мечевидный отросток и реберные хрящи обычно не окостеневают в течение всей жизни. Синостоз отмечается между рукояткой и телом грудины у людей старше 40-50 лет. Реберно-позвоночные суставы описаны выше. Грудино-реберные суставы между хрящами II-VII ребер и реберными вырезками грудины по форме плоские. Благодаря эластичным реберным хрящам, реберно-позвоночным и грудино-реберным суставам, дыхательным мышцам грудная клетка хорошо приспособлена для дыхательных движений: во время вдоха она поднимается и расширяется, а во время выдоха – опускается и суживается.

Грудная клетка в целом - неправильный конус с усеченной вершиной. У нее четыре стенки - передняя, задняя, две боковых и два отверстия - верхняя и нижняя апертуры. Передняя стенка образована грудиной и реберными хрящами, задняя – грудными позвонками и задними концами ребер, боковые стенки – ребрами. Ребра разделены межреберными промежутками (межреберьями). Верхняя апертура ограничена I грудным позвонком, внутренними краями I ребер и верхним краем рукоятки грудины. Через нее в грудную полость проходят пищевод, трахея, сосуды, нервы. Нижняя апертура ограничена XII грудным позвонком, нижними ребрами и мечевидным отростком грудины. Она закрыта диафрагмой, через отверстия которой в брюшную полость спускаются аорта, пищевод, сосуды и нервы.

Форма грудной клетки зависит от телосложения, возраста, пола, профессии. В анатомии выделяют две крайние формы - узкую, длинную, соответствующую астеническому типу телосложения, и широкую, короткую, соответствующую гиперстеническому типу. Большинство людей имеет промежуточную (нормостеническую) форму грудной клетки. У новорожденных и детей раннего возраста нижняя апертура грудной клетки расширена за счет большой печени. Переднезадний размер грудной клетки у них больше поперечного размера. У стариков грудная клетка становится более плоской и длинной из-за снижения тонуса мускулатуры и опускания передних концов ребер. У женщин на рельеф груди влияют молочные железы, у мужчин - контуры мышц плечевого пояса, груди, спины, брюшного пресса.

Патологические изменения формы грудной клетки бывают при искривлениях позвоночного столба (сколиозе, кифозе), рахите, заболеваниях органов грудной полости (эмфиземе легких, пороках сердца). Наблюдаются врожденные деформации, например, воронкообразная грудная клетка или «грудь сапожника». Килевидная («куриная») форма грудной клетки обычно рахитического происхождения. Эти деформации проявляются соответственно уменьшением или увеличением переднезаднего размера грудной клетки. Бочкообразная форма грудной клетки характерна для больных эмфиземой легких.

## *3.4 МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СКЕЛЕТА ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ*

Верхняя конечность у человека – орган труда, осязания и общения (жестовая речь, жестикуляция). Она отличается значительной подвижностью. Кисть способна производить чрезвычайно сложные, точные движения (музыканты, массажисты и др.).

Верхняя конечность (**рис. 3.18**) состоит из плечевого пояса и свободной верхней конечности. Пояс верхней конечности состоит из ключицы и лопатки. Ключица значительно увеличивает амплитуду движений свободной верхней конечности. Свободная верхняя конечность делится на три отдела: проксимальный – плечевая кость; средний – лучевая и локтевая кости предплечья; дистальный – кости кисти (запястья, пясти и фаланги пальцев).

### *3.4.1 Строение, соединения костей плечевого пояса*

Лопатка - плоская треугольная кость, прилежащая к грудной клетке сзади на уровне II-VII ребра (**рис. 3.19**). Она имеет три угла – нижний, верхний, латеральный; три края – верхний, медиальный, латеральный и две поверхности - реберную и заднюю.

Реберная поверхность вогнутая, образует подлопаточную ямку к которой прирастает одноименная мышца. Задняя поверхность выпуклая, имеет ость лопатки. Выше и ниже ости расположены надостная и подостная ямки для одноименных мышц. Латерально ость заканчивается широким отростком – акромионом, имеющим плоскую суставную поверхность на конце для сочленения с ключицей.

Утолщенный латеральный угол лопатки имеет суставную впадину для сочленения с головкой плечевой кости. Ниже и выше впадины расположены надсуставной и подсуставной бугорки, от которых соответственно начинаются головки двуглавой и трехглавой мышц плеча. Верхний край имеет вырезку лопатки для прохождения сосудов и нервов. От него отходит вперед клювовидный отросток.

Ключица - длинная трубчатая, S-образно изогнутая кость, расположенная над грудной клеткой спереди. Имеет тело и два конца – грудинный и акромиальный. Грудинный конец утолщен, изогнут кпереди и имеет седловидную грудинную суставную поверхность для сочленения с грудиной. Акромиальный конец тонкий, имеет плоскую суставную поверхность для сустава с акромионом. Верхняя поверхность тела ключицы гладкая, а нижняя - шероховатая, здесь прикрепляются связки и подключичная мышца.

Суставы пояса верхней конечности – грудино-ключичный и акромиально-ключичный - соединяют ключицу с грудиной и лопаткой.

Грудино-ключичный сустав образован грудинной суставной поверхностью ключицы и ключичной вырезкой рукоятки грудины. Суставные поверхности не соответствуют друг другу, седловидной формы. Между ними расположен внутрисуставной диск. Сустав простой, комплексный, укреплен связками: межключичной, грудино-ключичными и реберно-ключичной, соединяющей ключицу с I ребром. Сустав трехосный, с ограниченным объемом движений. Здесь возможны: поднятие и опускание ключицы вокруг сагиттальной оси, движение акромиального конца ключицы вперед и назад вокруг вертикальной оси и круговое движение. Во всех движениях участвуют лопатка и свободная верхняя конечность.

Акромиально-ключичный сустав образован плоскими суставными поверхностями акромиального конца ключицы и акромиона лопатки. Сустав плоский, укреплен связками. Движения ограничены в связи с опорной функцией.

#### *3.4.2 Строение плечевой кости. Плечевой сустав*

Плечевая кость (**рис. 3.20**) длинная трубчатая, имеет тело и два конца – верхний (проксимальный) и нижний (дистальный). Верхний конец - шарообразная головка, обращенной назад и медиально. По краю головки проходит неглубокая борозда – анатомическая шейка, ниже которой расположены два бугорка: большой (латерально) и малый (медиально и кпереди). От каждого бугорка вниз спускаются гребни большого и малого бугорков. Между бугорками и их гребнями находится межбугорковая борозда, в которую ложится сухожилие длинной головки двуглавой мышцы плеча.

Ниже головки расположена хирургическая шейка – место «типичного перелома» плечевой кости. Примерно на середине тела, на латеральной поверхности находится дельтовидная бугристость к которой прикрепляется одноименная мышца. Ниже этой бугристости по задней поверхности тела спускается спиральная борозда лучевого нерва.

Нижний конец плечевой кости расширен, загнут кпереди и называется мыщелком плечевой кости с двумя суставными поверхностями: блоком плечевой кости медиально – для сочленения с локтевой костью и головкой мыщелка плечевой кости латерально – для сочленения с лучевой костью. Над блоком спереди видна венечная ямка, сзади – более глубокая ямка локтевого отростка. Снаружи к мыщелку прилежат два надмыщелка: медиальный больше, латеральный меньше.

Плечевой сустав (**рис. 3.21**) простой, образован головкой плеча и суставной впадиной лопатки. Впадина дополнена хрящевой губой, увеличивающей соответствие суставных поверхностей. Капсула тонкая, свободная, прикрепляется по краям суставной впадины лопатки и анатомической шейки плеча. Сверху над суставом имеется свод, образованный клювовидным и акромиальным отростками лопатки

и натянутой между ними клювовидно-акромиальной связкой. Сустав укрепляют клювовидно-плечевая связка и сухожилия мышц.

Сустав по форме шаровидный, трехосный. Это самый подвижный и наиболее ранимый сустав человека. Увеличению амплитуды движений сустава способствует малочисленность связок, несоответствие суставных поверхностей, просторная капсула. Те же самые обстоятельства являются причинами частых вывихов.

Движения в суставе осуществляются: вокруг фронтальной оси – сгибание и разгибание; вокруг сагиттальной оси – приведение и отведение; вокруг вертикальной оси – вращение руки внутрь и наружу. Сгибание и отведение руки в плечевом суставе производится до горизонтального уровня. Амплитуда кругового движения в плечевом суставе также больше, чем в других суставах.

#### *3.4.3 Строение, соединение костей предплечья*

Предплечье состоит из двух костей - локтевой и лучевой, соединенных межкостной мембраной. Локтевая кость расположена медиально, а лучевая – латерально. Тела костей трехгранной формы, имеют три поверхности и три края. Острый край каждой кости обращен к соседней кости и называется межкостным. У локтевой кости он латеральный, а у лучевой – медиальный.

Локтевая кость имеет утолщенный проксимальный эпифиз с блоковидной вырезкой и двумя отростками по ее краям: задним локтевым и передним венечным. Вырезка сочленяется с блоком плечевой кости. На венечном отростке с лучевой стороны видна лучевая вырезка, которая сочленяется с головкой лучевой кости. Ниже вырезки на теле имеется бугристость локтевой кости. Дистальный эпифиз имеет плоскую головку, от которой с медиальной стороны отходит шиловидный отросток. Головка имеет суставную окружность для сочленения с лучевой костью.

Лучевая кость на проксимальном эпифизе имеет плоскую головку с суставной ямкой в центре для сочленения с головкой мыщелка плечевой кости и суставной окружностью по краю для сочленения с локтевой костью. Под головкой видна шейка лучевой кости. Спереди на диафизе ниже головки видна бугристость лучевой кости – место прикрепления двуглавой мышцы плеча. «Типичным» считается перелом диафиза лучевой кости в нижней трети. Дистальный эпифиз утолщен и имеет вогнутую суставную запястную поверхность для сочленения с костями запястья. С латеральной стороны отходит шиловидный отросток.

Локтевой сустав сложный, образован тремя костями: проксимальными эпифизами лучевой и локтевой костей и дистальным эпифизом плечевой кости. В него входят три сустава: плечелучевой шаровидный, плечелоктевой блоковидный и лучелоктевой проксимальный цилиндрический. Все три сустава объединены общей капсулой, тонкой, особенно сзади, прикрепляющейся высоко над суставными поверхностями, так что ямки венечная и локтевая, локтевой отросток, шейка лучевой кости находятся внутри сустава.

Коллатеральные связки, лучевая и локтевая, начинаются от надмыщелков плечевой кости и прикрепляются к лучевой и локтевой костям. Кольцевидная внутрисуставная связка охватывает шейку лучевой кости и прикрепляется к лучевой вырезке локтевой кости. Эта связка удерживает лучевую кость у наружной поверхности локтевой кости. В целом, связки укрепляют локтевой сустав и блокируют боковые движения.

Локтевой сустав имеет две оси: фронтальную и продольную. Вокруг фронтальной оси происходит сгибание-разгибание. При максимальном разгибании локтевой отросток упирается в локтевую ямку. Вокруг продольной оси производится вращение в проксимальном и дистальном лучелоктевых суставах (супинация и пронация предплечья и кисти).

Лучелоктевые суставы, проксимальный и дистальный, образуют комбинированный цилиндрический сустав. Проксимальный сустав входит в состав локтевого сустава, дистальный - самостоятельный сустав. Вращение лучевой кости вокруг локтевой происходит вместе с кистью вокруг продольной оси. При вращении лучевой кости внутрь (пронации) лучевая кость перекрещивает локтевую, кисть поворачивается ладонью внутрь и назад. При вращении наружу (супинации) лучевая кость занимает латеральное положение, а кисть поворачивается ладонью вперед.

#### *3.4.4 Строение костей кисти*

Скелет кисти (**рис 3.22**) состоит из костей запястья, пясти и пальцев. Счет всех костей ведется с лучевого края кисти, от большого пальца к мизинцу.

Небольших губчатых костей запястья восемь, расположены они в два ряда:



1) проксимальный ряд включает 4 кости: ладьевидную, полулунную, трехгранную и гороховидную;

2) дистальный ряд имеет 4 кости: кость-трапецию, трапециевидную, головчатую и крючковидную. Кости запястья образуют костный свод, выпуклая сторона которого обращена к тылу кисти, а вогнутая сторона – в сторону ладони. На ладонной поверхности образуется борозда запястья.

I-V пястные кости – короткие трубчатые, имеют плоское основание, изогнутое в тыльную сторону тело и полушаровидную головку. У оснований II-V пястных костей плоские суставные поверхности для сочленения с дистальным рядом костей запястья. Боковые суставные поверхности сочленяют эти кости друг с другом. I пястная кость самая толстая и короткая, имеет седловидную суставную поверхность для сочленения с костью-трапецией. Головки пястных костей сочленяются с проксимальными фалангами пальцев.

Кости пальцев - фаланги. Пальцы обозначают так: самый короткий и толстый I - большой, II - указательный, III - средний, IV - безымянный, V - мизинец. Фаланги - короткие трубчатые кости. II-V пальцы имеют три фаланги: проксимальную, среднюю и дистальную. I палец имеет две фаланги: проксимальную и дистальную. Основания проксимальных фаланг имеют суставные ямки для сочленения с головками пястных костей. Основания средних и дистальных фаланг имеют блоковидные суставные поверхности для сочленения этих костей между собой. Концы самых коротких дистальных (ногтевых) фаланг плоские и снабжены бугристостью дистальной фаланги.

#### 3.4.5 Соединения костей кисти

Лучезапястный сустав (**рис. 3.23**) - сложный, образован запястной суставной поверхностью лучевой кости, суставным диском, отходящим от локтевой кости и проксимальными суставными поверхностями первого ряда костей запястья: ладьевидной, полулунной и трехгранной. Лучевая кость с диском образуют ямку, а кости запястья – выпуклую суставную головку.

Суставная капсула тонкая, прикрепляется по краям суставных поверхностей сочленяющихся костей. По бокам сустав укреплен коллатеральными связками – лучевой и локтевой, которые начинаются от шиловидных отростков и прикрепляются к костям запястья. Спереди и сзади сустав укрепляют ладонная и тыльная лучезапястные связки, идущие пучками от лучевой кости к проксимальному ряду костей запястья. Сустав по форме эллипсоидный, имеет две оси движения: вокруг фронтальной оси осуществляется сгибание и разгибание, вокруг сагиттальной – отведение и приведение.

Мелкие суставы запястья плоские, как и запястно-пястные суставы (между суставными поверхностями второго ряда костей запястья и оснований пястных костей). Исключением является запястно-пястный сустав I пальца у человека: он седловидный, имеет значительную подвижность. В этом двухосном суставе возможны отведение и приведение к указательному пальцу, сгибание и разгибание большого пальца с противопоставлением его при сгибании остальным пальцам. Пястно-фаланговые суставы между суставными поверхностями пястных головок и оснований первых фаланг – шаровидные. Межфаланговые суставы - блоковидные.

Все перечисленные суставы, объединенные общей функцией, участвуют в движении кисти по отношению к предплечью и клинически называются кистевым суставом. Общий объем движений кисти суммируется из движений в этих суставах.

### ЗАДАНИЕ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

Задание №1. Выберите один правильный ответ:

1. Раздел анатомии, изучающий кости:

- A) остеология
- B) миология
- C) синдесмология
- D) спланхнология

2. Основная зрелая клетка костной ткани:

- A) остеоцит
- B) остеобласт
- C) остеокласт
- D) фиброцит

3. Структурно-функциональная единица костной ткани:
- A) нефрон
  - B) ацинус
  - C) остеон
  - D) нейрон
4. Прерывное соединение костей:
- A) сустав
  - B) симфиз
  - C) синдесмоз
  - D) синхондроз
5. Хрящевые образования, углубляющие суставные ямки:
- A) суставные диски
  - B) суставные губы
  - C) суставные мениски
  - D) внутрисуставные связки
6. Трехостные суставы:
- A) цилиндрические
  - B) блоковидные
  - C) эллипсоидные
  - D) шаровидные
7. Глазницу сообщает с полостью носа:
- A) носослезный канал
  - B) нижняя глазничная щель
  - C) верхняя глазничная щель
  - D) канал зрительного нерва
8. Подвижная кость лицевого черепа:
- A) верхняя челюсть
  - B) небная кость
  - C) нижняя челюсть
  - D) сошник
9. Непарная кость черепа:
- A) теменная кость
  - B) височная кость
  - C) затылочная кость
  - D) носовая кость
10. Количество позвонков позвоночного двигательного сегмента:
- A) два
  - B) три
  - C) четыре
  - D) пять
11. Функция скелета, помогающая смягчить сотрясения, толчки:
- A) опорно-двигательная
  - B) защитная
  - C) амортизационная
  - D) обменная
12. Рост трубчатой кости в толщину осуществляется за счет ростковых клеток:
- A) надкостницы
  - B) эпифизарных хрящей
  - C) метафизарных хрящей
  - D) все верно
13. Дистальная фаланга пальцев называется:
- A) основной
  - B) средней

- C) первой
  - D) ногтевой
14. «Типичный перелом» плечевой кости бывает в области:
- A) средней трети ее тела
  - B) анатомической шейки
  - C) хирургической шейки
  - D) дистального эпифиза
15. Ключица является костью:
- A) длинной трубчатой
  - B) короткой губчатой
  - C) плоской
  - D) смешанной
16. Нормальное положение лопаток на уровне:
- A) I-VI ребра
  - B) II-VII ребра
  - C) I-VII ребра
  - D) III-VIII ребра
17. Движения в межфаланговых суставах кисти:
- A) сгибание и разгибание
  - B) приведение и отведение
  - C) круговое вращение
  - D) повороты наружу и внутрь
18. Кольцевидная связка имеется в суставе:
- A) плечевом
  - B) локтевом
  - C) лучезапястном
  - D) пястно-фаланговом

**ЭТАЛОН ОТВЕТОВ:** 1-А, 2-А, 3-С, 4-А, 5-В, 6-Д, 7-А, 8-С, 9-С, 10-А, 11-С, 12-А, 13-Д, 14-С, 15-А, 16-В, 17-А. 18-В

## **УЧЕБНЫЙ МОДУЛЬ 4. ПРОЦЕСС ДВИЖЕНИЯ: СКЕЛЕТНЫЕ МЫШЦЫ**

### **УЧЕБНЫЕ ЦЕЛИ**

**ПОСЛЕ ИЗУЧЕНИЯ МОДУЛЯ СТУДЕНТ ДОЛЖЕН:**

**ИМЕТЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О:** роли скелетных мышц в удовлетворении потребности человека в движении.

**ЗНАТЬ:** скелетная мышца как орган; форма, строение мышц; расположение и значение скелетных мышц, мышечные группы; вспомогательный аппарат мышц; движения мышц в суставах; основные физиологические свойства скелетной мышцы; строение мионеврального синапса, понятие о двигательной единице; виды и режимы мышечного сокращения, контрактуру; утомление и отдых мышц; значение физической тренировки.

**УМЕТЬ:** пальпировать основные группы мышц; выполнять движения в суставах с учетом их биомеханических возможностей; распознавать симптомы мышечного утомления; пользоваться анатомическими терминами.

### *ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ*

#### *4.1 ОБЩИЕ ВОПРОСЫ АНАТОМИИ И ФИЗИОЛОГИИ МЫШЕЧНОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА.*

Скелетные мышцы являются активной частью аппарата движения. Работа этих мышц подчинена воле человека, поэтому они называются произвольными. Общее количество скелетных мышц более 400. Они составляют около 40% от общей массы тела взрослого человека. Мышцы

прикрепляются своими сухожилиями к различным частям скелета. В зависимости от места расположения различают мышцы головы, шеи, туловища, верхних и нижних конечностей. (рис. 4.1, 4.2)

#### 4.1.1 Строение скелетных мышц

Мышца имеет сложное строение. Основу скелетной мышцы составляет поперечно-полосатая скелетная мышечная ткань, обуславливающая способность мышцы сокращаться. В каждой мышце различают сокращающуюся часть-мышечное брюшко и несокращающуюся часть-сухожилие. Как правило, мышца имеет два сухожилия, которыми она прикрепляется к костям.

Мышечное брюшко красно-бурого цвета, состоит из мышечных волокон разного направления, образующих мышечные пучки разной толщины. В каждом пучке мышечные волокна связаны друг с другом рыхлой волокнистой соединительной тканью, называемой эндомизием. Пучки мышечных волокон также соединены между собой прослойками соединительной ткани - перимизием, а вся мышца покрыта снаружи соединительно-тканной оболочкой – эпимизием. Сухожилие мышцы состоит из плотной оформленной соединительной ткани и имеет блестящую золотистую окраску.

Мышца снабжена нервами и сосудами. Нервы состоят из соматических двигательных, чувствительных и вегетативных симпатических волокон. Нервные импульсы, передаваемые по двигательным волокнам, вызывают сокращение мышцы. По чувствительным нервным волокнам поступает в мозг информация о состоянии мышечного тонуса. Через симпатические волокна оказывается влияние на трофику (обменные процессы) мышцы.

#### 4.1.2 Классификация мышц

Мышцы человека различают по форме, расположению, направлению волокон, функции, по отношению к суставам и другим признакам.

Форма мышц разнообразна и зависит от направления мышечных волокон по отношению к сухожилию (рис.4.3). Чаще встречаются веретенообразные мышцы, в которых пучки волокон ориентированы параллельно длинной оси мышцы, а брюшко, сужаясь, переходит в длинное сухожилие. У одноперистых мышц волокна прикрепляются к сухожилию только с одной стороны, у двухперистых – с двух. Мышцы могут иметь несколько головок или брюшков. У мышц-сфинктеров (сжимателей) мышечные волокна расположены циркулярно, сжимая, уменьшая естественные отверстия. У мышц дилататоров (расширителей), растягивающих в стороны естественные отверстия, мышечные волокна расположены радиально по отношению к этим отверстиям.

Название мышцы может отражать ее форму - ромбовидную, трапециевидную, квадратную, круглую; размер – мышца длинная, короткая, большая, малая; направление мышечных пучков – поперечная, косая; функцию - сгибатель, разгибатель, супинатор. Мышца может перекидываться через один сустав, на который она действует, и в этом случае она является односуставной. Мышца может действовать на два и более суставов (двусуставные, многосуставные мышцы). Отдельные мышцы начинаются от костей и к костям прикрепляются, но не действуют на суставы (мышцы дна ротовой полости, промежности, мимические).

#### 4.1.3 Вспомогательные аппараты мышц

Вспомогательные аппараты мышц включают фасции, влагалища сухожилий, синовиальные сумки, блоки мышц и вспомогательные (сесамовидные) кости.

Фасция - соединительно-тканый покров мышц. Различают фасции поверхностные и собственные. Поверхностная фасция расположена в толще подкожно-жирового слоя и состоит из рыхлой волокнистой соединительной ткани. Она покрывает тело, как плащ, переходя из области в область. Собственные фасции покрывают мышцы и состоят из плотной волокнистой соединительной ткани. Они делятся на поверхностные и глубокие листки (пластинки), разделяющие слои мышц. Поверхностный листок собственной фасции расположен под кожей, отделяя подкожно-жировой слой от мышц. Образуя фасциальные футляры для поверхностного слоя мышц, он разделяет поверхностные и глубокие мышцы. Глубокая фасция формирует фасциальные влагалища для глубоких слоев мышц.

Таким образом, собственные фасции образуют фасциальные влагалища-футляры для мышц одинаковой функции, синергистов, располагаясь листками между их слоями, формируют межмышечные фасциальные перегородки, прикрепляющиеся к надкостнице и разделяющие группы мышц противоположной функции, антагонистов. Фасции и межмышечные фасциальные перегородки составляют мягкий скелет нашего тела. Фасции служат опорой при сокращении мышц, отделяют

мышцы друг от друга, уменьшая трение, ограничивая распространение гнойных процессов, кровоизлияний, позволяя проводить местное, «футлярное» обезболивание. Иногда от фасций начинаются мышцы (например, на голени, предплечье, спине, в области живота). Мышцы, работающие с большой нагрузкой, покрыты плотными фасциями сухожильного типа. Мышцы, имеющие меньшую нагрузку, покрывают более тонкие и рыхлые фасции.

Собственные фасции, покрывающие сосуды, нервные стволы и отделяющие их от мышц, состоят из рыхлой, волокнистой соединительной ткани.

В некоторых местах фасции утолщаются: над подлежащим сосудисто-нервным пучком образуется сухожильная дуга. В области суставов, над сухожилиями мышц фасция прикрепляется к костям, образуя связки-удерживатели сухожилий, которые препятствуют смещению сухожилий при сокращении мышц. Между удерживателями и подлежащими костями формируются костно-фиброзные каналы, в которых расположены сухожилия мышц, покрытые синовиальными оболочками. Синовиальные влагалища сухожилий устраняют трение подвижного сухожилия о неподвижные стенки канала.

Синовиальные сумки имеют форму плоского фиброзного мешочка, содержащего немного синовиальной жидкости. Они расположены в тех местах, где сухожилие прилежит к костному выступу. Полость сумки может сообщаться с полостью сустава. Воспаление сумки – бурсит.

Если сумка лежит между сухожилием и костным выступом, имеющим покрытый хрящом желобок, то такой выступ называют блоком мышцы. Блок изменяет направление сухожилия, служит ему опорой, увеличивает рычаг приложения силы. Такую же роль выполняют вспомогательные (сесамовидные) кости (надколенник и др.).

#### *4.1.4 Работа мышц*

Под действием нервного импульса, мышца, сокращаясь, укорачивается и утолщается, при этом совершая механическую работу. В результате изменяется положение тела и его частей в пространстве, преодолевается сила тяжести. Величина этой работы зависит от силы сокращения и величины укорочения мышцы. Чем толще мышца, тем она сильнее. В каждой мышце принято различать ее начало (один конец, неподвижная точка) и прикрепление (другой конец, подвижная точка). Укорочение мышцы в период сокращения сопровождается сближением ее концов и костей, к которым мышца прикрепляется.

Если мышцы расположены только с одной стороны сустава (цилиндрического, блоковидного), то и движение в нем происходит вокруг одной оси. Если мышцы окружают сустав с двух сторон, то движения осуществляются вокруг двух осей: сгибание и разгибание, приведение и отведение. Мышцы, производящие одну и ту же работу, называют синергистами, а мышцы, действующие в противоположном направлении - антагонистами.

Кости, соединенные суставами, мышцы используют как рычаги. Чем длиннее плечо рычага, тем большую силу надо к нему приложить.

#### *4.2 МЫШЦЫ ГОЛОВЫ*

Мышцы головы подразделяются на мимические и жевательные (**рис. 4.4**).

Мимические мышцы отличаются от мышц других областей как по происхождению, так и по характеру прикрепления и функции. Располагаясь поверхностно, под кожей, они не покрыты фасциями, начинаются на костях, а вплетаются в кожу или слизистую оболочку. Большинство мимических мышц расположены вокруг естественных отверстий лица – глазниц, носа, рта. Сокращаясь, они придают лицу определенное выражение, принимают участие в артикуляции речи и жевании

Свод черепа покрыт надчерепной мышцей, в которой различают несколько частей.

Затылочно-лобная мышца покрывает свод от бровей до верхних выйных линий. Затылочное брюшко начинается от верхних выйных линий затылочной кости. Лобное брюшко начинается от сухожильного шлема и вплетается в кожу бровей, поднимая брови и образуя поперечные складки на коже лба.

Оба брюшка соединены друг с другом апоневрозом - сухожильным шлемом, который плотно сращен с кожей и рыхло с надкостницей. Функция: при сокращении затылочно-лобной мышцы волосистая часть кожи головы вместе с сухожильным шлемом смещается над сводом черепа.

Височно-теменная мышца располагается на боковой поверхности черепа, вокруг ушной раковины. Это остатки ушной мускулатуры.

Большая часть мышц расположена в области лица.

Мышца гордецов начинается от костной спинки носа и вплетается в кожу надпереносья. Функция: опускает кожу этой области с образованием поперечных складок над переносьем.

Круговая мышца глаза окружает глазную щель и состоит из трех частей: глазничной, вековой и слезной. Функция: вековая часть смыкает веки, вместе с глазничной зажимает глаза, слезная часть расширяет слезный мешок, регулируя отток слезной жидкости.

Мышца, поднимающая верхнюю губу, начинается от подглазничного края верхней челюсти и вплетается в кожу носогубной складки. Функция: поднимает верхнюю губу, расширяет отверстия ноздрей.

Скуловые мышцы (большая и малая) начинаются от скуловой кости и вплетаются в кожу угла рта. Функция: поднимают угол рта.

Мышца смеха (непостоянная) начинается от жевательной фасции, прикрепляется к коже угла рта. Функция: тянет угол рта латерально, образует ямочку на щеке.

Круговая мышца рта находится вокруг ротового отверстия, составляет толщу губ. Функция: закрывает ротовую щель, вытягивает губы вперед (при сосании и др.)

Щечная мышца образует боковую стенку ротовой полости. Начинается от альвеолярного отростка верхней челюсти, щечного гребня нижней челюсти и вплетается в круговую мышцу рта. Функция: прижимает щеки к зубам, выдавливает воздух (мышца трубачей). На мышце располагается жировая клетчатка, придающая округлую форму щеке.

Подбородочная мышца начинается от альвеолярного отростка нижней челюсти в области клыков и резцов и вплетается в кожу подбородка. Функция: поднимает кожу подбородка и нижнюю губу с образованием ямочек на подбородке.

Мышца, опускающая нижнюю губу, начинается от нижнего края нижней челюсти и вплетается в кожу всей нижней губы. Функция: опускает нижнюю губу.

Мышца, опускающая угол рта, треугольной формы, основанием начинается на нижнем крае нижней челюсти, а верхушкой прикрепляется к коже угла рта. Функция: сглаживает носогубную складку (мимика печали).

Жевательные мышцы (их четыре пары) начинаются на костях черепа и прикрепляются к нижней челюсти. Покрываются фасциями.

Жевательная мышца начинается от нижнего края скуловой кости, скуловой дуги и прикрепляется к жевательной бугристости на наружной поверхности угла нижней челюсти. Функция: закрывает рот (поднимает нижнюю челюсть).

Височная мышца начинается широким основанием от чешуи височной кости, заполняя всю височную ямку, прикрепляется к венечному отростку нижней челюсти (проходит под скуловой дугой). Функция: поднимает нижнюю челюсть.

Медиальная крыловидная мышца начинается от крыловидной ямки крыловидного отростка клиновидной кости и прикрепляется к крыловидной бугристости на внутренней поверхности угла нижней челюсти. Функция: поднимает нижнюю челюсть, выдвигает челюсть вперед.

Латеральная крыловидная мышца начинается от латерального крыловидного отростка клиновидной кости, прикрепляется к ямке на шейке суставного отростка нижней челюсти. Функция: выдвигает нижнюю челюсть вперед и смещает ее в противоположную сторону.

### **4.3 МЫШЦЫ ШЕИ**

В области шеи располагаются мышцы, различные по функции: одни действуют на позвоночный столб, изменяя положение головы, другие – опускают нижнюю челюсть. В зависимости от расположения, различают поверхностные и глубокие мышцы.

К поверхностным мышцам шеи относятся: подкожная мышца шеи, грудино-ключично-сосцевидная мышца и мышцы, прикрепляющиеся к подъязычной кости.

Подкожная мышца шеи является рудиментом у человека и располагается под кожей в виде тонкой пластинки. Она начинается от фасции груди ниже ключицы, поднимается вверх по переднебоковой поверхности шеи и прикрепляется к углу рта, к жевательной фасции, к основанию

тела нижней челюсти. Функция: оттягивает кожу шеи, облегчая отток венозной крови по поверхностным венам шеи, опускает угол рта.

Грудино-ключично-сосцевидная мышца начинается двумя ножками от верхнего края грудины и грудинного конца ключицы, прикрепляется к сосцевидному отростку височной кости. Функция: при двустороннем сокращении удерживает голову в вертикальном положении и наклоняет ее назад. При одностороннем сокращении наклоняет голову в свою сторону, одновременно лицо поворачивается в противоположную сторону. При фиксированной голове поднимает грудную клетку.

Мышцы, прикрепляющиеся к подъязычной кости, подразделяются на мышцы, расположенные выше подъязычной кости и мышцы, лежащие ниже подъязычной кости.

Мышцы, лежащие выше подъязычной кости опускают нижнюю челюсть, а при фиксированной нижней челюсти поднимают подъязычную кость и гортань. Эти движения происходят во время актов жевания, глотания, речи и др. К ним относятся:

Двубрюшная мышца состоит из двух брюшков, соединенных промежуточным сухожилием, которое прикрепляется к подъязычной кости. Переднее брюшко начинается от двубрюшной ямки на внутренней поверхности нижней челюсти, заднее брюшко - от сосцевидного отростка височной кости.

Челюстно-подъязычная мышца - широкая пластинка, начинается на внутренней поверхности нижней челюсти от челюстно-подъязычной линии, прикрепляется к подъязычной кости. Правая и левая мышцы срастаются швом по средней линии, образуя дно (диафрагму) ротовой полости.

Подбородочно-подъязычная мышца лежит над предыдущей мышцей. Начинается от подбородочной ости и прикрепляется к телу подъязычной кости.

Шилоподъязычная мышца - начинается от шиловидного отростка височной кости и прикрепляется к подъязычной кости. Функция: эта мышца только поднимает подъязычную кость.

Мышцы, лежащие ниже подъязычной кости опускают подъязычную кость и гортань при глотании и речи. К ним относятся:

Лопаточно-подъязычная мышца состоит из двух брюшков, соединенных между собой промежуточным сухожилием. Нижнее брюшко начинается от вырезки лопатки, верхнее брюшко начинается от подъязычной кости, прикрепляется сухожилием к задней поверхности грудино-ключично-сосцевидной мышцы.

Грудино-подъязычная мышца начинается от рукоятки грудины, и прикрепляется к нижнему краю подъязычной кости.

Грудино-щитовидная мышца начинается от рукоятки грудины, лежит под предыдущей мышцей, прикрепляется к наружной поверхности щитовидного хряща.

Щитоподъязычная мышца является как бы продолжением предыдущей, начинается от щитовидного хряща и прикрепляется к телу и большому рогу подъязычной кости.

#### *Глубокие мышцы шеи:*

Лестничные мышцы - передняя, средняя, задняя - начинаются от поперечных отростков шейных позвонков, прикрепляются: передняя - к лестничному бугорку I ребра, средняя - к I ребру латеральнее предыдущей, задняя - ко II ребру. Между передней и средней лестничными мышцами имеется межлестничное пространство, в котором проходят сосуды и нервы. Функция: эти мышцы поднимают ребра. При фиксированных ребрах и двустороннем сокращении они сгибают шейный отдел позвоночника, при одностороннем сокращении - поворачивают шею в свою сторону.

Длинная мышца головы начинается от поперечных отростков III-VI шейных позвонков и прикрепляется к основной части затылочной кости. Функция: наклоняет голову и шейный отдел позвоночника.

Длинная мышца шеи имеет вид треугольника. Нижние ее пучки начинаются от передней поверхности тел трех верхних грудных и трех нижних шейных позвонков. Мышца прикрепляется к телам II-IV и поперечным отросткам V-VII шейных позвонков. Верхние ее пучки направляются от поперечных отростков III-VI шейных позвонков и прикрепляются к переднему бугорку атланта. Функция: сгибает шейный отдел позвоночника вперед при двустороннем сокращении, при одностороннем сокращении осуществляет наклон в шейную сторону.

Передняя и боковая прямые мышцы головы начинаются от боковой массы атланта, прикрепляются к затылочной кости. Функции: наклоняют голову и шейный отдел позвоночника вперед и в сторону.

#### 4.4 МЫШЦЫ ТУЛОВИЩА

Эти мышцы подразделяются на мышцы груди, спины, живота.

##### *Мышцы груди:*

В области груди располагается сильные мышцы, связанные с верхней конечностью, которые приводят в движение плечевой пояс и верхнюю конечность.

Большая грудная мышца начинается от грудинного конца ключицы, рукоятки грудины, от верхних шести реберных хрящей, от тела грудины, от передней поверхности влагалища прямой мышцы живота. Все ее волокна сходятся в узкое, прочное сухожилие, которое прикрепляется к гребню большого бугра плечевой кости. Функция: поднятую руку опускает, тянет плечо к груди. При фиксированной верхней конечности поднимает ребра.

Малая грудная мышца располагается под большой грудной мышцей, начинается от III-V ребер латеральнее реберных хрящей и прикрепляется к клювовидному отростку лопатки. Функция: тянет лопатку вперед и медиально.

Подключичная мышца начинается от первого ребра и прикрепляется к ключице. Функция: тянет ключицу вниз.

Передняя зубчатая мышца располагается на боковой поверхности грудной клетки, начинается девятью зубцами от девяти верхних ребер и прикрепляется к нижнему углу и медиальному краю лопатки. Функция: поворачивает нижний угол лопатки вперед и латерально, поднимает руку выше горизонтали, при фиксированной верхней конечности поднимает ребра.

##### *Собственные мышцы груди:*

Наружные межреберные мышцы заполняют межреберные промежутки от позвоночника до реберных хрящей. Начинаются от нижнего края вышележащего ребра, направляются косыми пучками вниз и вперед, прикрепляются к верхнему краю нижележащего ребра. Между хрящами ребер – наружная межреберная перепонка. Функция: поднимают ребра.

Внутренние межреберные мышцы заполняют межреберные промежутки от грудины до реберных углов. Начинаются от верхнего края нижележащего ребра, направляются вверх и вперед, прикрепляются к нижнему краю вышележащего ребра. Продолжением мышц от углов ребер до позвоночника является внутренняя межреберная перепонка. Функция: опускают ребра.

Диафрагма, грудобрюшная преграда, является плоской тонкой мышцей, имеющая форму купола (**рис.4.5**). Она состоит из мышечной и сухожильной частей. Мышечная часть по месту прикрепления волокон делится на три отдела: поясничный, реберный, грудинный. Между этими отделами располагаются щели треугольной формы, лишенные мышечных волокон - слабые места, где могут возникать диафрагмальные грыжи.

Самая большая мышечная часть, реберная, начинается от внутренней поверхности VII-XII ребер. Самая маленькая - грудинная, начинается от задней поверхности мечевидного отростка грудины. Поясничная часть начинается от тел четырех верхних поясничных позвонков тремя парами сухожильных ножек: медиальных, средних и латеральных. Ножки - самая сильная часть диафрагмы. Между ножками диафрагмы из грудной полости в брюшную полость и обратно проходят сосуды и нервы. Так, между медиальными ножками правой и левой стороны образуется два отверстия: переднее и заднее. Через переднее отверстие проходит пищевод и сопровождающие его блуждающие нервы. Через заднее отверстие проходит аорта и лежащий сзади грудной лимфатический проток. Край этого отверстия окружен сухожильной полоской, благодаря чему сокращение диафрагмы не отражается на ширине просвета аорты.

Все три части своими волокнами оканчиваются в сухожильном центре - это тонкая, но очень плотная фиброзная пластинка. В правой части располагается отверстие, через которое проходит нижняя полая вена. Высота купола диафрагмы несимметрична: правая часть поднимается выше левой из-за печени.

Функция: диафрагма – основная дыхательная мышца. При сокращении ее купол уплощается, объем грудной полости увеличивается, происходит вдох. Расслабляясь, диафрагма поднимается кверху, объем грудной полости уменьшается, осуществляется выдох.

##### *Мышцы живота:*

Мышцы живота образуют стенки брюшной полости. Являются мышцами брюшного пресса: способствуют акту дефекации, мочеиспускания, изгнанию плода во время родов, напрягаются при



кашле, рвоте, защищают внутренние органы от повреждений и участвуют в движении туловища. Являются также вспомогательными дыхательными мышцами. Делятся на три группы: переднюю, латеральную и заднюю.

Передняя группа мышц живота:

Прямая мышца живота располагается сбоку от белой линии живота. Начинается от передней поверхности V-VII реберных хрящей, от мечевидного отростка грудины, направляется вниз и прикрепляется к гребню лобковой кости и симфизу. На своем протяжении мышца прерывается тремя-четырьмя сухожильными перемычками. Мышца находится в сухожильном влагалище, образованном апоневрозами латеральных мышц живота. Функция: сгибает позвоночник, при фиксированной грудной клетке поднимает таз.

Пирамидальная мышца - маленькая мышца-рудимент треугольной формы, залегает под передней стенкой влагалища прямой мышцы. Начинается от лобкового гребня, вплетается в белую линию живота. Функция: натягивает белую линию живота.

Латеральная группа мышц живота:

Наружная косая мышца живота начинается зубцами от боковой поверхности восьми нижних ребер, волокна идут сверху вниз и медиально. Задние пучки прикрепляются к гребню подвздошной кости, остальные волокна переходят в апоневроз и образуют переднюю стенку влагалища прямой мышцы живота. Нижний свободный край апоневроза подворачивается в виде желоба и прикрепляется к передней верхней ости подвздошной кости и лонному бугорку, образуя паховую связку. Функция: сгибает позвоночник и поворачивает туловище в противоположную сторону.

Внутренняя косая мышца живота лежит под предыдущей мышцей. Начинается от грудопоясничной фасции, от гребня подвздошной кости, от паховой связки. Волокна располагаются веерообразно, идут снизу вверх и прикрепляются к нижнему краю XII-XI-X ребер. Передние пучки переходят в сухожильный апоневроз, который у латерального края прямой мышцы расщепляется на два листка и участвует в образовании влагалища прямой мышцы живота. Функция: сгибает позвоночник и поворачивает туловище в свою сторону.

Поперечная мышца живота начинается от внутренней поверхности шести нижних ребер, от пояснично-грудной фасции, от гребня подвздошной кости, от паховой связки. Мышечные пучки имеют поперечное направление, переходят в апоневроз, который участвует в образовании влагалища прямой мышцы живота.

Задняя группа мышц живота:

Квадратная мышца поясницы - четырехугольная мышечная пластинка. Начинается от гребня подвздошной кости, от глубокого листка грудопоясничной фасции, прикрепляется к XII ребру и поперечным отросткам I-IV поясничных позвонков. Функция: при двустороннем сокращении разгибает позвоночник, при одностороннем - наклоняет туловище в свою сторону.

Белая линия живота - располагается между медиальными краями прямых мышц, от мечевидного отростка грудины до симфиза. Она образована сращением апоневрозов мышц латеральной группы, правых и левых. В ней почти отсутствуют кровеносные сосуды, что используется хирургами при полостных операциях. Она является слабым местом брюшной стенки, здесь могут возникать грыжи.

Пупочное кольцо располагается в центре белой линии живота. Оно представлено рубцовой соединительной тканью. Через пупочное кольцо у плода проходят пупочная вена и две пупочные артерии. Оно является слабым местом, где может возникнуть пупочная грыжа.

Паховый канал - это щель в нижней части передней брюшной стенки, через которую у мужчин проходит семенной канатик, у женщин - круглая связка матки. Ко времени рождения мальчика через паховый канал яички спускаются в мошонку. Канал имеет четыре стенки. Верхняя стенка - свободный край внутренней косой и поперечной мышц живота, нижняя - паховая связка, передняя - апоневроз наружной косой мышцы живота, задняя - поперечная фасция. Паховый канал, пупочное кольцо, белая линия живота - слабые места брюшной стенки. Здесь могут возникать грыжи (паховые, пупочные, белой линии).

*Мышцы спины*

Мышцы спины делятся на две группы: поверхностные и глубокие. Чем глубже расположены мышцы, тем они короче. Поверхностные мышцы в основном широкие, плоские, формируют несколько слоев.

Поверхностные мышцы спины:

Трапециевидная мышца занимает верхнюю часть спины (до затылка), имеет треугольную форму. Она начинается от остистых отростков всех грудных позвонков, выйной связки и верхней выйной линии затылочной кости. Верхние волокна прикрепляются к акромиальному концу ключицы, средние - к акромиальному отростку лопатки, нижние - к лопаточной ости. Функция: верхние волокна поднимают лопатку и ключицу, помогая поднять руку выше горизонтальной линии, а нижние волокна опускают лопатку. Вся мышца тянет лопатку к позвоночнику.

Широчайшая мышца спины занимает всю нижнюю часть спины. Начинается от остистых отростков шести нижних грудных, всех поясничных и крестцовых позвонков, от задней части гребня подвздошной кости и зубцами от четырех нижних ребер. Волокна ее направляются вверх и латерально, верхним краем охватывают нижний угол лопатки, постепенно сходятся в узкое сухожилие, которое прикрепляется к гребню малого бугра плечевой кости. Функция: поднятую руку опускает, тянет руку назад, при фиксированных руках подтягивает к ним туловище (при плавании, гребле, подтягивании на турнике и др.).

Большая и малая ромбовидные мышцы начинаются от остистых отростков позвонков - двух нижних шейных и четырех верхних грудных и прикрепляются к медиальному краю лопатки. Функция: приближают лопатку к позвоночнику и тянут ее вверх.

Мышца, поднимающая лопатку, начинается от поперечных отростков четырех верхних шейных позвонков, направляется вниз и прикрепляется к медиальному углу лопатки. Функция: поднимает лопатку.

Верхняя задняя зубчатая мышца лежит в верхнем отделе спины под ромбовидной мышцей. Она начинается от остистых отростков двух нижних шейных и двух верхних грудных позвонков, прикрепляется четырьмя зубцами к II – V верхним ребрам. Функция: поднимает ребра.

Нижняя задняя зубчатая мышца лежит под широчайшей мышцей спины, начинается от остистых отростков двух нижних грудных и двух верхних поясничных позвонков, прикрепляется четырьмя зубцами к четырем нижним ребрам (IX-XII). Функция: опускает ребра.

Глубокие мышцы спины:

Глубокие мышцы спины - длинные и короткие, располагаются вдоль позвоночного столба от крестца до затылочной кости. Лежат они в канале, образованном остистыми, поперечными отростками позвонков, задними отделами ребер (до углов), отделяясь от поверхностных мышц плотным фасциальным листком.

Мышца, выпрямляющая позвоночник расположена на всем протяжении позвоночного столба. Начинается от крестца, остистых отростков поясничных позвонков, гребня подвздошной кости и тянется до затылочной кости. В зависимости от места прикрепления мышечных пучков, в ней выделяют три части:

1. подвздошно-реберная мышца прикрепляется к ребрам;
2. длиннейшая мышца прикрепляется к поперечным отросткам позвонков и выйным линиям.
3. остистая мышца - к остистым отросткам грудных и шейных позвонков.

Функция: разгибает туловище и голову, при одностороннем сокращении наклоняет туловище и голову в свою сторону.

Ременные мышцы головы и шеи начинаются от остистых отростков пяти нижних шейных, шести верхних грудных позвонков, прикрепляются к верхней выйной линии затылочной кости, сосцевидному отростку височной кости. Функция: При двухстороннем сокращении разгибают голову и шею, при одностороннем сокращении наклоняют их в свою сторону.

В самом глубоком слое располагается множество мелких мышц, лежащих между позвонками. Мелкие мышцы производят движения между отдельными позвонками вокруг всех осей.

#### *4.5 МЫШЦЫ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ*

Мышцы верхней конечности подразделяют на мышцы плечевого пояса, плеча, предплечья и кисти.

*Мышцы плечевого пояса располагаются вокруг плечевого сустава, обеспечивая его движения:*

Дельтовидная мышца имеет треугольную форму. Она начинается тремя частями от акромиального конца ключицы, акромиального отростка лопатки, от лопаточной ости и прикрепляется к дельтовидной бугристости плечевой кости. Функция: передние пучки тянут руки вперед, задние - назад, вся мышца поднимает руку до горизонтального уровня (отводит плечо).

Надостная мышца начинается в надостной ямке лопатки и прикрепляется к большому бугорку плечевой кости. Функция: отводит плечо.

Подостная мышца начинается в подостной ямке и прикрепляется к большому бугорку плечевой кости. Функция: вращает плечо наружу.

Малая круглая мышца начинается от латерального края лопатки, прикрепляется к большому бугорку плечевой кости. Функция: вращает плечо наружу.

Большая круглая мышца начинается ниже предыдущей от нижнего угла лопатки (задней поверхности) и прикрепляется к гребню малого бугорка плечевой кости. Функция: вращает плечо внутрь.

Подлопаточная мышца начинается от подлопаточной ямки и прикрепляется к малому бугорку плечевой кости. Функция: вращает плечо внутрь, приводит плечо к туловищу.

На плече располагаются две группы мышц: передняя - сгибатели, задняя - разгибатели.

Передняя группа мышц плеча:

Двуглавая мышца плеча состоит из двух головок: длинной и короткой. Длинная головка начинается от надсуставной бугристости лопатки, короткая головка начинается от клювовидного отростка лопатки. Обе головки сходятся в одно общее брюшко, которое прикрепляется к бугристости лучевой кости. Функция: сгибает предплечье и плечо, супинирует предплечье и кисть, поворачивая ее ладонью вверх.

Плечевая мышца лежит под двуглавой мышцей, начинается от дельтовидной бугристости плеча и прикрепляется к бугристости локтевой кости. Функция: сгибает предплечье.

Клювовидно-плечевая мышца начинается от клювовидного отростка лопатки и прикрепляется коротким сухожилием к медиальной поверхности плечевой кости (ниже гребня малого бугорка плечевой кости). Функция: сгибает и приводит плечо.

Задняя группа мышц плеча:

Трехглавая мышца плеча начинается тремя головками. Длинная головка начинается от подсуставной бугристости лопатки, латеральная головка - от гребня большого бугорка, медиальная - от гребня малого бугорка плечевой кости. Все три головки сходятся в одно веретенообразное брюшко, сухожилие которого прикрепляется к локтевому отростку локтевой кости. Функция: разгибает плечо и предплечье.

Локтевая мышца треугольной формы, начинается от латерального надмыщелка плечевой кости, прикрепляется широким основанием к задней поверхности верхнего конца локтевой кости. Функция: участвует в разгибании предплечья.

Мышца предплечья делятся на две группы: переднюю и заднюю.

К передней группе относятся мышцы-сгибатели кисти и пальцев и два пронатора. Мышцы располагаются в два слоя: поверхностный и глубокий. Все поверхностные сгибатели, кроме плечелучевой мышцы, начинаются от медиального надмыщелка плечевой кости. Все глубокие сгибатели начинаются от костей предплечья.

Поверхностные мышцы передней группы предплечья:

Плечелучевая мышца начинается над латеральным надмыщелком плечевой кости, прикрепляется к шиловидному отростку лучевой кости. Функция: сгибает предплечье, устанавливает его и кисть в среднее положение между супинацией и пронацией.

Круглый пронатор прикрепляется к ладонной поверхности лучевой кости выше середины. Функция: сгибает предплечье, пронарует его и кисть.

Лучевой сгибатель запястья прикрепляется к основанию второй пястной кости. Функция: сгибает и отводит кисть.

Длинная ладонная мышца вплетается в ладонный апоневроз. Функция: сгибает кисть и натягивает ладонный апоневроз.

Локтевой сгибатель запястья прикрепляется к гороховидной кости. Функция: сгибает и приводит кисть.

Поверхностный сгибатель пальцев разделяется на четыре длинных сухожилия, которые достигают пальцев. На уровне проксимальной фаланги каждое сухожилие делится на две ножки, которые прикрепляются к основанию средних фаланг со II по V палец. Функция: сгибает кисть и пальцы.

Глубокие мышцы передней группы предплечья:

Глубокий сгибатель пальцев начинается от локтевой кости, межкостной мембраны, на середине предплечья делится на четыре сухожилия, которые выходят на ладонь и прикрепляются к ногтевым фалангам со II по V палец. Функция: сгибает ногтевую и среднюю фаланги II V пальцев и кисть.

Длинный сгибатель большого пальца начинается от передней поверхности лучевой кости и прикрепляется к основанию ногтевой фаланги большого пальца. Функция: сгибает ногтевую фалангу большого пальца и кисть.

Квадратный пронатор - плоская четырехугольная пластинка, расположенная в нижней трети предплечья. Начинается на ладонной поверхности локтевой кости, направляется латерально и вниз, прикрепляется на ладонной поверхности лучевой кости. Функция: пронатор предплечье и кисть.

*Задняя группа мышц предплечья* – разгибатели и супинатор - расположены в два слоя: поверхностный и глубокий. Все поверхностные разгибатели начинаются от латерального надмыщелка плечевой кости.

Поверхностные мышцы задней группы предплечья:

Длинный лучевой разгибатель запястья прикрепляется к тыльной поверхности основания II пястной кости. Функция: разгибает и отводит кисть.

Короткий лучевой разгибатель запястья прикрепляется к основанию III пястной кости. Функция: разгибает и отводит кисть.

Разгибатель пальцев прикрепляется к основанию средней и дистальной фаланг со II по V пальцев. Функция: разгибает кисть и пальцы.

Разгибатель мизинца прикрепляется к средней и ногтевой фалангам мизинца. Функция: разгибает мизинец.

Локтевой разгибатель запястья прикрепляется к основанию V пястной кости. Функция: разгибает кисть и приводит ее.

Глубокие мышцы задней группы предплечья:

Супинатор начинается от латерального надмыщелка плеча, прикрепляется к ладонной поверхности верхней трети лучевой кости. Функция: супинирует предплечье и кисть.

Все остальные мышцы начинаются от костей предплечья и межкостной перепонки.

Длинная мышца, отводящая большой палец кисти прикрепляется к основанию I пястной кости. Функция: отводит большой палец и кисть.

Длинный разгибатель большого пальца кисти прикрепляется к основанию дистальной его фаланги. Функция: разгибает большой палец.

Короткий разгибатель большого пальца кисти прикрепляется к основанию проксимальной его фаланги. Функция: разгибает проксимальную фалангу и отводит большой палец.

Разгибатель указательного пальца прикрепляется к проксимальной фаланге указательного пальца. Функция: разгибает указательный палец.

Мышцы кисти подразделяются на три группы: мышцы возвышения большого пальца, мышцы возвышения мизинца, средняя группа мышц кисти.

Мышцы возвышения большого пальца:

Короткая мышца, отводящая большой палец, лежит поверхностно, начинается от ладьевидной кости и большой трапеции. Прикрепляется к проксимальной фаланге большого пальца. Функция: отводит большой палец кисти.

Короткий сгибатель большого пальца начинается от костей запястья и прикрепляется к проксимальной фаланге большого пальца. Функция: сгибает проксимальную фалангу большого пальца.

Мышца, противопоставляющая большой палец, начинается от большой трапеции и прикрепляется к I пястной кости. Функция: противопоставляет большой палец, притягивая к ладони его пястную кость.

Мышца, приводящая большой палец, начинается широким основанием от III пястной кости, прикрепляется к основанию проксимальной фаланги большого пальца. Функция: приводит большой палец к указательному.

Мышцы возвышения мизинца:

Короткая ладонная мышца лежит поверхностно, под кожей. Начинается от медиального края ладонного апоневроза и вплетается в кожу на медиальном крае ладони. Функция: натягивает ладонный апоневроз.

Мышца, отводящая мизинец, начинается от гороховидной кости и прикрепляется к основанию проксимальной фаланги мизинца. Функция: отводит мизинец.

Мышца-сгибатель мизинца начинается от крючковидной кости, прикрепляется к основанию проксимальной фаланги мизинца. Функция: сгибает мизинец.

Мышца, противопоставляющая мизинец, начинается от крючковидной кости, прикрепляется к V пястной кости. Функция: противопоставляет мизинец большому пальцу.

Средняя группа мышц:

Червеобразные мышцы - четыре узких мышечных пучка, находятся между сухожилиями глубокого сгибателя пальцев, от которых начинаются. Их сухожилия огибают головки пястных костей с лучевой стороны, прикрепляются на тыле проксимальных фаланг II-V пальцев. Функция: сгибают проксимальные фаланги, а средние и дистальные разгибают.

Межкостные мышцы занимают промежутки между пястными костями и подразделяются на тыльные и ладонные. Функция: три ладонные межкостные мышцы приводят пальцы к среднему, четыре тыльные - отводят пальцы от среднего.

#### *4.6 МЫШЦЫ НИЖНЕЙ КОНЕЧНОСТИ*

Подразделяются на мышцы тазового пояса, бедра, голени и стопы.

*Мышцы тазового пояса* располагаются с наружной и внутренней стороны таза и приводят в действие тазобедренный сустав. Мышцы тазового пояса делятся на наружные и внутренние.

Внутренние мышцы таза:

Подвздошно-поясничная мышца состоит из двух головок: большой поясничной мышцы (начинается от поясничных позвонков) и подвздошной мышцы (начинается от одноименной ямки подвздошной кости). Подвздошно-поясничная мышца проходит под паховой связкой на бедро и прикрепляется к малому вертелу бедренной кости. Функция: сгибает бедро, при фиксированных нижних конечностях сгибает поясничный отдел позвоночного столба.

Грушевидная мышца начинается от тазовой поверхности крестца, выходит из полости таза через большое седалищное отверстие и прикрепляется к верхушке большого вертела. Функция: отводит и вращает бедро наружу.

Внутренняя запирательная мышца начинается от внутренней поверхности края запирательного отверстия и запирательной мембраны, выходит из полости таза через малое седалищное отверстие. По краям сухожилия на задней поверхности тазобедренного сустава к ней присоединяются две мышцы: верхняя близнецовая мышца, которая начинается от седалищной оси, нижняя близнецовая мышца - от седалищного бугра. Все три мышцы прикрепляются к ямке большого вертела бедренной кости. Функция: вращают бедро наружу.

Наружные мышцы таза:

Большая ягодичная мышца лежит под кожей, начинается от наружной поверхности крыла подвздошной кости, от пояснично-грудной фасции, от боковых поверхностей крестца, копчика, прикрепляется к ягодичной бугристости бедренной кости. Функция: разгибает бедро и вращает его наружу.

Средняя ягодичная мышца начинается от наружной поверхности подвздошной кости, прикрепляется к большому вертелу. Функция: отводит бедро.

Малая ягодичная мышца лежит под предыдущей мышцей, имеет с ней аналогичное начало, прикрепление и функцию.

Квадратная мышца бедра начинается от седалищного бугра, прикрепляется к межвертельному гребню бедра. Функция: вращает бедро наружу.

Напрягатель широкой фасции начинается от передней верхней ости подвздошной кости и вплетается в широкую фасцию бедра. Функция: натягивает широкую фасцию бедра.

Наружная запирающая мышца начинается от наружной поверхности запирающей мембраны и краев запирающего отверстия, сгибает снизу и сзади капсулу тазобедренного сустава и прикрепляется к ямке большого вертела бедра. Функция: вращает бедро наружу.

Мышцы бедра участвуют в прямохождении, поддерживают тело в вертикальном положении, приводят в движение нижние конечности. Они делятся на три группы: переднюю, заднюю и медиальную.

**Передняя группа мышц бедра:**

Четырехглавая мышца бедра занимает всю переднебоковую поверхность бедра, состоит из четырех головок, называемых как отдельные широкие мышцы: прямая, медиальная, латеральная и промежуточная.

Прямая широкая мышца лежит поверхностно, начинается от передней нижней ости подвздошной кости. Латеральная широкая мышца начинается от латеральной губы бедра. Медиальная широкая мышца начинается от медиальной губы бедра. Промежуточная широкая мышца начинается от передней поверхности бедра. Все четыре головки в нижней трети бедра сходятся, образуя общее сухожилие, которое охватывает надколенник, переходит в собственную его связку и прикрепляется к бугристости большеберцовой кости. Функция: сильный разгибатель голени, прямая мышца сгибает бедро.

Портняжная мышца начинается от передней верхней ости подвздошной кости, опускается узкой длинной лентой вниз и медиально, прикрепляется к бугристости большеберцовой кости с медиальной стороны. Функция: сгибает бедро и голень. Согнутое бедро поворачивает наружу, а голень внутрь («поза турка»).

**Задняя группа мышц бедра:**

Двуглавая мышца бедра расположена латерально, состоит из двух головок. Длинная головка начинается от седалищного бугра. Короткая головка начинается от латеральной губы бедра. Обе головки, соединяясь, прикрепляются к головке малоберцовой кости. Функция: сгибает голень, поворачивает ее наружу, разгибает бедро.

Полусухожильная мышца начинается от седалищного бугра, прикрепляется к бугристости большеберцовой кости с медиальной стороны, образуя вместе с сухожилиями нежной и портяжной мышц треугольное сухожильное растяжение - поверхностную «гусиную лапку». Функция: сгибает голень, вращает ее внутрь, разгибает бедро.

Полуперепончатая мышца начинается от седалищного бугра, прикрепляется к медиальному мыщелку большеберцовой кости, к капсуле коленного сустава, к подколенной фасции, образуя сухожильное растяжение - глубокую "гусиную лапку". Функция: сгибает голень, разгибает бедро.

*Медиальная группа мышц бедра:*

Мышцы этой группы приводят бедро. К ним относятся пять мышц: гребешковая, тонкая и три приводящих мышцы - длинная, короткая, большая.

Все мышцы начинаются от лобковой кости и частично от седалищной кости, прикрепляются (за исключением гребешковой и тонкой мышц) к шероховатой линии бедренной кости. Гребешковая мышца прикрепляется к гребенчатой линии бедренной кости. Тонкая мышца прикрепляется к бугристости большеберцовой кости с медиальной стороны и участвует не только в приведении бедра, но и в сгибании голени и вращении ее внутрь.

*Мышцы голени*

Мышцы голени приводят в движение стопу, поддерживают тело в вертикальном положении и перемещают его. Все мышцы идут в продольном направлении и делятся на три группы: переднюю, заднюю и латеральную.

**Передняя группа мышц голени:**

Передняя большеберцовая мышца начинается от латерального мыщелка и боковой поверхности большеберцовой кости, от межкостной перепонки, прикрепляется к медиальной клиновидной кости и

к основанию первой плюсневой кости. Функция: разгибает и супинирует стопу, поднимая ее медиальный край.

Длинный разгибатель пальцев стопы начинается от латерального мыщелка большеберцовой кости, от головки малоберцовой кости, межкостной перепонки, прикрепляется к средним и ногтевым фалангам со II по V палец. Функция: разгибает пальцы и стопу.

Длинный разгибатель большого пальца стопы начинается от малоберцовой кости, межкостной перепонки, прикрепляется к дистальной фаланге большого пальца. Функция: разгибает стопу и большой палец.

Латеральная группа мышц голени:

Длинная малоберцовая мышца начинается от головки и боковой поверхности малоберцовой кости, огибает сзади латеральную лодыжку, пересекает косо подошву, прикрепляется к медиальной клиновидной и первой плюсневой костям. Функция: прогибает стопу (поднимает ее латеральный край) и отводит стопу.

Короткая малоберцовая мышца лежит под предыдущей, начинается от нижней части малоберцовой кости. Сухожилие огибает сзади латеральную лодыжку, прикрепляется к основанию V плюсневой кости. Функция: прогибает и отводит стопу.

Задняя группа мышц голени располагается в два слоя: поверхностный и глубокий.

Поверхностный слой мышц задней группы:

Трехглавая мышца голени образует главную массу возвышения икры. Состоит из двух мышц - икроножной и камбаловидной, имеющих внизу общее ахиллово (пяточное) сухожилие.

Икроножная мышца начинается двумя головками от латерального и медиального надмыщелков бедра.

Камбаловидная мышца начинается широкой головкой на костях голени.

Все три головки переходят в ахиллово сухожилие, которое прикрепляется к пяточному бугорку. Функция: сгибатель стопы, голени.

Подошвенная мышца начинается от латерального надмыщелка бедра, прикрепляется к пяточному бугорку. У человека - рудимент и может отсутствовать. Функция: укрепляет Ахиллово сухожилие.

Глубокий слой мышц задней группы:

*Подколенная мышца* начинается от латерального мыщелка бедра, прикрепляется к задней поверхности проксимального эпифиза большеберцовой кости. Функция: Сгибает голень, поворачивая ее внутрь, натягивает капсулу коленного сустава, предохраняя синовиальную мембрану от ущемления.

Длинный сгибатель пальцев начинается от большеберцовой кости, сухожилие огибает сзади медиальную лодыжку, на середине подошвы делится на четыре сухожилия, которые прикрепляются к дистальным фалангам со II по V палец. Функция: сгибает пальцы и стопу.

Задняя большеберцовая мышца начинается от костей голени и межкостной перепонки, ее сухожилие огибает сзади медиальную лодыжку, прикрепляется к ладьевидной, трем клиновидным костям и к основаниям плюсневых костей. Функция: Приводит стопу, сгибает и супинирует.

Длинный сгибатель большого пальца начинается от задней поверхности малоберцовой кости, от межкостной мембраны (от нижней  $\frac{1}{3}$ ), прикрепляется к дистальной фаланге большого пальца. Функция: сгибает большой палец и стопу, укрепляет ее своды в переднезаднем направлении.

*Мышцы стопы подразделяются на тыльные и подошвенные.*

Тыльные мышцы стопы:

Короткий разгибатель пальцев начинается от верхнелатеральной поверхности пяточной кости, делится на четыре тонких сухожилия, которые прикрепляются к латеральному краю сухожилий мышц длинного разгибателя пальцев и большого пальца. Медиальное брюшко, сухожилие которого идет к проксимальной фаланге большого пальца, называется коротким разгибателем большого пальца. Функция: разгибает пальцы стопы.

Подошвенные мышцы стопы подразделяются на три группы: медиальную (мышцы большого пальца), латеральную (мышцы мизинца) и среднюю.

Медиальная группа:

Мышца, отводящая большой палец стопы начинается от пяточного бугорка и прикрепляется к основанию проксимальной фаланги большого пальца. Функция: отводит большой палец стопы.

Короткий сгибатель большого пальца стопы начинается от кубовидной и трех клиновидных костей, прикрепляется к основанию проксимальной фаланги большого пальца. Функция: сгибает большой палец стопы.

Мышца, приводящая большой палец, лежит глубоко и состоит из двух головок. Косая головка начинается от латеральной клиновидной кости, от основания II-IV плюсневых костей. Поперечная головка - от нижней поверхности суставных капсул III-V плюснефаланговых сочленений. Общее сухожилие прикрепляется к основанию проксимальной фаланги большого пальца. Функция: приводит большой палец. Все три мышцы укрепляют своды стопы с медиальной стороны.

Латеральная группа:

Мышца, отводящая мизинец стопы, начинается от нижней поверхности пяточного бугра и прикрепляется к основанию проксимальной фаланги мизинца. Функция: отводит мизинец.

Короткий сгибатель мизинца стопы начинается от V плюсневой кости и прикрепляется к основанию проксимальной фаланги мизинца. Функция: сгибает мизинец стопы.

Средняя группа:

Короткий сгибатель пальцев лежит под подошвенным апоневрозом. Начинается от пяточного бугра, делится на четыре сухожилия, которые прикрепляются к средним фалангам со второго по пятый палец. Функция: сгибает пальцы, укрепляет продольный свод стопы.

Квадратная мышца подошвы начинается от пяточной кости и прикрепляется к латеральному краю сухожилия длинного сгибателя пальцев. Функция: регулирует действие длинного сгибателя пальцев.

Четыре червеобразные мышцы начинаются от медиальных краев сухожилия длинного сгибателя пальцев и прикрепляются с медиальной стороны к проксимальным фалангам II-V пальцев. Функция: сгибают проксимальные фаланги, отводят их в сторону большого пальца.

Межкостные подошвенные и тыльные мышцы лежат между плюсневыми костями. Функция: три подошвенные - приводят пальцы, четыре тыльные - отводят пальцы. Отличаются от таких же мышц кисти расположением: на стопе они группируются вокруг II пальца (опора), а на кисти вокруг III (захват).

## ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

Задание №1. Выберите одно правильное утверждение:

1. Учение о мышцах называется:
  - А) цитологией
  - В) миологией
  - С) спланхнологией
  - Д) остеологией
2. Ткань, составляющая основу скелетных мышц, называется:
  - А) мышечной гладкой, неисчерченной
  - В) мышечной поперечно-полосатой скелетной
  - С) мышечной поперечно-полосатой сердечной
  - Д) соединительной
3. По форме различают мышцы:
  - А) отводящие
  - В) одноперистые
  - С) двуглавые
  - Д) веретенообразные
4. К вспомогательному аппарату мышцы относится:
  - А) мышечное брюшко
  - В) фасция
  - С) сухожилие
  - Д) апоневроз
5. Вид соединительной ткани, образующий поверхностную фасцию:
  - А) плотная волокнистая оформленная
  - В) плотная волокнистая неоформленная



- С) рыхлая волокнистая
  - Д) ретикулярная
6. Мышцы, выполняющие одну и ту же работу, называются:
- А) антагонисты
  - В) гомологи
  - С) аналоги
  - Д) синергисты
7. Мышцы, выполняющие работу, оказывающую противоположное действие, называются:
- А) антагонисты
  - В) гомологи
  - С) аналоги
  - Д) синергисты
8. Мышца, образующая ямочку на щеке:
- А) смеха
  - В) щечная
  - С) гордецов
  - Д) круговая мышца рта
9. Мышца, поднимающая нижнюю челюсть:
- А) щечная
  - В) поднимающая верхнюю губу
  - С) височная
  - Д) круговая мышца рта
10. Мышца головы, не покрытая фасцией:
- А) жевательная
  - В) медиальная крыловидная
  - С) височная
  - Д) мышца, поднимающая угол рта
11. Мышца, прикрепляющаяся к ямке на шейке суставного отростка нижней челюсти:
- А) медиальная крыловидная
  - В) жевательная
  - С) латеральная крыловидная
  - Д) опускающая угол рта
12. К поверхностным мышцам шеи относится:
- А) подкожная мышца шеи
  - В) передняя лестничная мышца
  - С) длинная мышца головы
  - Д) длинная мышца шеи
13. Мышца-разгибатель головы:
- А) передняя прямая
  - В) грудино-ключично-сосцевидная
  - С) длинная мышца головы
  - Д) длинная мышца шеи
14. Место прикрепления большой грудной мышцы:
- А) гребень малого бугорка плечевой кости
  - В) акромиальный отросток лопатки
  - С) гребень большого бугорка плечевой кости
  - Д) клювовидный отросток лопатки
15. Через отверстие в сухожильном центре диафрагмы проходит:
- А) нижняя полая вена
  - В) аорта
  - С) пищевод
  - Д) непарная вена
16. Мышца, сгибающая плечо и предплечье:

- A) клювовидно-плечевая
  - B) двуглавая
  - C) трехглавая
  - D) плечевая
17. Мышца, разгибающая голень:
- A) двуглавая мышца бедра
  - B) полуперепончатая
  - C) полусухожильная
  - D) четырехглавая мышца бедра
18. Мышца, прикрепляющаяся к пяточному бугорку:
- A) трехглавая мышца голени
  - B) передняя большеберцовая
  - C) задняя большеберцовая
  - D) длинная малоберцовая
19. Мышца, приводящая бедро:
- A) гребешковая
  - B) квадратная мышца бедра
  - C) четырехглавая мышца бедра
  - D) полуперепончатая
20. Мышца, прикрепляющаяся к ягодичной бугристости бедренной кости:
- A) большая ягодичная
  - B) средняя ягодичная
  - C) малая ягодичная
  - D) квадратная мышца бедра
21. Мышца, супинирующая стопу:
- A) длинная малоберцовая
  - B) короткая малоберцовая
  - C) передняя большеберцовая
  - D) трехглавая мышца голени

Задание №2. Заполните таблицу:

1. Мышцы плеча – сгибатели:	1. 2. 3.
2. Мышцы плеча – разгибатели:	1. 2.
3. Внутренние мышцы таза:	1. 2. 3.
4. Наружные мышцы таза:	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.

### ЭТАЛОНЫ ОТВЕТОВ

Задание № 1: 1-В, 2-В, 3-Д, 4-В, 5-В, 6-Д, 7-А, 8-А, 9-С, 10-Д, 11-С, 12- А, 13-В, 14-С, 15-А, 16-В, 17-Д, 18-А, 19-А, 20-А, 21-С.

Задание №2.

1. Мышцы плеча – сгибатели:	1. двуглавая мышца плеча 2. плечевая мышца 3. клювовидно-плечевая мышца
2. Мышцы плеча – разгибатели:	1. трехглавая мышца плеча 2. локтевая мышца
3. Внутренние мышцы таза	1. грушевидная 2. подвздошно-поясничная 3. внутренняя запирательная
4. Наружные мышцы таза:	1. большая ягодичная 2. средняя ягодичная 3. малая ягодичная 4. близнецовые 5. квадратная мышца бедра 6. наружная запирательная 7. напрягатель широкой фасции бедра

### **УЧЕБНЫЙ МОДУЛЬ 5. АНАТОМО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ САМОРЕГУЛЯЦИИ ФУНКЦИЙ ОРГАНИЗМА: НЕРВНЫЙ МЕХАНИЗМ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ РЕГУЛЯЦИИ**

#### **УЧЕБНЫЕ ЦЕЛИ**

**ПОСЛЕ ИЗУЧЕНИЯ МОДУЛЯ СТУДЕНТ ДОЛЖЕН:**

**ИМЕТЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О:** значении процесса саморегуляции для самоудовлетворения потребностей человека; функциональной системе и ее компонентах; критериях оценки деятельности нервной системы; интегративном характере нервной деятельности.

**ЗНАТЬ:** классификацию нервной системы; общие принципы строения нервной системы; разновидности нейронов, нервных волокон; синапс, понятие, виды; рефлекс – понятие, виды; рефлекторная дуга; рецепторы; нервный центр; физиологические свойства возбудимых тканей; биоэлектрические явления в нервной и мышечной тканях; виды мышечных сокращений, их механизм; силу мышц, работу, утомляемость.

**УМЕТЬ:** использовать физиологические термины.

#### *ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ*

##### *5.1 СУЩНОСТЬ И ЗНАЧЕНИЕ ПРОЦЕССА САМОРЕГУЛЯЦИИ ДЛЯ САМОУДОВЛЕТВОРЕНИЯ ПОТРЕБНОСТЕЙ ЧЕЛОВЕКА*

Организм человека находится под влиянием непрерывно меняющихся, разнообразных условий внешней среды. Обязательное условие выживания организма заключается в необходимости поддержания показателей внутренней среды и функциональной активности органов на относительно постоянном уровне. Способность биологических систем противостоять изменениям и поддерживать динамическое равновесие внутренней среды организма называется гомеостазом. Функциональная активность органов и координация их деятельности поддерживается нервной и (или) гуморальной системами регуляции. Нервная регуляция осуществляется с помощью нервных импульсов и обеспечивает быструю реакцию определенного органа на раздражение. Гуморальная регуляция осуществляется путем выработки железами внутренней секреции биологически активных веществ (гормонов и др.), поступающих в кровь и действующих на скорость и направленность обменных процессов.

Для объяснения принципов взаимодействия организма со средой обитания П.К. Анохиным создана теория функциональных систем, утверждающая принципы организации физиологических процессов в целостном организме. П. К. Анохин считал, что функция – это достижение организмом полезного приспособительного результата во взаимодействии со средой обитания. Функциональная система – это такая организация деятельности отдельных частей организма, которая в итоге дает полезный приспособительный результат.

Создав программу поведения, организм борется за нее, преодолевая сопротивление среды, особенности которой учитываются посредством вносимых в программу сенсорных поправок. В

результате поведение активно перестраивается по принципу обратной связи, физиологической основой которой является рефлекторное кольцо. Главное назначение обратной связи состоит в том, чтобы отклонение управляемого показателя от нормы было минимальным. Именно так регуляторные системы поддерживают управляемые показатели на постоянном уровне.

Принцип обратной связи важен и для нервной, и для эндокринной системы. Для нервной системы обеспечивается надежность рефлекторной связи между работающими органами и ЦНС. Принцип обратной связи проявляется в регуляции движений, функций внутренних органов и эндокринных желез. При гуморальной регуляции сигналом для изменения функциональной активности органа служат изменения концентрации биологически активных веществ. Например, повышение уровня глюкозы в крови стимулирует образование инсулина в поджелудочной железе.

Взаимодействие со средой организма человека характеризуется сложной иерархией (соподчинением) функциональных систем. Управление процессами жизнедеятельности строится по принципу подчинения простого – сложному, низших уровней – высшим. Вышележащие отделы мозга контролируют нижележащие.

Высший уровень регуляции физиологических функций и взаимодействие организма с внешней средой обеспечивается центральной нервной системой. II уровень регуляции осуществляется вегетативной нервной системой, управляющей функциями органов и систем, подавляя их или стимулируя. III уровень регуляции обеспечивается эндокринной системой, которая осуществляет регуляторные функции с помощью гормонов и других биологически активных веществ. Низшие уровни внутреннего управления обеспечиваются автоматическими системами регуляции (саморегуляции), которые, как уже говорилось, поддерживают определенный режим жизнедеятельности, используя общие физические и химические законы. Межнейронные и нейромышечные межклеточные контакты осуществляют медиаторы.

Знание регуляторных механизмов жизнедеятельности важно для понимания особенностей приспособления организма к условиям внешней среды.

## *5.2 ОБЩИЙ ПЛАН СТРОЕНИЯ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ*

Нервная система играет важную роль в регуляции функций организма и интеграции деятельности его органов и систем. Она осуществляет связь организма с внешней средой. Изучение строения и функций нервной системы важно для понимания возникновения заболеваний человека, правильной организации его труда и отдыха.

Нервная система делится на центральный и периферический отделы. Центральная нервная система (ЦНС) представлена головным мозгом, расположенным в черепе, и спинным мозгом, расположенным в позвоночном канале. Головной и спинной мозг состоят из белого и серого вещества. Серое вещество представлено нейронами и их дендритами. Белое вещество состоит из отростков нервных клеток - нервных волокон, белый цвет которых обусловлен миелиновыми оболочками. Нервные волокна образуют проводящие пути, связывающие отделы ЦНС, ядра (нервные центры) между собой.

Периферическая нервная система объединяет корешки, спинномозговые и черепно-мозговые нервы, их ветви, нервные узлы и сплетения.

Нервная система в зависимости от зон иннервации и некоторых анатомо-физиологических особенностей подразделяется на соматическую и вегетативную. Соматическая нервная система обеспечивает иннервацию тела – сомы: кожи и скелетных мышц. Она регулирует связи организма с внешней средой с помощью органов чувств. Автономная (вегетативная) нервная система (ВНС) иннервирует внутренние органы и железы, регулируя обменные процессы во всех тканях и внутренних органах, проникая туда по сосудам. Этот отдел подразделяется на симпатический и парасимпатический, а они в свою очередь - на центральный и периферический.

## *5.3 РЕФЛЕКС. РЕФЛЕКТОРНАЯ ДУГА*

Основу нервной регуляции составляет рефлекторная деятельность. Рефлекс – причинно обусловленная ответная реакция организма на раздражение, осуществляемая при обязательном участии нервной системы. Рефлекторный ответ, в свою очередь, действует на стимул, т.е. рефлекс – это процесс с обратной связью.

Рефлексы классифицируют в зависимости от названия отделов мозга, необходимых для их осуществления: например, рефлексы спинного мозга, ствола, больших полушарий. Их можно

различать и в зависимости от видов рефлекторной деятельности: например, двигательные, секреторные и др. рефлексы.

Для проявления любой рефлекторной реакции необходимо наличие раздражителя и рефлекторной дуги (**рис.5.1**). Рефлекторная дуга – это путь возбуждения от рецептора до рабочего органа. Она включает рецептор, афферентный нервный путь, рефлекторный центр, эфферентный нервный путь, эффектор. Импульсы возникают в рецепторах – чувствительных нервных окончаниях. По афферентному (центростремительному) пути нервные импульсы от рецепторов передаются в рефлекторный нервный центр ЦНС. Афферентный путь представлен чувствительными нервными волокнами афферентного нейрона. В рефлекторном центре импульсы перерабатываются и переключаются на эфферентный путь. По эфферентному (центробежному) пути двигательные (эффекторные) импульсы от нервного центра достигают исполнительного органа. Он представлен двигательными и секреторными нервными волокнами эфферентных нейронов, расположенных в ЦНС или вегетативных ганглиях. Эффектор это мышца или железа, отвечающая на нервные импульсы изменением своей деятельности.

Простая рефлекторная дуга включает два-три нейрона (дуги рефлексов растяжения – коленного и др.). Большинство рефлекторных дуг человека сложные, включают множество нейронов на разных уровнях ЦНС. Как правило, рефлексы возникают при раздражении не одного, а многих рецепторов, расположенных в определенной области тела, называемой в этом случае рефлексогенной зоной.

#### *5.4 НЕРВНЫЙ ЦЕНТР*

По центростремительным волокнам импульсы от рецепторов поступают в нервный центр (ядро) – совокупность нейронов, расположенных на разных уровнях ЦНС и контролирующую работу определенного органа. Одни нервные центры возбуждаются от специфических раздражителей (например, ядра таламуса), другие – от различных раздражителей (нейроны ретикулярной формации и ассоциативных зон коры больших полушарий).

В нервных центрах перерабатывается информация, полученная от рецепторов, и формируется зашифрованная в нервных импульсах определенной частоты, амплитуды и продолжительности программа ответной реакции на раздражение, адресованная исполнительным органам – мышцам, железам. В нервных центрах возможна самопроизвольная генерация нервных импульсов и их циркуляция по замкнутым цепям нейронов. Центры постоянно находятся в состоянии некоторого возбуждения или тонуса, который поддерживается как импульсами от рецепторов, так и импульсами от вышележащих отделов мозга. Различают пищевой, дыхательный, сосудодвигательный и др. нервные рефлекторные центры. Расположены они на разных уровнях ЦНС, их деятельность контролируется различными отделами мозга.

#### *5.5 РЕЦЕПТОРЫ*

Рецепторы - чувствительные нервные окончания, в которых энергия внешнего раздражения преобразуется в нервные импульсы т.е. очень слабый переменный электрический ток. В импульсах (биотоках), закодирована информация о раздражителе. Рецептор – начало любой рефлекторной дуги.

Существует несколько классификаций рецепторов. В зависимости от расположения различают экстерорецепторы, интерорецепторы и проприорецепторы. Экстерорецепторы воспринимают раздражения из внешней среды и расположены в коже, слизистых оболочках, органах чувств (рецепторы тактильные, болевые, температурные и др.). Интерорецепторы расположены во внутренних органах и сосудах. Они возбуждаются в основном при изменении химического состава внутренней среды и давления в тканях, органах и сосудах (хеморецепторы, барорецепторы и др.). Проприорецепторы расположены в мышцах, сухожилиях, связках, фасциях, капсулах суставов. Они информируют ЦНС о тонусе мышц и положении тела в пространстве.

Импульсы от рецепторов по рефлекторной дуге поступают в нервный центр, где информация расшифровывается. Подробнее о свойствах рецепторов см. модуль 9.

#### *5.6 ОБЩИЕ ДАННЫЕ О ФИЗИОЛОГИИ ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЕЙ*

Все живые ткани и клетки под влиянием раздражителей переходят из состояния относительного физиологического покоя в состояние активности. Наиболее яркую ответную реакцию на действие раздражителей демонстрируют нервная, мышечная и железистая ткани, называемые возбудимыми. Основными физиологическими свойствами нервной и мышечной ткани являются: возбудимость, проводимость, рефрактерность, лабильность.

Возбудимость – способность живой ткани отвечать на действие раздражителя изменением физиологических свойств и возникновением процесса возбуждения.

Проводимость – способность живой ткани проводить возбуждение.

Рефрактерность – это временное снижение возбудимости ткани, возникающее после ее возбуждения.

Лабильность (функциональная подвижность) – способность тканей в зависимости от обменных процессов возбуждаться определенное число раз в единицу времени.

Возбуждение – это активный физиологический процесс, который возникает в ткани под действием раздражителей и характеризуется рядом общих и специфических признаков. К общим признакам возбуждения относятся: изменение уровня обменных процессов в тканях, выделение различных видов энергии – тепловой, электрической, а по некоторым данным, и лучистой. Специфическим признаком возбуждения мышечной ткани является сокращение; железистой – выделение секрета; нервной – генерация нервного импульса.

Раздражитель – фактор, способный вызвать ответную реакцию возбудимых тканей. Раздражители делятся на: физические (электрический ток, механические, температурные и др.), химические (кислоты, щелочи и др.), физико-химические (осмотические и др.).

По биологическому признаку раздражители могут быть специфическими (адекватными) и неспецифическими (неадекватными). Специфические раздражители при минимальных энергетических затратах вызывают возникновение возбуждения только в определенных возбудимых образованиях. Так, адекватным раздражителем для фоторецепторов сетчатки глаза являются световые лучи (кванты света). Неспецифические раздражители вызывают ответную реакцию со стороны возбудимых тканей только при достаточной силе и продолжительности своего воздействия (например, обильное слюноотделение в ответ на раздражение кислотой рецепторов ротовой полости). В условиях физиологического эксперимента в качестве раздражителя чаще всего используют электрический ток. Его легко дозировать, и он является адекватным раздражителем для возбудимых тканей, так как их функциональная активность всегда сопровождается электрическими явлениями.

По своей силе раздражители могут быть подпороговыми, пороговыми и надпороговыми. Подпороговый раздражитель – это раздражитель такой силы, который не вызывает видимых изменений, но обуславливает возникновение физико-химических сдвигов в возбудимых тканях. Пороговый раздражитель – это раздражитель минимальной силы, который впервые вызывает видимую ответную реакцию со стороны возбудимой ткани. Пороговую силу раздражителя называют порогом раздражения или возбуждения. Порог раздражения является мерой возбудимости тканей. Между порогом раздражения и возбудимостью существует обратная зависимость: чем выше порог раздражения, тем ниже возбудимость; чем ниже порог раздражения, тем возбудимость выше. Надпороговый раздражитель – это раздражитель, сила которого выше порогового раздражителя.

#### *5.6.1 Биоэлектрические явления в нервной, мышечной ткани*

Мембранный потенциал или потенциал покоя – это разность потенциалов (около 60-90 мВ) между наружной и внутренней поверхностями мембраны мышечной или нервной клетки. При этом ее наружная поверхность заряжена электроположительно по отношению к внутренней поверхности, заряженной электроотрицательно.

Потенциал действия возникает при нанесении на участок нервного или мышечного волокна раздражения достаточной силы и длительности, вызывающего появление возбуждения, наиболее важным признаком которого является колебание мембранного потенциала. При этом возбужденный участок заряжается электроотрицательно по отношению к невозбужденному.

Мембранный потенциал регистрируется с помощью электродов, введенных внутриклеточно. Потенциал действия можно зарегистрировать двумя способами: с помощью микроэлектродов, приложенных к внешней поверхности волокна (внеклеточное отведение), и введенных в цитоплазму (внутриклеточное отведение).

Установлено, что в основе биоэлектрических явлений лежат физико-химические процессы, результатом которых является неодинаковая концентрация ионов  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  в цитоплазме клетки и окружающей ее среде, обусловленная и неодинаковой проницаемостью для них клеточной мембраны. Так, в цитоплазме нервных и мышечных клеток концентрация  $\text{K}^+$  больше, а  $\text{Na}^+$  и  $\text{Cl}^-$  меньше, чем во внеклеточной жидкости. Кроме того, в состав цитоплазмы клетки входят отсутствующие во

внутриклеточной среде органические анионы (крупномолекулярные соединения, несущие положительный заряд).

Предполагается, что в клеточной мембране для каждого иона имеются специальные каналы. В состоянии покоя мембрана обладает повышенной проницаемостью для  $K^+$ , проницаемость же ее для  $Na^+$  резко снижена. При возбуждении проницаемость мембраны для  $Na^+$  резко возрастает и превышает проницаемость для  $K^+$ . В связи с этим, натрий лавинообразно устремляется в клетку, что приводит к перезарядке клеточной мембраны. Наружная поверхность заряжается отрицательно по отношению к внутренней ее поверхности. Восстановление исходного уровня мембранного потенциала осуществляется за счет резкого снижения натриевой проницаемости и активного переноса  $Na^+$  из цитоплазмы клетки в окружающую среду.

Таким образом, возникновение биопотенциалов является функцией клеточной мембраны, обладающей избирательной проницаемостью для ионов. Величина мембранного потенциала и потенциала действия обуславливается разницей концентрации ионов в системе клетка – окружающая среда.

#### *5.6.2 Фазические и тонические мышечные волокна*

Различают два типа мышечных волокон: медленные (тонические) и быстрые (фазические). Некоторые мышцы состоят только из одного вида волокон – быстрых или медленных, другие включают оба вида волокон. Благодаря двум видам мышечных волокон организм поддерживает позу и совершает движения.

Тонические волокна характеризуются большим количеством митохондрий, источником аденозинтрифосфат (АТФ) в них является кислородное (аэробное) дыхание. Саркоплазматический ретикулум развит слабо. В ответ на раздражение возникает медленное сокращение мышцы с постепенным расслаблением. Тонические волокна расположены в глубоких слоях мышц туловища и конечностей, обеспечивают длительное сокращение мышц и используются для поддержания позы.

Фазические волокна содержат меньше митохондрий. Источником энергии в них является АТФ, образующийся в результате бескислородных (анаэробных) процессов. Хорошо развит саркоплазматический ретикулум. В ответ на раздражение в них происходит гораздо более быстрое сокращение, чем у тонических мышц. Утомление и кислородная недостаточность развиваются также быстрее. Фазические мышцы расположены ближе к поверхности тела, обеспечивают частые сокращения, необходимые для быстрых движений.

Быстрые (фазические) мышцы потребляют в единицу времени больше АТФ, чем медленные (тонические). Поэтому именно тонические мышечные волокна используются для поддержания позы.

#### *5.6.3 Работа мышц*

Находясь под влиянием нервных импульсов, мышцы всегда напряжены, т.е. пребывают в состоянии длительного сокращения. Сокращаясь, мышцы производят определенную работу даже если они не поднимают груз. Мышцы передвигают кости и удерживают тело и органы в определенном положении. Эта работа называется тонической. Если мышца при сокращении поднимает груз, то она производит физическую работу, величина которой определяется произведением массы груза в килограммах на высоту подъема груза в метрах и выражается в джоулях.

Величина мышечной работы зависит от силы сокращения мышцы и от степени ее укорочения. Чем толще мышца, тем она сильнее, чем длиннее мышца, тем выше она поднимает груз. Сила мышцы зависит от анатомических, физиологических и других факторов. Различают анатомический и физиологический поперечник мышцы. Анатомический поперечник – это площадь поперечного сечения мышцы в ее наиболее широком участке. Он характеризует толщину мышцы. Физиологический поперечник – это сумма площадей поперечных сечений всех мышечных волокон мышцы. Он характеризует силу мышцы. Поэтому мышца с перистым строением сильнее мышцы с продольным расположением волокон.

При физической тренировке происходит рабочая гипертрофия - утолщение мышечных волокон и увеличение их энергетических ресурсов, что увеличивает массу и силу мышц. При этом в мышце ускоряются процессы биосинтеза нуклеиновых кислот, белков, гликогена, АТФ. В итоге сила и скорость сокращения мышцы возрастает. При отсутствии нагрузок, в случае длительного пребывания больного в постели, возникает противоположное состояние – атрофия.

#### *5.6.4 Работа и утомляемость мышц*

Мышцы не могут постоянно находиться в сокращенном состоянии и производить работу, постепенно их работоспособность снижается. Временное понижение работоспособности мышц, наступающее после работы, называется утомлением.

Наибольшую работу мышца производит при некоторых средних нагрузках, потому что умеренное растяжение мышцы увеличивает ее сокращение. При сильном растяжении мышцы ее сокращение ослабляется, поэтому человек совершает наибольшую работу по поднятию или переносу тяжести, если груз не слишком тяжел и не слишком легкий. Большое значение имеет ритм работы: слишком быстрая и слишком медленная, монотонная работа быстро приводит к утомлению, а в итоге уменьшается количество выполненной работы.

В физиологии существуют разные теории причин утомления:

- 1) мышца истощается от недостатка питательных веществ и кислорода;
- 2) в мышце заканчиваются энергетические запасы;
- 3) в мышце накапливаются кислые продукты распада (молочная, фосфорная кислоты и др.).

Все эти причины имеют место, но главной причиной утомления считается появление охранительного тормозного процесса в двигательных центрах ЦНС, что было доказано И.М. Сеченовым и А.А. Ухтомским. Утомление быстро проходит после активного отдыха. И.М. Сеченов установил, что правая рука после длительной работы восстанавливала работоспособность полнее и лучше, если в период ее отдыха производилась работа левой рукой. Нервные центры левой руки как бы заряжают энергией утомленные нервные центры правой руки. Впоследствии учеными были намечены пути снятия утомления и способы научной организации труда и отдыха.

#### *5.6.5 Механизм сокращения скелетной мышцы*

Механизм сокращения скелетной мышцы заключается в следующем. Нервный импульс от мотонейрона спинного мозга достигает мышцы и распространяется сначала по оболочкам ее мышечных волокон, а затем по системе полостей связанного с этими оболочками саркоплазматического ретикулума. При этом из полостей ретикулума освобождаются ионы  $Ca^{+}$ , которые накапливаются в цитоплазме и вызывают укорочение миофибрилл за счет скольжения составляющих миофибриллы актиновых и миозиновых нитей. Причина скольжения – химическое взаимодействие между белками актином и миозином в присутствии АТФ. В дальнейшем ионы  $Ca^{+}$  снова всасываются в полости саркоплазматической сети, и миофибриллы пассивно расслабляются. Источником энергии, необходимой для мышечного сокращения, служит АТФ, запасы которого в клетке ограничены. Восстановление энергии происходит благодаря креатинфосфату (КФ).

#### *5.6.6 Виды мышечных сокращений*

В эксперименте сокращение мышц можно вызвать любым раздражителем: химическим, механическим, электрическим. Для записи и анализа мышечных сокращений пользуются специальным прибором – электромиографом, который записывает кривую мышечного сокращения – электромиограмму.

В зависимости от условий, в которых происходит сокращение мышц под влиянием нервных импульсов, различают два вида сокращения мышц – изотоническое и изометрическое.

При изотоническом сокращении в основном изменяется длина мышечного волокна, и длина мышцы уменьшается на 20% и более. Степень же напряжения мышцы существенно не изменяется. Изометрическое сокращение возникает при условии закрепления двух концов мышцы. При этом значительно возрастает напряжение мышечного волокна, длина же его практически не изменяется. В целостном организме сокращение мышц никогда не бывает чисто изотоническим или изометрическим. Так, при сгибании конечности в суставе мышцы и укорачиваются и одновременно изменяют степень своего напряжения.

Характер сокращения скелетной мышцы зависит от частоты раздражения (от частоты поступления нервных импульсов). Различают одиночное и тетаническое сокращение мышцы.

Раздражение мышцы или иннервирующего ее двигательного нерва одиночным стимулом вызывает одиночное мышечное сокращение (рис. 5.2), которое складывается из трех фаз:

- 1) скрытого (латентного) периода возбуждения,
- 2) периода укорочения,
- 3) периода расслабления.



В естественных условиях к мышечным волокнам поступают не одиночные импульсы, а «залпы» нервных импульсов, на которые мышца отвечает длительным сокращением. Длительное, стойкое сокращение мышцы получило название тетанического сокращения или тетануса. К тетанусу способны только скелетные мышцы. Если импульсы редки и каждый из них приходится на тот момент, когда мышца уже начала расслабляться, то возникает зубчатый тетанус, который получил название неполного, несовершенного тетануса (клонуса). Если импульсы сближены настолько, что каждый последующий приходится на время, когда мышца еще не успела расслабиться, то возникает длительное непрерывное сокращение, получившее название гладкого, совершенного тетануса.

Совершенный тетанус – нормальное рабочее состояние скелетных мышц обуславливается поступлением из ЦНС нервных импульсов с частотой 40-50 имп/с.

Зубчатый тетанус возникает при частоте нервных импульсов до 30 имп/с.

Если мышца получает 10-20 имп/с., то она находится в состоянии мышечного тонуса. Тонус мышцы – состояние устойчивого, умеренного, непроизвольного напряжения, обусловленного неодновременным возбуждением моторных единиц. Мышцы, находящиеся в состоянии тонуса, реагируют на раздражитель быстрее и сокращаются сильнее. Внешним проявлением тонуса является определенная степень упругости мышцы.

Кроме тетануса, встречается еще одна разновидность длительного сокращения мышц – контрактура. Мышца в подобном состоянии длительно остается плотной и болезненной при пальпации. Контрактура сохраняется и при прекращении действия раздражителя. Она возникает при нарушении обмена веществ или изменении свойств сократительных белков мышечной ткани.

#### *5.67 Понятие об оптимуме и пессимуме*

Н.Е. Введенский показал, что ответная реакция мышцы при увеличении силы или частоты раздражителя не может беспредельно возрастать. На нервно-мышечном препарате лягушки было установлено, что при нарастании частоты раздражителя от 10 до 50 имп/с наблюдается увеличение амплитуды мышечного сокращения. Максимальная ответная реакция обнаруживалась при частоте 40-50 имп/с. Дальнейшее увеличение частоты раздражителя приводило к снижению амплитуды мышечного сокращения или к отсутствию реакции мышцы. Изменение реакции мышцы в зависимости от силы и частоты раздражения позволило Н.Е. Введенскому дать определение оптимума и пессимума.

Оптимум (наилучший) – такая сила и частота раздражителя, которая вызывает мышечное сокращение, максимальное по амплитуде.

Пессимум (наихудший) – такая чрезмерная сила и частота раздражителя, которая вызывает резкое уменьшение амплитуды мышечного сокращения или даже отсутствие реакции мышцы.

Реакцию мышцы на пессимальный раздражитель Введенский связывал с понижением лабильности ткани. В результате снижения лабильности падает возбудимость, замедляется скорость проведения возбуждения, удлиняется рефрактерный период. В итоге снижение лабильности приводит к блокаде проведения возбуждения. Пессимальная реакция развивается именно в синапсе, как наиболее низколабильном образовании.

#### *5.6.8 Функции нейронов*

По функции различают следующие нейроны: афферентные (сенсорные, чувствительные), эфферентные (эффекторные, моторные, двигательные), вставочные (промежуточные, ассоциативные), тормозящие, возбуждающие и нейросекреторные.

Афферентные нейроны расположены вне головного и спинного мозга в узлах (ганглиях) периферической нервной системы. Они принимают чувствительный импульс от рецептора и передают его в ЦНС. Длинный отросток этого нейрона направляется на периферию и заканчивается чувствительным окончанием – рецептором. Короткий отросток проходит в спинной или головной мозг в составе задних корешков спинномозговых нервов (или корешков черепно-мозговых нервов). Вставочные нейроны находятся в ЦНС, анализируют полученные импульсы и адресует их двигательным нейронам. Двигательные нейроны находятся в ЦНС и на периферии, в вегетативных узлах. Они посылают по аксонам двигательные импульсы к исполнительным органам. В зависимости от действия, которое они оказывают на другие нейроны или эффекторы, нейроны могут быть тормозящими или возбуждающими. Различают также нейросекреторные клетки, выделяющие гормоны и объединяющие деятельность нервной и эндокринной систем.

#### *5.6.9 Свойства нервных волокон*

Нервные импульсы проводятся по отросткам нервных клеток – нервным волокнам, обладающим возбудимостью, проводимостью, рефрактерностью, лабильностью. В связи с высоким уровнем обменных процессов, возбудимость и лабильность нервного волокна выше, чем в мышечной клетке, а рефрактерный период короче. Малая утомляемость нервного волокна объясняется тем, что энергозатраты при возбуждении в них невелики, восстановительные процессы протекают быстро. Кроме того, в организме нервные волокна постоянно недогружены: нервные центры подают на периферию не более 50-100 имп/с, а нервное волокно, обладая высокой лабильностью, может воспроизводить до 2500 имп/с.

Для предотвращения рассеивания нервных импульсов все аксоны нейронов покрыты тонкой, серой, изолирующей безмякотной (шванновской) оболочкой, образованной клетками нейроглии. Кроме того, у соматических и части вегетативных нервных волокон имеется дополнительная, расположенная снаружи толстая, белая, мякотная или миелиновая оболочка. Миелин выделяется шванновскими клетками и состоит из жироподобных веществ - гликолипидов. Мякотная оболочка через равные промежутки прерывается перехватами Ранвье, благодаря которым нервный импульс продвигается скачкообразно, со скоростью до 120 м/с. Большинство спинномозговых и черепномозговых нервов миелинизировано.

Нервные волокна классифицируют по скорости проведения возбуждения и другим признакам. В зависимости от скорости проведения возбуждения различают нервные волокна трех типов – А, В и С. Волокна типа А имеют миелиновую оболочку, скорость проведения возбуждения в них достигает 70-120 м/с. Волокна типа В – преимущественно преганглионарные волокна вегетативной нервной системы, они тоже миелинизированы. Волокна типа С – это безмякотные волокна очень малого диаметра (1мкм) со скоростью проведения возбуждения в них - 3 м/с. В основном они являются постганглионарными симпатическими волокнами. Чем больше диаметр нервного волокна, тем больше в нем скорость проведения возбуждения.

По функции различают чувствительные (афферентные, центростремительные) и двигательные (эфферентные, центробежные) нервные волокна. Они встречаются как в соматическом, так и в вегетативном отделах нервной системы.

Пучок нервных волокон образует нерв (нервный ствол), окруженный соединительно-тканной оболочкой. В нерв обычно входит большое количество двигательных, чувствительных, иногда и вегетативных волокон, иннервирующих различные ткани и органы. Такой нерв называется смешанным, но есть двигательные, чувствительные и вегетативные (парасимпатические) нервы. Каждое нервное волокно проводит импульсы самостоятельно, независимо от других волокон и в любом направлении.

#### *5.6.10 Синапс*

Синапс обеспечивает передачу нервного импульса с нервного волокна на другую нервную, мышечную или железистую клетку, а также с рецепторной клетки на нервное волокно. Число синапсов огромно: например, один аксон может образовать до 10000 синапсов на многих нервных клетках: на теле нервной клетки, на дендритах, на аксонах.

В зависимости от локализации, синапсы делятся на центральные и периферические. Центральные синапсы осуществляют контакты между нервными клетками центральной нервной системы. Периферические синапсы могут быть нервно-мышечными и нервно-эпителиальными. За счет нервно-эпителиальных синапсов осуществляется нервная регуляция деятельности железистого аппарата. Нервно-мышечные синапсы осуществляют функциональную связь между аксоном мотонейрона и мышечными волокнами.

В синапсе различают три основные структуры: две мембраны – пресинаптическую, постсинаптическую и синаптическую щель. Пресинаптическая мембрана представляет собой мембрану нервного окончания с большим количеством пузырьков, содержащих медиатор – биологически активное вещество, с помощью которого нервный импульс передается через синапс. Основные медиаторы – ацетилхолин и норадреналин – образуются соответственно в холинэргических и адренэргических нейронах.

Постсинаптическая мембрана – это мембрана мышечного волокна, содержащая белковые молекулы – рецепторы медиаторов. Кроме того, на постсинаптической мембране обнаружены ферменты, разрушающие медиатор (например, холинэстераза, разрушающая ацетилхолин). Обе

мембраны разделены узкой синаптической щелью, заполненной межклеточной жидкостью, которая обеспечивает быструю диффузию медиатора.

Передача возбуждения через нервно-мышечный синапс осуществляется в результате выделения в нервных окончаниях медиатора ацетилхолина. Под влиянием нервных импульсов, поступающих к пресинаптической мембране, ацетилхолин освобождается из пузырьков, проникает через синаптическую щель и связывается с холинорецепторами постсинаптической мембраны, в которой возникает потенциал действия. Связь ацетилхолина с холинорецептором непрочная. Медиатор разрушается ферментом – холинэстеразой, в результате восстанавливается готовность синапса к проведению следующих нервных импульсов.

Физиологические свойства синапсов следующие: проведение возбуждения только в одну сторону и синаптическая задержка импульсов. Одностороннее проведение возбуждения в синапсе связано с тем, что медиатор вырабатывается в пресинаптической мембране, проникает через синаптическую щель и взаимодействует с рецептором постсинаптической мембраны.

Синаптическая задержка обуславливается временем, необходимым для освобождения и диффузии медиатора через синаптическую щель (например, временем взаимодействия ацетилхолина с холинорецептором). В нервно-мышечном синапсе задержка равна примерно 0,2- 0,5 мс.

### *5.7 ПОНЯТИЕ О ДВИГАТЕЛЬНОМ АППАРАТЕ*

С физиологической точки зрения к опорно-двигательному аппарату, кроме сочлененных между собой костей скелета и сложной системы поперечно-полосатых мышц, приводящих в движение костные рычаги, относятся двигательные (моторные) нейроны спинного мозга (мотонейроны) и их аксоны, проводящие нервные импульсы к мышечным волокнам через нервно-мышечные синапсы.

Анатомической и функциональной единицей скелетных мышц является двигательная (моторная) единица, под которой следует понимать группу мышечных волокон, иннервируемую одним мотонейроном спинного мозга. Установлено, что число скелетных мышечных волокон - около 250 млн., в то время как число мотонейронов спинного мозга достигает 420 тыс. В состав моторной единицы может входить различное количество мышечных волокон, что зависит от специализации мышцы. Чем тоньше работа, выполняемая мышцей, тем меньшее количество мышечных волокон включено в моторную единицу. Так, в составе моторных единиц мышц глазного яблока обнаруживают 3-4 волокна, в мышцах же спины их несколько тысяч. Плавность двигательных реакций нашего тела объясняется большим количеством моторных единиц, импульсы к которым в одной и той же мышце приходят не одновременно, асинхронно.

### *5.8 ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГЛАДКИХ МЫШЦ*

Иннервацию гладких мышц сосудов и внутренних органов осуществляет вегетативная нервная система с помощью редких, ритмичных импульсов (5-10 м/с). Сила сокращения гладких мышц меньше, чем скелетных. Время сокращения и расслабления у них значительно больше, что сохраняет длительное тоническое сокращение стенок сосудов и органов. Скольжение актиновых и миозиновых нитей замедлено, как и скорость расщепления АТФ (в 100-1000 раз меньше, чем в скелетных мышцах). В связи с этим, даже при редких импульсах гладкие мышцы легко поддерживают состояние длительного тонического сокращения. При растяжении в гладких мышцах длительно не изменяется напряжение, что важно для мочевого и желчного пузыря, давление в которых при наполнении существенно не возрастает. На сокращение гладких мышц тратится меньше энергии, чем на сокращение скелетных мышц. Утомление в них также развивается медленнее.

Гладкая мышца обладает автоматизмом, т.е. способностью сокращаться самостоятельно, независимо от нервных влияний. Адекватным раздражителем для гладкой мышцы является ее растяжение: чем сильнее растяжение, тем активнее сокращение. Автоматизм играет важную роль в саморегуляции тонуса артериол. Самопроизвольное сокращение гладких мышц мочевого пузыря обеспечивает его опорожнение у спинальных больных, когда нервная регуляция процесса отсутствует.

Гладкие мышцы чувствительны к ацетилхолину, адреналину, норадреналину, серотонину и др. Эффект их воздействия в разных органах различен. Например, адреналин возбуждает гладкие мышцы большинства органов, но оказывает тормозящее действие на гладкие мышцы сосудов.

## **ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ**

Задание №1. Выберите одно правильное утверждение:

1. Боли в скелетных мышцах и чувство утомления после интенсивной физической нагрузки объясняются:

- A) утомлением мышц
- B) растяжением связок
- C) утомлением нервных центров
- D) утомлением нервных волокон

2. Сокращение скелетных мышц контролирует:

- A) соматический отдел нервной системы
- B) вегетативный отдел нервной системы
- C) эндокринная система
- D) все перечисленное верно

3. Сокращение гладких мышц контролирует:

- A) соматический отдел нервной системы
- B) вегетативный отдел нервной системы
- C) эндокринная система
- D) все перечисленное верно

4. Уровень регуляции физиологических функций, обеспечиваемый эндокринной системой:

- A) высший
- B) второй
- C) третий
- D) низший

5. Нервные волокна образуют:

- A) нервные ядра
- B) нервные центры
- C) серое вещество
- D) белое вещество

6. Временное снижение возбудимости тканей называется:

- A) лабильностью
- B) возбудимостью
- C) рефрактерностью
- D) проводимостью

7. Нейроны, выделяющие гормоны, называются:

- A) нейросекреторными
- B) афферентными
- C) эфферентными
- D) вставочными

8. Безмякотные нервные волокна относятся к типу:

- A) B
- B) C
- C) A
- D) D

9. Пессимальная реакция развивается в:

- A) мышечном волокне
- B) нервном волокне
- C) синапсе
- D) нервном центре

Задание №2. Укажите звенья рефлекторной дуги:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

**ЭТАЛОНЫ ОТВЕТОВ**

Задание № 1. 1-С, 2-А, 3-В, 4-Д, 5-Д, 6-С, 7-А, 8-В, 9-С.

Задание № 2. Звенья рефлекторной дуги:

- 1.рецептор
- 2.афферентный нервный путь
- 3.рефлекторный центр
- 4.эфферентный нервный путь
- 5.эффектор

## **УЧЕБНЫЙ МОДУЛЬ 6. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АНАТОМИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ**

### **УЧЕБНЫЕ ЦЕЛИ**

ПОСЛЕ ИЗУЧЕНИЯ МОДУЛЯ СТУДЕНТ ДОЛЖЕН:

**ИМЕТЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О:** сегментарной иннервации (дерматом, миотом, склеротом, спланхнотом, зоны Захарьина-Геда); люмбальной пункции; принципах расположения нервных волокон в канатиках спинного мозга; общем плане строения головного мозга; послойном строении коры больших полушарий; тонических рефлексах; проекционных зонах коры и их значении в удовлетворении потребностей организма.

**ЗНАТЬ:** функции, расположение спинного мозга; спинномозговой канал; наружное строение спинного мозга – утолщения, конус, терминальная нить, борозды, канатики; внутреннее строение спинного мозга – рога и столбы серого вещества, функции нейронов и рефлекторных центров; образование, функции корешков и спинномозговых нервов, строение и роль спинальных узлов; спинномозговая жидкость: образование, движение, функции.строение сегментов спинного мозга; расположение, внешнее, внутреннее строение, функции отделов головного мозга, ствола головного мозга; оболочки головного мозга, межоболочечные пространства

**УМЕТЬ:** показать в атласе и на муляжах основные структуры спинного мозга; применять медицинскую терминологию; называть части простой и сложной рефлекторной дуги.

### **ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

#### **6.1 ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АНАТОМИЯ СПИННОГО МОЗГА.**

##### **6.1.1 Наружное строение спинного мозга**

Спинной мозг (**рис. 6.1**) - уплощенный тяж, длиной 41-45 см, весом 34-38 г, расположен в позвоночном канале. Воспаление спинного мозга – миелит. Через большое затылочное отверстие он сообщается с головным мозгом. На уровне I-II поясничных позвонков он заканчивается тонкой терминальной (конечной) нитью, отходящей от нижней заостренной части спинного мозга - мозгового конуса. В связи с этим люмбальную (поясничную) пункцию для исследования спинномозговой жидкости производят на уровне III-IV поясничных позвонков. Концевая нить содержит нейроны только в верхней части, нижняя часть нити состоит из соединительной ткани и срастается с надкостницей II копчикового позвонка.

Внутри спинного мозга расположено серое вещество, состоящее из нейронов. Снаружи серое вещество окружено белым веществом, образованным отростками этих нейронов. В центре спинного мозга находится спинномозговой канал, заполненный спинномозговой жидкостью. Вверху он продолжается в канал продолговатого мозга, внизу расширяется в концевой желудочек.

Спинной мозг имеет два утолщения - шейное и пояснично-крестцовое, нейроны которых иннервируют конечности и внутренние органы. Спереди по спинному мозгу спускается глубокая передняя срединная щель, сзади – более мелкая задняя срединная борозда. Эти борозды разделяют спинной мозг на правую и левую половины. По бокам расположены парные (правые и левые) борозды - переднелатеральная и заднелатеральная, в которые выходят соответствующие корешки

спинномозговых нервов, передние и задние. Корешки пояснично – крестцовых сегментов свисают в крестцовый канал в виде конского хвоста.

Между бороздами расположены 3 парных канатика, образованные белым веществом – передний, боковой и задний. Они состоят из проводящих путей, соединяющих нервные центры спинного мозга между собой и с головным мозгом. Например, тонкий и клиновидный пучки, составляющие задний канатик проводят в головной мозг импульсы от проприорецепторов опорно-двигательного аппарата.

#### *6.1.2 Внутреннее строение спинного мозга*

Серое вещество окружает спинномозговой канал и имеет на поперечном разрезе форму бабочки или латинской буквы Н. Выступы серого вещества называются рогами – передними, боковыми и задними. Широкие и короткие передние рога состоят из крупных двигательных (моторных) нейронов, образующих пять ядер. На них заканчиваются двигательные пирамидные пути произвольных движений, импульсы которых адресованы скелетным мышцам. Небольшие боковые рога состоят из симпатических вставочных нейронов, формирующих симпатические латеральные ядра и расположенных только на уровне сегментов (С<sub>VIII</sub>-L<sub>II</sub>). Парасимпатические ядра расположены в конусе спинного мозга. Узкие, длинные задние рога состоят в основном из мелких вставочных нейронов, среди которых находятся тормозные нейроны, предохраняющие мотонейроны передних рогов от перевозбуждения. Три парных столба – передний, боковой и задний – сформированы серым веществом. Его нейроны образуют рефлекторные нервные центры спинного мозга (**рис. 6.2**).

#### *6.1.3 Строение и функции корешков*

Воспаление корешка – радикулит. Различают передние и задние корешки спинномозговых нервов. Передние корешки выходят в переднюю боковую борозду. Они образованы аксонами мотонейронов передних рогов и симпатических нейронов боковых рогов (в крестцовом отделе – это аксоны парасимпатических нейронов). Таким образом, передние корешки состоят из двигательных соматических и вегетативных нервных волокон. После односторонней перерезки всех передних корешков возникает паралич мышц конечностей соответствующей половины тела при сохранении чувствительности.

Задние корешки отходят от спинномозговых узлов. Спинальные узлы (ганглии) расположены в межпозвоночных отверстиях и образованы соматическими и вегетативными чувствительными нейронами. Эти нейроны отдают длинные периферические отростки, заканчивающиеся рецепторами, и короткие центральные отростки, образующие задние корешки, состоящие из чувствительных соматических и вегетативных волокон. Они образуют синапсы на нейронах задних рогов (или же в канатиках поднимаются к центрам головного мозга). Перерезка задних корешков с одной стороны приводит к утрате чувствительности (анестезии) соответствующей половины тела при сохранении движений. Перерезка всех задних корешков приводит и к нарушению движений, потому что импульсы от проприорецепторов мышц не поступают в спинной мозг из-за нарушения обратной связи с работающими мышцами.

Передние и задние корешки соединяются в межпозвоночных отверстиях, образуя спинномозговые нервы, связывающие спинной мозг с органами и тканями туловища, конечностей и шеи (частично). От спинного мозга отходит 31 пара спинномозговых нервов. Часть спинного мозга с отходящей от нее одной парой спинномозговых нервов называется спинномозговым сегментом. Всего сегментов 31-34: 8 шейных (С<sub>I-VIII</sub>), 12 грудных (D<sub>I-XII</sub>), 5 поясничных (L<sub>I-V</sub>), 5 крестцовых (S<sub>I-V</sub>), 1-3 копчиковых (Co<sub>I-III</sub>). Спинномозговые нервы обозначаются так же, как сегменты спинного мозга.

Начиная с нижнего шейного отдела, порядковый номер сегмента не соответствует порядковому номеру соответствующего позвонка, потому что спинной мозг короче позвоночного столба. Однако в связи с тем, что корешки отходят от спинного мозга, отклоняясь вниз с начала грудного отдела, уровень выхода каждого спинномозгового нерва примерно соответствует уровню соответствующего позвонка. Так, I спинномозговой нерв выходит между основанием черепа и атлантом, VI спинномозговой нерв – между V и VI шейными позвонками и т.д.

#### *6.1.4 Рефлекторная функция спинного мозга*

Спинной мозг выполняет две функции – рефлекторную и проводниковую.

Рефлекторная функция осуществляется нейронами серого вещества спинного мозга, которые получают афферентные импульсы от рецепторов кожи, опорно-двигательного аппарата, кровеносных

сосудов, пищеварительных, выделительных и половых органов. Эфферентные импульсы от спинного мозга направляются к скелетным мышцам (кроме лицевой мускулатуры), в том числе к межреберным мышцам и диафрагме, ко всем внутренним органам, кровеносным сосудам, потовым железам. Мотонейроны спинного мозга возбуждаются от чувствительных импульсов, а также от эфферентных влияний центров головного мозга (коры больших полушарий, ретикулярной формации, мозжечка и др.).

Спинной мозг самостоятельно обеспечивает простые безусловные рефлексы – сгибательные и разгибательные (коленный, ахиллов и другие рефлексы растяжения). Например, коленный рефлекс вызывается легким ударом по сухожилию четырехглавой мышцы бедра ниже надколенника, когда нога согнута в колене. Он заключается в разгибании голени в коленном суставе. Простая рефлекторная дуга этого рефлекса включает проприорецептор сухожилия четырехглавой мышцы бедра, чувствительный нейрон спинального ганглия, двигательный нейрон переднего рога спинного мозга и эффектор на мышце. Рефлексы растяжения замыкаются на разных уровнях спинного мозга и имеют диагностическое значение. Они регулируют длину мышц, что особенно важно для сохранения тонуса мышц, поддерживающих позу.

Но гораздо чаще возбуждение передается сначала на один-два вставочных нейрона, а затем на двигательный нейрон и в вышележащие отделы ЦНС по сложной рефлекторной дуге. По современным представлениям, на уровне спинного мозга обеспечиваются также простейшие автоматические двигательные акты, которые не всегда основаны на рефлексах, а управляются особыми программами, находящимися под влиянием сенсорных обратных связей (например, процесс формирования шаговых движений). Межсегментарные рефлексы способствуют координации сложных движений, осуществляющихся с помощью рефлекторных центров ствола головного мозга (например, согласованные движения рук, ног, шеи и спины при ходьбе).

По мере созревания центральной нервной системы в онтогенезе головной мозг подчиняет спинной мозг своему контролю, поэтому у человека спинной мозг утратил способность к самостоятельной деятельности.

#### *6.1.5 Проводниковая функция спинного мозга*

Эта деятельность осуществляется с помощью восходящих чувствительных и нисходящих двигательных проводящих путей, составляющих канатики белого вещества спинного мозга.

#### *6.1.6 Оболочки спинного мозга*

Спинной мозг окружен тремя оболочками: наружной – твердой, средней – паутинной и внутренней – мягкой.

Твердая оболочка состоит из плотной волокнистой соединительной ткани и формирует длинный, прочный мешок, расположенный в позвоночном канале и содержащий спинной мозг с его корешками и остальными оболочками. Твердая мозговая оболочка отделена от надкостницы позвоночного канала эпидуральным пространством, заполненным жировой клетчаткой и содержащим венозное сплетение. Вверху твердая мозговая оболочка срастается с краями большого затылочного отверстия и продолжается в твердую мозговую оболочку головного мозга. Твердая мозговая оболочка отделена от паутинной оболочки щелевидным субдуральным пространством, которое вверху сообщается с таким же пространством полости черепа, а внизу заканчивается слепо на уровне II крестцового позвонка.

Паутинная оболочка – тонкая пластинка, расположенная кнутри от твердой оболочки и срастающаяся с последней у межпозвоночных отверстий. Она состоит из рыхлой волокнистой соединительной ткани.

Мягкая (сосудистая) оболочка срастается со спинным мозгом и отделена от паутинной оболочки подпаутинным пространством, заполненным спинномозговой жидкостью (120-140 мл). Внизу это пространство содержит корешки спинномозговых нервов – конский хвост. Вверху подпаутинное пространство спинного мозга сообщается с аналогичным пространством головного мозга. По бокам от мягкой оболочки к паутинной и твердой оболочкам, между передними и задними корешками проходит тонкая прочная зубчатая связка.

Жировая клетчатка, венозные сплетения, спинномозговая жидкость и связочный аппарат фиксируют спинной мозг и предохраняют его от толчков и сотрясений при движениях позвоночного столба.

## 6.2 ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АНАТОМИЯ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Головной мозг с окружающими его оболочками находится в полости мозгового черепа и состоит из ствола и больших полушарий. Масса мозга взрослого человека 1,1-2 кг. Небольшой и более древний ствол мозга расположен под большими полушариями, на основании мозгового черепа и состоит из продолговатого, заднего мозга (моста), среднего и промежуточного мозга. Ствол имеет дорзальную и вентральную поверхности. В вентральных отделах ствола в белом веществе проходят двигательные проводящие пути, а в дорзальных – чувствительные. От ствола отходят 12 пар ЧМН. Функции ствола – проводниковая и рефлекторная. Промежуточный мозг имеет также низшие психические функции. Большие полушария составляют основную массу мозга и выполняют проводниковые, рефлекторные и высшие психические функции. Они формируют мышление и сознание.

### 6.2.1 Продолговатый мозг

Продолговатый мозг состоит из белого вещества снаружи и серого внутри. Его длина 2,5 см. Внизу, на уровне большого затылочного отверстия, он переходит в спинной мозг, вверху - граничит с мостом, образуя вместе с ним на дорзальной поверхности ромбовидную ямку. Белое вещество продолговатого мозга по строению напоминает белое вещество спинного мозга, имеет те же борозды и канатики. На вентральной поверхности различают пирамиды и оливы, на дорзальной - тонкий и клиновидный пучки, их ядра, от которых идут нижние ножки мозжечка.

Серое вещество включает: ядра IX-XII пар ЧМН, расположенные на дне ромбовидной ямки; ядра олив - центры вестибулярного аппарата; ядра тонкого и клиновидного канатиков (проводящие пути глубокой чувствительности), расположенные в глубине одноименных бугорков, ограничивающих нижний угол ромбовидной ямки. Централно расположены ядра ретикулярной формации.

Белое вещество продолговатого мозга представлено: восходящими и нисходящими экстрапирамидными проводящими путями, корешками IX-XII пар ЧМН (рис. 6.3).

Функции серого вещества продолговатого мозга:

На уровне продолговатого мозга замыкаются следующие безусловные рефлексы:

- защитные - кашля, чихания, моргания, рвоты;
- пищевые - регулируют акты глотания, сосания;
- сердечно-сосудистые - сосудодвигательный центр регулирует деятельность сердца и кровеносных сосудов;
- дыхательные - дыхательный центр обеспечивает автоматическую вентиляцию легких, состоит из центров вдоха и выдоха;
- вестибулярные рефлексы - осуществляют координацию движений.

Полость - IV желудочек - внизу сообщается с центральным каналом спинного мозга, вверху с водопроводом среднего мозга, заполнен ликвором. Передняя его стенка образована ромбовидной ямкой, сзади расположен мозжечок

Ромбовидная ямка образована продолговатым мозгом, мостом и является дном IV желудочка, который является полостью заднего и продолговатого мозга. Сзади она сообщается с каналом спинного мозга, впереди – с силвиевым водопроводом среднего мозга. Верхний и нижний угол ямки соединяет глубокая срединная борозда. Серое вещество ромбовидной ямки образует несколько ядер: V-XII пар ЧМН и вегетативные ядра сосудодвигательного и дыхательного центров.

### 6.2.2 Мост

Варолиев мост - толстый поперечный валик, расположенный впереди продолговатого мозга, позади среднего мозга, под мозжечком. Белое вещество моста расположено в основном снаружи, а серое – внутри. На дорсальной поверхности мост образует верхний угол ромбовидной ямки, ограниченный верхними ножками мозжечка. По бокам мост переходит в средние ножки мозжечка, на границе с которыми видны корешки тройничного нерва. На вентральной поверхности моста имеется широкая основная борозда, в которой расположена одноименная артерия. В глубокую борозду, отделяющую мост от пирамид и олив, выходят корешки VI-VII-VIII пар ЧМН. Серое вещество моста представлено ядрами V-VIII пар ЧМН, ретикулярной формации и собственными ядрами моста, осуществляющими связи коры больших полушарий с мозжечком и другими отделами мозга. В белом веществе проходят проводящие пути (рис. 6.4).

### 6.2.3 Мозжечок



Мозжечок расположен в задней черепной ямке над мостом. От больших полушарий он отделен поперечной щелью. В нем различают непарную срединную часть – червь и два полушария. Полушария и червь покрыты корой, состоящей из трех слоев нейронов. Узкими бороздами червь и полушария разделены на мелкие извилины, увеличивающие площадь коры. К коре прилежит белое вещество мозжечка, имеющее вид разветвленного дерева («дерево жизни»). В толще белого вещества находятся: непарное ядро шатра и парные ядра - зубчатые, пробковидные, шаровидные. С другими отделами мозга мозжечок связан проводящими путями, расположенными в его ножках, описанных выше.

Основная функция мозжечка – координация сложных двигательных актов: и безусловно-рефлекторных, автоматических, осуществляющихся без участия сознания, и условно-рефлекторных, осознаваемых организмом. В мозжечок поступают импульсы от проприоцептивных, вестибулярных, тактильных, зрительных и слуховых рецепторов.

При разрушении червя нарушается равновесие с появлением вестибулярных симптомов: головокружения, тошноты, рвоты, и др. Таким больным трудно стоять и ходить («походка пьяного»), нарушение координации движений называется мозжечковой атаксией.

При повреждении полушарий мозжечка нарушаются произвольные движения из-за недостаточности информации, поступающей от коры больших полушарий. Когда человек с такими нарушениями пытается дотронуться до предмета, его рука дрожит тем сильнее, чем ближе предмет. Поэтому он не может выполнить мозжечковые пробы: пальценосовую или пяточно-коленную. При проведении этих проб человека просят прикоснуться к носу или в позе лежа провести пяткой одной ноги по гребню большеберцовой кости другой ноги до колена. Глаза при этом должны быть закрыты для устранения зрительного контроля. Нарушается сложная последовательность выполнения движений (синергии), затруднено чередование противоположных движений и четкое произношение слов (дизартрия). Речь становится замедленной и монотонной.

Таким образом, удаление или повреждение мозжечка нарушает корковый механизм произвольных движений, но не приводит к параличу, делающему их невозможными.

#### *6.2.4 Средний мозг*

Средний мозг расположен между мостом и промежуточным мозгом и состоит из крыши и ножек (**рис. 6.5**).

Крыша среднего мозга - четверохолмие, состоящее из четырех холмиков. Между верхними холмиками расположен эпифиз. От каждого холмика наружу отходит валик – ручка холмика. Ручка верхнего холмика направляется к латеральному коленчатому телу, а ручка нижнего холмика – к медиальному коленчатому телу. Верхние холмики четверохолмия - подкорковые зрительные центры, а нижние холмики - подкорковые слуховые центры.

Ножки мозга расположены на основании мозга в виде двух белых толстых валиков, выходящих из моста к полушариям переднего мозга. На медиальной поверхности ножек из своей борозды выходят корешки III и IV пар ЧМН.

Серое вещество представлено следующими парными ядрами: черным веществом, красными ядрами, ядрами холмиков, верхних и нижних, ядрами III-IV пар ЧМН и ядром тройничного нерва. Черное вещество, в нейронах которого содержится черный пигмент меланин, делит ножки мозга на дорсальный отдел – покрывку среднего мозга и вентральный отдел – основание ножки мозга.

Функции: подкорковые центры зрения (ориентировочный рефлекс) - в верхних холмиках; подкорковые центры слуха (ориентировочный рефлекс) - в нижних холмиках; регуляция тонуса мышц при осуществлении автоматических тонических рефлексов, возникающих при изменении положения тела и головы в пространстве и включающих, кроме красных ядер, мозжечок, вестибулярные ядра продолговатого мозга, мотонейроны спинного мозга. Средний мозг контролирует ряд вегетативных функций – жевание, глотание, дыхание, артериальное давление. Белое вещество представлено восходящими (чувствительными) и нисходящими (двигательными) проводящими путями.

Полость - силвиев водопровод - узкий канал длиной 1,5 см. соединяющий полости III и IV желудочков.

#### *6.2.5 Промежуточный мозг*

Промежуточный мозг расположен между большими полушариями и средним мозгом. В нем выделяют 4 части: таламус, эпиталамус, метаталамус, гипоталамус.

Таламус (зрительный бугор) - парное образование овальной формы, расположенное по бокам III желудочка. Он состоит из серого вещества, формирующего до 40 ядер. Таламус – коллектор почти всех видов чувствительности (кроме обонятельной). Он получает импульсы от всех рецепторов (кроме обонятельных). В таламусе происходит сопоставление информации, оценка ее биологического значения и передача наиболее важной информации в кору больших полушарий. Таламус участвует в регуляции эмоционального поведения и организации процессов внимания, повышая тонус конкретных отделов коры. При повреждении таламуса отмечается локальное выпадение чувствительности из-за нарушения афферентных проводящих путей.

Эпиталамус представлен эпифизом, расположенным над четверохолмием. Как железа внутренней секреции, эпифиз рассматривается в модуле 10.

Метаталамус расположен позади таламуса, представлен латеральным и медиальным колленчатými телами, которые соединены ручками с верхним и нижним холмиками среднего мозга, состоят из серого вещества. Латеральные колленчатые тела - подкорковые центры зрения, медиальные - слуха.

Гипоталамус расположен на вентральной поверхности ствола и представлен зрительным перекрестом и трактами, сосцевидными телами, серым бугром, воронкой и гипофизом. Зрительные тракты и перекрест являются проводящими зрительными путями.

Сосцевидные тела расположены между ножками мозга, покрыты белым веществом, внутри состоят из серого вещества и являются подкорковыми центрами обоняния.

Серый бугор и воронка состоят из нейронов, в том числе секреторных, формирующих около 30 ядер. Как железа внутренней секреции гипоталамус (наряду с гипофизом) рассматривается в модуле 10. Гипоталамус – высший подкорковый центр вегетативной нервной системы («вегетативный мозг»). Он обеспечивает постоянство внутренней среды организма (гомеостаз), регулируя обменные процессы. Гипоталамус регулирует мотивированное поведение и защитные реакции (жажда, голод, насыщение, страх, ярость, удовольствие и неудовольствие).

Полость промежуточного мозга - III желудочек – расположен центрально. Впереди он сообщается с боковыми желудочками, сзади переходит в силвиев водопровод.

#### *6.2.6 Ретикулярная формация*

В центральных областях продолговатого, среднего мозга, моста, верхних шейных сегментах расположена сеть нейронов – ретикулярная формация. Она состоит из огромного числа нейронов различной формы и размеров. Отростки этих нейронов ветвятся в восходящем и нисходящем направлениях, а сами нейроны формируют более 40 ядер. В ретикулярную формацию входят ответвления чувствительных проводящих путей и отростки нейронов из различных отделов мозга.

Нисходящие ретикуло-спинальные пути регулируют движения, позу и вегетативные рефлексы. Ретикуло-кортикальные пути поддерживают тонус коры, регулируют состояние бодрствования, внимание и проявления ориентировочных рефлексов. Влияние на кору может быть как возбуждающим, так и тормозящим.

#### *6.2.7 Лимбическая система*

Она объединяет отделы мозга, которые тесно связаны между собой, выполняют общую приспособительную реакцию и расположены в основном по краям медиальной поверхности больших полушарий. К ней относятся структуры конечного, промежуточного мозга: гиппокамп, поясная извилина, миндалина, обонятельный мозг, эпифиз и др. Лимбическая система взаимодействует с новой корой в области лобной и височной долей. Лобные доли регулируют работу лимбической системы. Все отделы этой системы взаимосвязаны и находятся в сложном взаимодействии с другими структурами мозга.

Лимбическую систему считают центром регуляции вегетативных и соматических функций. Она определяет мотивации (побуждения) деятельности человека. Она направляет ориентировочно-исследовательскую работу. Гиппокамп играет важную роль в поддержании гомеостаза, размножения, эмоционально окрашенного поведения, обучения, памяти, сна и бодрствования. В лимбической системе обнаружены центры удовольствия и неудовольствия, приближения и избегания, вознаграждения и наказания. Вместе с новой корой больших полушарий лимбическая система регулирует интегративные функции ЦНС, связанные с психической деятельностью человека.

#### *6.2.8 Конечный мозг*

Конечный мозг (большой, передний мозг или большие полушария) состоит из двух полушарий (правого и левого), разделенных продольной щелью. От мозжечка полушария отделены поперечной щелью. Большая белая спайка, расположенная над промежуточным мозгом и соединяющая оба полушария, называется мозолистым телом. В каждом полушарии различают следующие поверхности: верхнелатеральную, выпуклую, нижнюю, сложного рельефа и медиальную, плоскую. Каждое полушарие имеет 5 долей: лобную, височную, теменную, затылочную и островок, погруженный в глубину латеральной борозды. Поверхность каждой доли имеет множество извилин и борозд (**рис. 6.6**). Многие из них индивидуальны и непостоянны.

Постоянные извилины и борозды имеются у большинства людей с рождения. Так, лобная и теменная доли отделены друг от друга центральной (Роландовой) бороздой. Извилины, расположенные впереди борозды – прецентральная лобной доли, позади – постцентральная теменной доли. Эти извилины ограничены одноименными бороздами. Теменная и затылочная доли разделены теменно-затылочной бороздой, заметной только на медиальной поверхности полушарий. Перпендикулярно к ней расположена шпорная борозда затылочной доли. Височную долю от лобной и теменной отделяет латеральная (Сильвиева) борозда. В лобной доле различают три постоянные извилины – верхнюю, среднюю и нижнюю, они перпендикулярны прецентральной извилине и разделены бороздами. В височной доле находятся верхняя, средняя и нижняя височные извилины. На медиальной поверхности полушария над мозолистым телом находится борозда мозолистого тела. Вниз и впереди она продолжается в борозду гиппокампа (морского конька). Выше борозды мозолистого тела расположена поясная борозда, ограничивающая расположенную книзу от нее поясную извилину. Продолжением поясной извилины книзу и впереди является парагиппокампальная извилина, ограниченная сверху бороздой гиппокампа.

#### *6.2.9 Строение коры больших полушарий*

Сверху полушария покрыты «плащом» из серого вещества – корой толщиной до 4,5 мм, объемом 600 см<sup>3</sup>. Борозды и извилины увеличивают общую площадь коры до 2200 см<sup>2</sup>. В ее состав входит около 10 млрд. нейронов и множество клеток нейроглии.

Более 90% коры имеет шестислойное строение, характерное для филогенетически новой коры, возникшей у млекопитающих. Более древняя кора – в основном трехслойная, погружена в глубину височных долей (обонятельная зона).

По функции различают чувствительные, двигательные и вставочные корковые нейроны. При всем многообразии форм нейроны новой коры можно разделить на пирамидные клетки, аксоны которых выходят из коры, осуществляя связи с другими отделами мозга, и звездчатые вставочные нейроны, аксоны которых не выходят за пределы коры, осуществляя только внутрикорковые связи. На нейронах коры обнаружены сотни синапсов. Медиаторами корковых нейронов служат норадреналин, дофамин и др.).

По плотности, расположению и форме нейронов Бродман еще в XIX веке разделил кору на 50 полей. Эти поля в основном совпадают с проекционными зонами коры, которым физиологи и клиницисты приписывают определенные функции. Эти зоны И.П. Павловым названы корковыми концами анализаторов, импульсы к которым от рецепторов поступают по проводящим путям и в которых происходит высший анализ и интеграция функций. Различают сенсорные (чувствительные), моторные (двигательные) и ассоциативные (связующие) зоны.

Кроме первичных зон, непосредственно связанных с соответствующими рецепторами, в коре обнаружены зоны, нейроны которых не имеют подобной узкой специализации. При их повреждении процессы восприятия слуховых, зрительных и других раздражителей в целом не нарушаются (в отличие от последствий повреждения первичных зон). Поэтому в коре также выделены вторичные и третичные (ассоциативные) поля, имеющие важное значение для контроля психической деятельности человека. Эти процессы осуществляются в двух областях мозга, расположенных на стыке корковых зон разных анализаторов. Первая зона – теменно-височно-затылочная – специфична для человека и расположена преимущественно в теменной области, на стыке сенсорного, зрительного и слухового анализаторов, вторая – в лобной доле, впереди от прецентральной извилины.

У человека лобная область обширнее и лобные доли массивнее, чем у остальных млекопитающих. При повреждении нарушается произвольная регуляция высших психических функций, расстраивается стратегия поведения. При массивных нарушениях больные не способны

следовать какой-либо программе поведения или создать ее. У них грубо нарушены целенаправленные действия, внимание, память, абстрактное мышление. В целом их поведение примитивно и спонтанно.

При повреждении теменной области нарушаются процессы узнавания, интеллектуальная переработка и хранение информации, поступившей в кору по афферентным проводящим путям. Хотя поражение третичных зон не вызывает существенных нарушений зрения, слуха и т.д., но у больных резко нарушается пространственная ориентировка, в связи с чем в значительной степени утрачиваются навыки самообслуживания, профессиональные знания и умения.

К участкам коры, свойственным только человеку, относятся также асимметричные зоны, контролирующие речь.

#### *6.2.10 Функциональные зоны коры больших полушарий*

Зона кожной и глубокой чувствительности (сенсорный анализатор) расположен в постцентральной извилине, где воспринимаются импульсы, поступившие от кожи и проприорецепторов мышц, связок, суставных капсул. В верхней части извилины проецируются нижние конечности, в средней части – верхние конечности, в нижней части – лицо, губы, внутренние органы (**рис. 6.7**). Проекция организована по принципу значимости и управляемости функций: чем они обширнее – тем больше площадь проекции. Наибольшая площадь принадлежит корковому представительству областей пальцев и рта. При повреждениях постцентральной извилины отмечается потеря чувствительности в противоположной половине тела. Характер движений тоже изменяется, потому что утрачивается прямая и обратная связь с проприорецепторами работающих мышц.

Корковая зона двигательного анализатора расположена в прецентральной извилине. Ее нейроны генерируют импульсы, регулирующие произвольные движения. В V слое здесь расположены гигантские пирамидные клетки Беца, аксоны которых образуют пирамидные пути произвольных движений. Участки тела человека спроецированы в прецентральной извилине (как и в постцентральной извилине) «вверх ногами». Корковое представление особенно значительно у мышц лица, кисти и стопы (**рис. 6.8**). При повреждении прецентральной извилины отмечается паралич мышц на противоположной стороне тела. При повреждении вторичных, т.н. премоторных зон, прилежащих к областям конечностей, нарушаются сложные двигательные навыки, приобретаемые в течение жизни: например, квалифицированная медицинская сестра не может выполнить ранее хорошо ему известные профессиональные движения.

Регуляция произвольных движений осуществляется с помощью спинного, продолговатого, среднего, промежуточного мозга, коры больших полушарий – сенсорного, моторного, зрительного анализаторов и ассоциативных областей. При участии спинного, продолговатого, среднего и промежуточного мозга осуществляется регуляция безусловно-рефлекторных непроизвольных движений (тонуса мышц, автоматических движений). При участии теменной, премоторной областей и в целом коры больших полушарий осуществляется регуляция условно-рефлекторных сложных двигательных актов – ходьбы, бега, прыжков, тонких движений пальцев рук при письме, игре на музыкальных инструментах, профессиональной деятельности.

Слуховая зона расположена в верхней височной извилине.

Зрительная зона расположена в затылочных извилинах по краям шпорной борозды.

Двигательная зона устной речи (центр Брока), координирующая необходимую для членораздельной речи деятельность речевого аппарата, расположена в нижней лобной извилине. При повреждении этого центра отмечается моторная афазия (нарушение артикуляции речи).

Слуховая зона устной речи (центр Вернике) контролирует понимание слов, расположена в верхней височной извилине рядом со слуховой зоной. При повреждении этого центра отмечается сенсорная афазия (непонимание устной речи).

Обонятельная и вкусовая зоны находятся на медиальной поверхности височных долей.

Ассоциативные (неспецифические зоны), по современным представлениям, являются вторичными и третичными зонами коры больших полушарий, которые занимают большую часть ее площади и имеют существенное значение для контроля психической деятельности человека. В узком смысле к «неспецифической коре» относят теменно-височно-затылочную, префронтальную и лимбическую ассоциативные зоны, которые регулируют следующие интегративные процессы: высшие сенсорные функции и речь, высшие двигательные функции, память и эмоциональное (аффективное) поведение.

### 6.2.11 Базальные ядра больших полушарий

Серое вещество представлено не только корой больших полушарий, но и подкорковыми базальными ядрами, расположенными в белом веществе основания полушарий и включают: полосатое тело, ограда, миндалевидное ядро.

Базальные ядра - подкорковые экстрапирамидные двигательные и вегетативные центры. Они регулирует сложные безусловные цепные рефлексы – ходьбу, бег, плавание, прыжки и вместе с ядрами промежуточного мозга обеспечивает осуществление инстинктов, нормализуют мышечный тонус. При повреждении базальных ядер (а также связанных с ними красных ядер, черного вещества) движения теряют плавность, становятся скованными, появляются вегетативные нарушения, характеризующие болезнь Паркинсона (дрожательный паралич).

### 6.2.12 Белое вещество больших полушарий

Белое вещество больших полушарий представлено:

- 1) ассоциативными волокнами, соединяющими доли одного полушария;
- 2) комиссуральными волокнами, соединяющими оба полушария;
- 3) проекционными волокнами, формирующие проводящие пути.

### 6.2.13 Проводящие пути головного и спинного мозга

Проводящие пути головного и спинного мозга состоят из пучков нервных волокон, с помощью которых нижележащие нервные центры связаны с вышележащими центрами и наоборот. Каждый проводящий путь имеет строго определенное расположение в белом веществе головного мозга и в канатиках спинного мозга. Различают восходящие (афферентные) и нисходящие (эфферентные) проводящие пути (**рис. 6.9**). Проводящих путей много, ниже приводятся краткие данные о важнейших из них. Более подробно рассмотрены пирамидные проводящие пути произвольных движений.

Восходящие (афферентные), или чувствительные, проводящие пути служат для передачи информации из рецепторов кожи, опорно-двигательного аппарата, внутренних органов в кору больших полушарий и другие центры мозга. Восходящие проводящие пути к коре большого мозга имеют трехнейронное строение. Первые нейроны находятся в спинномозговых узлах и в чувствительных узлах черепных нервов. Вторые нейроны расположены в ядрах задних рогов спинного мозга или в ядрах ствола. Третьи нейроны лежат в ядрах таламуса. Поражение восходящих путей вызывает нарушение чувствительности. Например, поражение проводящих путей кожной чувствительности вызывает нарушение этой чувствительности (болевой температурной тактильной).

### 6.2.14 Нисходящие (эфферентные) проводящие пути

Нисходящие (двигательные) проводящие пути передают эфферентные импульсы из коры полушарий большого мозга или из подкорковых ядер в двигательные ядра ствола и спинного мозга, а от них по двигательным нервам в мышцы и органы тела, осуществляя нервную регуляцию их деятельности. Описанные ниже нисходящие проводящие пути служат для передачи эфферентных импульсов к скелетным мышцам.

Нисходящие пирамидные пути проводят эфферентные импульсы, регулирующие произвольные движения. Их образуют аксоны больших пирамидных клеток Беца в двигательной зоне коры – прецентральной извилины лобной доли. К пирамидным путям относятся передний, латеральный корково-спинномозговой и корково-ядерный путь. Все они имеют двухнейронное строение.

Первый нейрон – большая пирамидная клетка Беца. Вторые нейроны входят в состав двигательных ядер черепных нервов в стволе головного мозга и двигательных ядер передних рогов спинного мозга. Поражение пирамидных путей вызывает расстройство произвольных движений (паралич, парез). Все пирамидные пути из полушарий большого мозга спускаются в ствол.

Передний и латеральный корково-спинномозговые пути (правые и левые) далее проходят в передних отделах ножек мозга и моста в продолговатый мозг, образуя там пирамиды. Затем нервные волокна переднего пути спускаются в передние канатики спинного мозга и на уровне разных его сегментов переходят на противоположную сторону, к мотонейронам передних рогов. Нервные волокна латерального корково-спинномозгового пути на границе продолговатого и спинного мозга образуют перекрест (перекрест пирамид) и переходят на противоположную сторону в боковые канатики спинного мозга. В спинном мозге они на уровне разных сегментов подходят к мотонейронам передних рогов. Отсюда эфферентные импульсы по двигательным волокнам, проходящим в составе передних корешков и спинномозговых нервов, передаются к мышцам туловища и конечностей. Вследствие

перекреста волокон корково-спинномозговых (пирамидных) путей двигательная зона коры каждого полушария связана с мышцами противоположной стороны тела.

Корково-ядерные пути предназначены скелетным мышцам лица. Они идут от прецентральной извилины лобной доли, проходят в белом веществе полушарий и ствола к двигательным ядрам черепных нервов. От последних эфферентные импульсы передаются по волокнам этих нервов в мышцам лица. Корково-ядерные волокна образуют перекрест рядом с ядрами черепных нервов, поэтому к ядрам каждой стороны подходят волокна от коры противоположного полушария.

Нисходящие (эфферентные) экстрапирамидные пути проводят эфферентные импульсы из красных ядер больших полушарий, мозжечка и др. отделов мозга, участвующих в рефлекторной координации движений и регуляции тонуса мышц, по т.н. экстрапирамидным путям. К их числу относится красное ядро-спинномозговой путь. Он начинается в красных ядрах среднего мозга. Нервные волокна, отходящие от нейронов обоих красных ядер, образуют в ножках мозга перекрест, после чего спускаются в мост, затем в продолговатый мозг и боковые канатики спинного мозга, заканчиваясь на мотонейронах передних рогов. Нейроны красных ядер также связаны проводящими путями с др. экстрапирамидными центрами (мозжечка, среднего мозга, больших полушарий).

#### *6.2.15 Боковые желудочки. Оболочки головного мозга. Ликвор*

Боковые желудочки – полости больших полушарий. Они расположены внутри полушарий и сообщаются с III желудочком. В каждом различают центральную часть и 3 рога: передний (лобный), задний (затылочный) и нижний (височный).

Твердая мозговая оболочка плотно прилежит к костям черепа, от нее отходят отростки, проникающие в щели головного мозга. В некоторых местах она расщепляется на два листка, образуя венозные синусы. Паутинная оболочка состоит из рыхлой волокнистой соединительной ткани, не заходит в борозды, над ней - субдуральное пространство, под ней - субарахноидальное пространство. Они заполнены ликвором и сообщаются с такими же пространствами спинного мозга. Мягкая оболочка (сосудистая), самая глубокая, сростается с мозгом и проникает в борозды, участвуя в кровоснабжении мозга.

Ликвор – внутримозговая жидкость объемом 150-200 мл, постоянно продуцируется сосудистой оболочкой головного мозга и циркулирует из боковых желудочков в III, через водопровод - во II и поступает в центральный канал спинного мозга и подпаутинное пространство. Затем она оттекает в лимфососуды и вены. Ликвор участвует в обмене веществ в головном и спинном мозге, поддерживает внутричерепное давление, предохраняет головной мозг от сотрясений.

### ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

Задание № 1. Выберите одно правильное утверждение:

1. Количество корешков спинномозгового сегмента:
  - А) один
  - В) два
  - С) три
  - Д) четыре
2. Количество спинномозговых нервов, отходящих от спинномозгового сегмента:
  - А) один
  - В) два
  - С) три
  - Д) четыре
3. К функциям спинномозговой жидкости не относится:
  - А) трофическая
  - В) амортизационная
  - С) теплоизоляционная
  - Д) поддержание постоянного осмотического давления
4. Передние рога серого вещества спинного мозга состоят из нейронов:
  - А) двигательных соматических
  - В) вставочных
  - С) чувствительных

- D) вегетативных
5. Серое вещество головного и спинного мозга образовано
- A) нервными волокнами
  - B) нейроглией
  - C) нейронами
  - D) отростками
6. В тонком и клиновидном канатиках спинного мозга расположены проводящие пути:
- A) двигательные соматические
  - B) висцеральные
  - C) проприоцептивной чувствительности
  - D) кожной чувствительности
7. В боковых рогах серого вещества спинного мозга расположены нейроны:
- A) соматические двигательные
  - B) парасимпатические
  - C) симпатические
  - D) чувствительные
8. В спинальных ганглиях локализованы нейроны:
- A) соматические двигательные
  - B) парасимпатические эффекторные
  - C) симпатические эффекторные
  - D) чувствительные
9. Спинальные рефлекторные центры тазовых органов расположены:
- A) в шейном утолщении
  - B) в грудном отделе
  - C) в пояснично-крестцовом утолщении
  - D) в копчиковом отделе
10. Спинномозговые нервы не иннервируют:
- A) голову
  - B) верхние конечности
  - C) туловище
  - D) нижние конечности
11. К серому веществу продолговатого мозга относятся:
- A) ядра олив
  - B) красные ядра
  - C) полосатые ядра
  - D) миндалевидные ядра
12. Отделы головного мозга:
- A) продолговатый и промежуточный мозг, мост
  - B) ствол и большие полушария
  - C) конечный мозг, мозжечок, продолговатый мозг
  - D) мост, продолговатый мозг, большие полушария.
13. К функциям мозжечка относится:
- A) координация движений, регуляция мышечного тонуса
  - B) регуляция сна и бодрствования
  - C) регуляция гуморальных функций
  - D) регуляция кожной чувствительности
14. Функция верхних холмиков четверохолмия:
- A) подкорковые центры слуха
  - B) подкорковые центры зрения
  - C) подкорковые центры обоняния
  - D) подкорковые центры вкуса
15. Слуховая зона локализована в доле больших полушарий:
- A) затылочной

- В) лобной
- С) теменной
- Д) височной

Задание № 2. Продолжите фразы:

1. Из продолговатого мозга выходят следующие пары ЧМН...
2. Мозжечок состоит из 3-х частей: ...
3. Снаружи мозжечок покрыт серым веществом - ...
4. Пирамидные пути проводят импульсы движений ...
5. Из среднего мозга выходят следующие пары ЧМН...
6. Полость промежуточного мозга -
7. Полость больших полушарий -
8. Количество слоев новой коры больших полушарий -
9. Белое вещество больших полушарий состоит из
10. За интегративные функции ЦНС отвечают

### **ЭТАЛОНЫ ОТВЕТОВ:**

Задание № 1. 1-D, 2-B, 3-C, 4-A, 5-C, 6-C, 7-C, 8-D, 9-C, 10-A, 11- A, 12-B, 13-A, 14-B, 15-D

Задание № 2. 1. IX-XII 2. двух полушарий и червя. 3. корой. 4. произвольных движений. 5. III-IV. 6. III желудочек. 7. боковые желудочки. 8. шесть. 9. ассоциативных, комиссуральных, проекционных пучков. 10. лимбическая система, ассоциативные зоны, расположенные в теменно-затылочно-височной и лобной коре больших полушарий.

## **УЧЕБНЫЙ МОДУЛЬ 7. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АНАТОМИЯ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ**

### **УЧЕБНЫЕ ЦЕЛИ**

ПОСЛЕ ИЗУЧЕНИЯ МОДУЛЯ СТУДЕНТ ДОЛЖЕН:

**ИМЕТЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О:** структурах периферической нервной системы; значении периферической нервной системы в передаче информации; принципе образования чувствительных, двигательных и парасимпатических волокон черепных нервов; основных ядрах черепных нервов.

**ЗНАТЬ:** строение спинномозговых нервов, их количество; ветви спинномозговых нервов; строение и особенности иннервации задних ветвей спинномозговых нервов; сплетения передних ветвей спинномозговых нервов, зоны их иннервации; названия и функциональные разновидности XII пар черепных нервов; образование, места выхода из полости черепа, области иннервации черепных нервов.

**УМЕТЬ:** показать основные нервы соматических сплетений передних ветвей спинномозговых нервов и 12 пар черепных нервов на муляжах и таблицах; показать зоны иннервации спинномозговых и черепных нервов в атласе, на таблицах и модели.

### **ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

#### **7.1 ПОНЯТИЕ О ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЕ**

Периферической нервной системой называют ту часть нервной системы, которая расположена вне головного и спинного мозга. Через периферический отдел ЦНС регулирует функции всех органов и систем. К периферической нервной системе относятся спинномозговые и черепные нервы, их чувствительные узлы, нервы, узлы и сплетения вегетативной нервной системы, рецепторы и эффекторы.

В зависимости от отдела ЦНС, от которого отходят периферические нервы, выделяют спинномозговые нервы (СМН), выходящие из спинного мозга и черепные (черепно-мозговые) нервы (ЧМН), отходящие от ствола головного мозга. Благодаря спинномозговым нервам осуществляется двигательная и чувствительная соматическая иннервация туловища, конечностей и частично шеи, а



также вегетативная иннервация внутренних органов. Черепные нервы иннервируют область головы и частично - шеи.

### **7.2 СТРОЕНИЕ ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ НЕРВОВ**

Пучок нервных волокон образует нерв (нервный ствол), окруженный соединительно-тканной оболочкой. В нерв обычно входит большое количество двигательных, чувствительных, иногда и вегетативных волокон, иннервирующих различные ткани и органы. Такие нервы называются смешанными. Встречаются и чисто двигательные, чувствительные и вегетативные (парасимпатические) нервы.

Различают нервы (ветви) кожные, чувствительные, поверхностные – мышечные и двигательные – глубокие. Кожные нервы расположены в подкожно-жировом слое. Они содержат чувствительные соматические волокна, иннервирующие кожу и вегетативные волокна, иннервирующие сальные, потовые железы, сосуды и мышцы, поднимающие волосы. Мышечные нервы обычно входят в состав сосудисто-нервных пучков, расположены глубоко между мышцами и содержат двигательные, чувствительные и вегетативные нервные волокна, иннервирующие скелетные мышцы, суставы, кости, сосуды и внутренние органы.

Двигательные нервы образованы аксонами двигательных нейронов передних рогов спинного мозга и двигательных ядер ЧМН. Чувствительные нервы сформированы отростками афферентных нейронов спинальных и черепных узлов (ганглиев). Вегетативные нервы состоят из отростков нейронов боковых рогов спинного мозга и вегетативных ядер ЧМН. Они являются предузловыми нервными волокнами и следуют до вегетативных нервных узлов и сплетений. Послеузловые волокна отходят от этих узлов и сплетений далее, к внутренним органам и тканям. Вегетативные волокна входят в состав большинства ЧМН и всех СМН.

Крупные нервы часто входят в сосудисто-нервные пучки (магистралы), окруженные общим соединительно-тканым влагалищем. В состав такого пучка, как правило, входят артерия, вены, лимфатические сосуды, нерв.

### **7.3 ОБРАЗОВАНИЕ СПИННОМОЗГОВЫХ НЕРВОВ**

Их 31 пара, отходят от спинного мозга двумя корешками: передним (вентральным, двигательным и вегетативным) и задним (дорзальным, чувствительным). В области межпозвоночного отверстия корешки соединяются в один ствол - смешанный спинномозговой нерв. В составе нервов, начиная от VIII шейного и заканчивая II поясничным, имеются симпатические вегетативные нервные волокна, которые являются аксонами вегетативных ядер боковых рогов соответствующих отделов спинного мозга. Крестцовые нервы содержат парасимпатические нервные волокна – аксоны вегетативных ядер крестцового отдела спинного мозга (сегменты S<sub>II</sub>-S<sub>IV</sub>).

### **7.4 ВЕТВИ СПИННОМОЗГОВЫХ НЕРВОВ**

Выйдя из межпозвоночного отверстия, каждый нерв делится на четыре ветви: переднюю, заднюю, соединительную и оболочечную.

Передние ветви, иннервируют туловище и конечности; задние ветви иннервируют мышцы и кожу затылка, спины и верхней части ягодичной области; соединительные ветви направляются к узлам пограничного симпатического ствола; оболочечные (менингеальные) чувствительные ветви возвращаются в позвоночный канал, иннервируя позвоночник и оболочки спинного мозга.

### **7.5 ЗАДНИЕ ВЕТВИ СПИННОМОЗГОВЫХ НЕРВОВ**

Отдельные названия имеют следующие задние ветви.

Задняя ветвь I шейного нерва – двигательный подзатылочный нерв, иннервирует короткие мышцы затылка

Задняя ветвь II шейного нерва называется большим затылочным нервом. Этот нерв смешанный, иннервирует мышцы и кожу затылка.

Чувствительные волокна задних ветвей нижних поясничных и крестцовых нервов называются верхними и средними ягодичными нервами, иннервирующими кожу верхней части ягодичной области.

### **7.6 ПЕРЕДНИЕ ВЕТВИ СПИННОМОЗГОВЫХ НЕРВОВ**

Передние ветви - самые длинные и толстые, после выхода соединяются друг с другом, образуя нервные сплетения: шейное, плечевое, поясничное, крестцовое и копчиковое. От сплетений отходят нервы, иннервирующие кожу и мышцы и внутренние органы определённых областей. Передние ветви грудных СМН сплетений не образуют.

### 7.6.1 Шейное сплетение

Образовано передними ветвями первых четырех шейных СМН (С<sub>1</sub>-С<sub>4</sub>). Расположено сбоку от поперечных отростков верхних шейных позвонков, на глубоких мышцах шеи. Его нервы выходят из-под середины заднего края грудино-ключично-сосцевидной мышцы и отдают чувствительные, двигательные и смешанные ветви (нервы).

Малый затылочный нерв, чувствительный, поднимается вверх по заднему краю грудино-ключично-сосцевидной мышцы и иннервирует кожу затылочной и сосцевидной областей.

Большой ушной нерв, чувствительный, идёт вверх по наружной поверхности грудино-ключично-сосцевидной мышцы, обходит ушную раковину сзади, образуя соединения с соседними нервами. Иннервирует кожу ушной раковины, наружного слухового прохода, лица (сбоку) и височной области.

Поперечный нерв шеи, чувствительный, поперечно пересекает грудино-ключично-сосцевидную мышцу, прободает платизму, иннервирует кожу переднелатеральной области шеи от подбородка до ключицы.

Надключичные нервы, чувствительные, спускаются тремя пучками в надключичную и подключичную области, иннервируют кожу этих областей, кожу над большой грудной и дельтовидной мышцей.

Двигательные нервы иннервируют глубокие мышцы шеи, соединяются с ветвью подъязычного нерва (XII пара ЧМН), образуя шейную петлю, которая иннервирует мышцы, лежащие ниже подъязычной кости.

Диафрагмальный нерв, смешанный, спускается вниз по передней лестничной мышце, проникает в грудную полость через верхнюю апертуру грудной полости, достигает диафрагмы и проходит в брюшную полость. Двигательные волокна иннервируют диафрагму, чувствительные – плевру, перикард и связки печени.

### 7.6.2 Плечевое сплетение

Образовано передними ветвями СМН С<sub>V</sub>-D<sub>1</sub>. Лежит на глубоких мышцах шеи. По своему расположению делится на две части: надключичную и подключичную. Надключичная часть располагается в надключичной ямке, позади нижней части грудино-ключично-сосцевидной мышцы. От надключичной части отходят короткие ветви, которые иннервируют грудную стенку.

Мышечные нервы иннервируют лестничные мышцы, длинную мышцу шеи.

Дорзальный нерв лопатки иннервирует мышцу, поднимающую лопатку и ромбовидные мышцы.

Надлопаточный нерв иннервирует надостную, подостную мышцы, суставную капсулу плечевого сустава.

Подлопаточный нерв иннервирует подлопаточную, большую круглую мышцы. Его длинная ветвь – грудоспинной нерв иннервирует широчайшую мышцу спины;

Длинный грудной нерв иннервирует переднюю зубчатую мышцу;

Медиальный и латеральный грудные нервы иннервируют грудные мышцы (большую и малую).

Подключичная часть плечевого сплетения находится в подмышечной ямке, располагается тремя пучками - латеральным, медиальным и задним - вокруг подмышечной артерии. От пучков отходят длинные ветви к руке (**рис. 7.1**).

Латеральный пучок отдает мышечно-кожный нерв и латеральный корешок срединного нерва.

Мышечно-кожный нерв лежит между плечевой и двуглавой мышцами, иннервирует переднюю группу мышц плеча, даёт чувствительную ветвь – латеральный кожный нерв предплечья, иннервирующий данную область.

Медиальный пучок отдает: медиальные кожные нервы плеча и предплечья, локтевой нерв, медиальный корешок срединного нерва.

Медиальный кожный нерв плеча и медиальный кожный нерв предплечья иннервируют кожу соответствующих областей.

Локтевой нерв спускается в медиальной борозде плеча, на плече ветвей не даёт. Затем ложится в локтевую борозду между локтевым отростком и медиальным надмышечком плеча. Здесь он расположен поверхностно, легко травмируется. На предплечье локтевой нерв лежит рядом с локтевой артерией, иннервирует медиальную часть глубокого сгибателя пальцев и локтевой сгибатель кисти. На

уровне шиловидного отростка локтевой кости делится на две ветви: тыльную и ладонную. Ладонная ветвь иннервирует мышцы гипотенара, приводящую большой палец, часть короткого сгибателя большого пальца, две медиальные червеобразные, все межкостные и кожу ладони в области 1,5 пальцев с локтевой стороны. Тыльная ветвь иннервирует кожу тыла кисти в области 2,5 пальцев с локтевой стороны.

Срединный нерв образуется латеральным и медиальным корешками, спускается по плечу в медиальной борозде, не отдавая ветвей. На предплечье спереди он проходит по средней линии под длинной ладонной мышцей, иннервирует почти все мышцы передней группы, за исключением тех, которые иннервирует локтевой нерв. На ладони нерв иннервирует мышцы тенара (кроме приводящей большой палец и части короткого сгибателя), две латеральные червеобразные, кожу ладони в области 3,5 пальцев с лучевой стороны.

Задний пучок отдает подмышечный и лучевой нервы.

Подмышечный нерв выходит из подмышечной ямки, огибает хирургическую шейку плечевой кости и ветвится в дельтовидной мышце. Иннервирует дельтовидную, малую круглую мышцы, капсулу плечевого сустава, отдаёт чувствительную ветвь – латеральный кожный нерв плеча.

Лучевой нерв проходит на плече по задней поверхности в канале рядом с глубокой артерией плеча, иннервирует кожу и мышцы задней области плеча. Над латеральным надмышелком плеча делится на поверхностную и глубокую ветви. Поверхностная ветвь чувствительная, спускается в лучевой борозде между плечелучевой мышцей и лучевым сгибателем запястья и иннервирует кожу тыла кисти в области 2,5 пальцев с лучевой стороны. Глубокая ветвь смешанная, ложится между поверхностными и глубокими разгибателями предплечья, иннервирует кожу и мышцы-разгибатели задней области предплечья.

#### *7.6.3 Передние ветви грудных СМН D<sub>1-12</sub>*

Сплетений не образуют, называются межрёберными нервами, их 12 пар. Они располагаются в реберной борозде вместе с одноименными артериями и венами, между наружной и внутренней межреберными мышцами. Двенадцатый нерв располагается под XII ребром и называется подреберным нервом. Шесть пар верхних нервов по межреберным промежуткам достигают края грудины, а шесть пар нижних нервов переходят на переднюю стенку живота, иннервируют собственные мышцы груди, мышцы живота, кожу груди и живота.

#### *7.6.4 Поясничное сплетение*

Образовано передними ветвями трех верхних поясничных нервов и частично передними ветвями XII грудного и IV поясничного нервов. Располагается на передней поверхности поперечных отростков поясничных позвонков, в толще большой поясничной мышцы. От сплетения отходят длинные и короткие ветви.

##### *Длинные ветви*

Латеральный кожный нерв бедра, чувствительный, выходит из-под паховой связки на бедро и иннервирует кожу его латеральной поверхности.

Бедренный нерв, смешанный, проходит по латеральному краю большой поясничной мышцы, иннервирует подвздошно-поясничную мышцу, проходит под паховой связкой на бедро, ложится в бедренную борозду, иннервирует мышцы передней поверхности бедра и кожу над ними. Дает ветви тазобедренному суставу, бедренной кости и коленному суставу. Самая длинная его ветвь – длинный подкожный нерв голени, иннервирует кожу передней, медиальной и частично задней поверхности голени, на стопе иннервирует кожу медиального края.

Запирательный нерв – смешанный – выходит через запирательное отверстие на бедро, иннервирует тазобедренный сустав, заднюю поверхность бедренной кости, запирательные мышцы, кожу и мышцы медиальной области бедра и коленного сустава.

##### *Короткие ветви*

Подвздошно-подчревный нерв – проходит в области глубокого пахового кольца, разветвляется в коже нижней части живота. Иннервирует мышцы и кожу переднебоковой стенки живота.

Подвздошно-паховый нерв – идет ниже и параллельно предыдущему нерву. Иннервирует нижние участки мышц живота, кожу области лобка, наружных половых органов, пахового сгиба.

Бедренно-половой нерв проходит через толщу большой поясничной мышцы и делится на две ветви: бедренную и половую. Первая выходит под паховой связкой на бедро и иннервирует кожу

верхней трети бедра под паховой связкой. Вторая ветвь проходит через паховый канал, иннервирует наружные половые органы и кожу промежности.

#### *7.6.5 Крестцовое сплетение*

Образуется передними ветвями части IV поясничного, V поясничного и I-IV крестцовых СМН. Самое мощное сплетение, расположено в полости малого таза на передней поверхности грушевидной мышцы. Имеет форму толстой треугольной пластинки. Из сплетения выходят короткие и длинные ветви.

##### *Короткие ветви*

Мышечные нервы иннервируют мышцы: грушевидную, запирающие, близнецовые.

Верхний ягодичный нерв выходит над грушевидной мышцей, иннервирует среднюю и малую ягодичные мышцы, напрягатель широкой фасции бедра.

Нижний ягодичный нерв выходит из полости малого таза под грушевидной мышцей, разветвляется в толще большой ягодичной мышцы, иннервирует её, суставную капсулу тазобедренного сустава, квадратную мышцу бедра.

Срамной (половой) нерв проходит через большое седалищное отверстие, огибает седалищную ость, возвращается в полость таза через малое седалищное отверстие и иннервирует кожу и мышцы промежности и наружных половых органов.

##### *Длинные ветви*

Задний кожный нерв бедра выходит из полости таза под грушевидной мышцей. Иннервирует кожу задней поверхности бедра и подколенной ямки и кожу нижней части ягодичной области.

Седалищный нерв – самый толстый нерв всего тела. Выходит из таза через большое седалищное отверстие под грушевидной мышцей на заднюю поверхность бедра, где иннервирует квадратную мышцу бедра, заднюю группу мышц бедра, большую приводящую мышцу, суставную капсулу тазобедренного сустава. В верхнем углу подколенной ямки делится на две ветви: большеберцовый нерв и общий малоберцовый нерв.

##### *Ветви седалищного нерва*

Большеберцовый нерв. Ложится между глубоким и поверхностным слоями мышц сгибателей на голени (в голеноподколенный канал). Располагается позади медиальной лодыжки, на середине расстояния между ней и ахилловым сухожилием. Делится на конечные ветви: медиальный и латеральный подошвенные нервы. Большеберцовый нерв иннервирует мышцы задней группы голени, коленный сустав, голеностопный сустав, кости голени. В области подколенной ямки большеберцового нерва отходит кожная ветвь - медиальный кожный нерв икры. На середине голени он соединяется с малоберцовой соединительной ветвью, образуя икроножный нерв, который достигает латерального края латеральной лодыжки, огибает её и проходит по латеральному краю стопы. Иннервирует кожу задней поверхности голени, кожу в области латеральной лодыжки, пятки, латерального края стопы.

Медиальный подошвенный нерв иннервирует мышцы возвышения большого пальца, две медиальные червеобразные, короткий сгибатель пальцев, кожу медиальной поверхности подошвы и 3,5 пальца, начиная с большого.

Латеральный подошвенный нерв иннервирует мышцы возвышения V пальца, все межкостные, две латеральные червеобразные, квадратную мышцу подошвы, кожу латеральной поверхности подошвы и 1,5 пальцев, начиная с V.

Общий малоберцовый нерв спирально огибает головку малоберцовой кости, проникает в толщу длинной малоберцовой мышцы, делится на конечные ветви: поверхностный и глубокий малоберцовые нервы. В области подколенной ямки отходят ветви к коленному суставу и кожные соединения. Поверхностный малоберцовый нерв иннервирует латеральную группу мышц голени, кожу над ними и кожу тыла стопы, кроме первого межпальцевого промежутка. Глубокий малоберцовый нерв иннервирует передние мышцы голени, мышцы тыла стопы и кожу первого межпальцевого промежутка.

#### *7.6.6 Копчиковое сплетение*

Образовано передними ветвями последнего крестцового и копчикового спинномозговых нервов. Располагается на копчиковой мышце, отдавая ветви к коже области копчика и заднепроходного отверстия.

### **7.7 ОБРАЗОВАНИЕ ЧЕРЕПНЫХ НЕРВОВ**

Нервы, отходящие от стволовой части головного мозга, получили название черепных или черепномозговых нервов (ЧМН) (рис.7.2). У человека различают 12 пар черепных нервов, которые обозначаются римскими цифрами по порядку их расположения и каждый из которых имеет собственное название:

- I пара – обонятельный нерв,
- II пара – зрительный нерв,
- III пара – глазодвигательный нерв,
- IV пара – блоковый нерв,
- V пара – тройничный нерв,
- VI пара – отводящий нерв
- VII пара – лицевой нерв
- VIII пара – преддверно-улитковый нерв
- IX пара – языкоглоточный нерв
- X пара – блуждающий нерв
- XI пара – добавочный нерв
- XII пара – подъязычный нерв

Черепные нервы различаются по функции и по составу нервных волокон. Одни из них (I, II и VIII пары) – чувствительные, другие (III, IV, VI, XI, XII пары) – двигательные, а третьи (V, VII, IX, X пары) – смешанные.

#### *7.8, ОБЛАСТИ ИННЕРВАЦИИ ЧЕРЕПНЫХ НЕРВОВ*

I пара, обонятельные нервы, чувствительные, образованы центральными отростками обонятельных клеток, которые располагаются в слизистой оболочке обонятельной области полости носа. Нервного ствола обонятельные волокна не образуют, а собираются в 15-20 тонких обонятельных нервов (нитей), которые проходят через отверстия решетчатой пластинки и вступают в обонятельную луковицу. Из нейронов луковицы импульсы передаются через образования периферического отдела обонятельного мозга в его центральный отдел.

II пара, зрительный нерв, чувствительный, состоит из нервных волокон, являющихся отростками нейронов сетчатой оболочки глазного яблока. Из глазницы через зрительный канал нерв проходит в полость черепа, где образует частичный зрительный перекрест с нервом противоположной стороны и продолжается в зрительный тракт. Тракты подходят к подкорковым зрительным центрам – ядрам верхних холмиков четверохолмия, латеральных коленчатых тел и таламуса. Затем нервные волокна следуют в кору затылочных долей, где расположена зрительная сенсорная зона.

III пара, глазодвигательный нерв, двигательный, состоит из двигательных соматических и эфферентных парасимпатических нервных волокон. Эти волокна являются аксонами нейронов, составляющих ядра нерва: двигательное ядро и добавочное парасимпатическое ядро, которые находятся в среднем мозге. Нерв выходит из полости черепа через верхнюю глазничную щель в глазницу. Двигательные волокна иннервируют верхнюю, медиальную, нижнюю прямые и нижнюю косую мышцы глазного яблока, а также мышцу, поднимающую верхнее веко. Парасимпатические волокна переключаются в ресничном узле и иннервируют ресничную мышцу и сфинктер зрачка.

IV пара, блоковый нерв, двигательный, состоит из нервных волокон, отходящих от ядра, находящегося в среднем мозге. Нерв выходит из полости черепа через верхнюю глазничную щель в глазницу и иннервирует верхнюю косую мышцу глазного яблока.

V пара, тройничный нерв, смешанный, состоит из чувствительных и двигательных нервных волокон. Чувствительные нервные волокна являются дендритами нейронов тройничного узла, который находится в собственном вдавлении пирамиды височной кости и состоит из чувствительных нейронов. Эти нервные волокна образуют три ветви нерва: первая ветвь – глазной нерв, вторая ветвь – верхнечелюстной нерв и третья ветвь – нижнечелюстной нерв. Центральные отростки (аксоны) нейронов тройничного узла составляют чувствительный корешок тройничного нерва, идущий в мозг к чувствительным ядрам, расположенным в мосту, ножках мозга, продолговатом мозге и верхних шейных сегментах спинного мозга. От чувствительных ядер тройничного нерва нервные волокна направляются в таламус.

Двигательные волокна тройничного нерва являются отростками нейронов его двигательного ядра, расположенного в мосту. Эти волокна присоединяются к его третьей ветви – нижнечелюстному нерву.

Глазной нерв, первая, чувствительная ветвь тройничного нерва, проникает в глазницу через верхнюю глазничную щель и образует несколько ветвей. Они иннервируют кожу лба и верхнего века, конъюнктиву верхнего века, оболочки глазного яблока, часть ячеек решетчатой кости, слизистую оболочку лобной и клиновидной пазух, а также часть твердой мозговой оболочки. Самая крупная ветвь глазного нерва называется лобным нервом. Одна из его ветвей – надглазничный нерв, через надглазничную вырезку выходит из глазницы и заканчивается в коже лба.

Верхнечелюстной нерв, вторая, чувствительная ветвь тройничного нерва, выходит из полости черепа через круглое отверстие в крылонебную ямку, где формирует несколько ветвей. Самая крупная ветвь называется подглазничным нервом. Он проходит по одноименному каналу верхней челюсти и выходит на лицо в области клыковой ямки через подглазничное отверстие. Область иннервации ветвей верхнечелюстного нерва: кожа среднего отдела лица (верхней губы, нижнего века, скуловой области, наружного носа), слизистая оболочка верхней губы, верхней десны, полости носа, неба, верхнечелюстной пазухи, части ячеек решетчатой кости, верхние зубы и часть твердой оболочки головного мозга.

Нижнечелюстной нерв, третья, смешанная ветвь тройничного нерва. Из полости черепа через овальное отверстие она проходит в подвисочную ямку, где делится на ряд ветвей. Чувствительные ветви иннервируют кожу нижней губы, подбородка и височной области, слизистую оболочку нижней губы, нижней десны, щеки, тела и кончика языка, нижние зубы и часть твердой мозговой оболочки головного мозга. Двигательные ветви иннервируют все жевательные мышцы, челюстно-подъязычную мышцу и переднее брюшко двубрюшной мышцы. Одна из ветвей нижнечелюстного нерва – нижний альвеолярный нерв – проходит в канале нижней челюсти и выходит под названием подбородочного нерва через одноименное отверстие к подбородку.

Для поражения тройничного нерва (невралгии тройничного нерва) характерны сильнейшие лицевые боли, возникающие внезапно в зонах иннервации ветвей этого нерва.

VI пара, отводящий нерв, двигательный, состоит из нервных волокон, отходящих от нейронов ядра нерва, расположенного в мосту. Выходит из черепа через верхнюю глазничную щель в глазницу и иннервирует латеральную (наружную) прямую мышцу глазного яблока.

VII пара, лицевой нерв, или промежуточно-лицевой нерв, по функции смешанный, включает двигательные соматические волокна, секреторные парасимпатические волокна и чувствительные вкусовые волокна.

Двигательные волокна отходят от ядра лицевого нерва, находящегося в мосту.

Секреторные парасимпатические и чувствительные вкусовые волокна входят в состав промежуточного нерва, который имеет парасимпатическое и чувствительное ядра в мосту и выходит из мозга рядом с лицевым нервом. Оба нерва (и лицевой, и промежуточный) следуют во внутренний слуховой проход, в котором промежуточный нерв входит в состав лицевого. Внутри пирамиды височной кости от лицевого нерва отходит несколько ветвей: большой каменистый нерв, барабанная струна и др. Большой каменистый нерв содержит парасимпатические волокна к слезной железе. Барабанная струна проходит через барабанную полость, присоединяется к волокнам третьей ветви тройничного нерва. Она содержит вкусовые волокна для вкусовых сосочков тела и кончика языка и парасимпатические волокна к поднижнечелюстной и подъязычной слюнным железам.

Двигательные волокна лицевого нерва выходят через шилососцевидное отверстие височной кости и иннервируют все мимические мышцы, подкожную мышцу шеи, заднее брюшко двубрюшной мышцы, шилоподъязычную мышцу.

Характерным заболеванием лицевого нерва является лицевой паралич Белла с асимметрией лица в связи с параличом (парезом) мимических мышц.

VIII пара, преддверно-улитковый нерв, чувствительный, включает две части: улитковую – для звуковоспринимающего спирального органа и преддверную – для вестибулярного аппарата (органа равновесия). Каждая часть имеет нервный узел из чувствительных нейронов, расположенный в пирамиде височной кости вблизи внутреннего уха.

Улитковая часть состоит из центральных отростков улиткового узла (спирального узла улитки). Периферические отростки этих клеток подходят к рецепторным клеткам спирального органа в улитке внутреннего уха.

Преддверная часть представляет собой пучок центральных отростков клеток преддверного узла. Периферические отростки этих клеток заканчиваются на рецепторных клетках вестибулярного аппарата внутреннего уха.

Обе части нерва от внутреннего уха следуют рядом по внутреннему слуховому проходу в мост, где находятся их ядра. Ядра улитковой части нерва связаны с подкорковыми слуховыми центрами – ядрами нижних холмиков четверохолмия и медиальных коленчатых тел. От нейронов этих ядер нервные волокна идут к средней части верхней височной извилины (в слуховую зону коры). Ядра нижних холмиков связаны также с ядрами передних рогов спинного мозга (осуществляются ориентировочные рефлексы на внезапные звуковые раздражения). Ядра преддверной части VIII пары черепных нервов связаны с мозжечком.

IX пара, языкоглоточный нерв, смешанный, включает общие чувствительные и вкусовые волокна, двигательные соматические волокна и секреторные парасимпатические волокна. Ядра языкоглоточного нерва (чувствительные, двигательное и парасимпатическое) находятся в продолговатом мозге. Нерв выходит из черепа через яремное отверстие, спускается вниз и впереди по направлению к корню языка и делится на ветви к соответствующим образованиям (язык, глотка, барабанная полость).

Чувствительные волокна иннервируют слизистую оболочку корня языка, глотки и барабанной полости, вкусовые волокна – вкусовые сосочки корня языка. Двигательные волокна этого нерва иннервируют шилоглоточную мышцу, а секреторные парасимпатические волокна – околоушную слюнную железу.

X пара, блуждающий нерв, смешанный, состоит из чувствительных, двигательных и эфферентных парасимпатических нервных волокон. Блуждающий нерв – самый крупный из черепных нервов и самый большой парасимпатический нерв. Ядра нерва (чувствительное, двигательное и парасимпатическое) находятся в продолговатом мозге. Нерв выходит из полости черепа через яремное отверстие, на шее лежит рядом с внутренней яремной веной и с внутренней, а затем с общей сонной артерией; в грудной полости подходит к пищеводу (левый нерв проходит по передней, а правый – по задней его поверхности) и вместе с ним через диафрагму проникает в брюшную полость. В соответствии с местоположением в блуждающем нерве различают головной, шейный, грудной и брюшной отделы.

Чувствительные волокна разветвляются в различных внутренних органах, где имеют чувствительные нервные окончания – висцерорецепторы. Одна из чувствительных ветвей – нерв-депрессор – заканчивается рецепторами в дуге аорты и играет важную роль в регуляции кровяного давления. Ветви блуждающего нерва иннервируют часть твердой оболочки головного мозга и небольшой участок кожи в наружном слуховом проходе. Чувствительная часть нерва имеет два узла (верхний и нижний), лежащие в яремном отверстии черепа.

Двигательные соматические волокна иннервируют мышцы глотки, мягкого неба и гортани. Парасимпатические волокна блуждающего нерва иннервируют сердечную мышцу, гладкие мышцы и железы всех внутренних органов грудной полости и полости живота, за исключением сигмовидной кишки и органов малого таза. Парасимпатические эфферентные волокна являются парасимпатическими двигательными и парасимпатическими секреторными волокнами.

Таблица №1 Отделы и ветви блуждающего нерва

Отделы блуждающего нерва	Ветви блуждающего нерва
1. Головной отдел	Ветви к твердой оболочке головного мозга и к участку кожи наружного слухового прохода.
2. Шейный отдел	Глоточные ветви (к глотке и мышцам мягкого неба), верхний гортанный и возвратный нерв (иннервируют мышцы и слизистую оболочку гортани), верхние шейные сердечные ветви и др.

3. Грудной отдел	Грудные сердечные ветви, бронхиальные ветви (к бронхам и легким) и ветви к пищеводу.
4. Брюшной отдел	Ветви, участвующие в образовании нервных сплетений, иннервирующих желудок, тонкую кишку, толстую кишку от начала до сигмовидной кишки, печень, поджелудочную железу, селезенку, почки и яички (у женщин – яичники).

XI, добавочный нерв, двигательный, состоит из нервных волокон, отходящих от нейронов двигательных ядер, расположенных в продолговатом мозге и в I шейном сегменте спинного мозга. Нерв выходит из черепа через яремное отверстие на шею и иннервирует грудино-ключично-сосцевидную и трапецевидную мышцы.

XII пара, подъязычный нерв, двигательный, включает нервные волокна, отходящие от нейронов двигательного ядра, расположенного в продолговатом мозге. Выходит из полости черепа через канал подъязычного нерва к языку. Иннервирует все мышцы языка и подбородочно-подъязычную мышцу. Одна из ветвей подъязычного нерва вместе с двигательными ветвями шейного сплетения образует шейную петлю. Ветви этой петли иннервируют мышцы шеи, лежащие ниже подъязычной кости.

### ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

Задание №1. Выберите одно правильное утверждение.

1. Плечевое сплетение образовано:
  - A) передними корешками V-VII шейных нервов
  - B) передними ветвями V-VII шейных и I грудного
  - C) задними ветвями V-VII шейных нервов
  - D) передними ветвями I– IV грудных нервов
2. Нерв, отходящий от надключичной части плечевого сплетения:
  - A) длинный грудной
  - B) подмышечный
  - C) локтевой
  - D) медиальный кожный нерв плеча
3. Подмышечный нерв иннервирует:
  - A) переднюю лестничную мышцу
  - B) дельтовидную мышцу
  - C) трапецевидную мышцу
  - D) большую круглую мышцу
4. От медиального пучка плечевого сплетения отходит:
  - A) локтевой нерв
  - B) лучевой нерв
  - C) медиальный и латеральный грудные нервы
  - D) латеральный кожный нерв плеча
5. Мышечно-кожный нерв иннервирует:
  - A) двуглавую мышцу плеча;
  - B) поверхностный сгибатель пальцев
  - C) трёхглавую мышцу плеча;
  - D) круглый пронатор
6. Срединный нерв не иннервирует мышцу предплечья:
  - A) круглый пронатор
  - B) поверхностный сгибатель пальцев
  - C) квадратный пронатор
  - D) локтевой сгибатель запястья
7. Заднюю группу мышц голени иннервирует:



- A) поверхностный малоберцовый нерв
  - B) глубокий малоберцовый нерв
  - C) большеберцовый нерв
  - D) икроножный нерв
8. Запирательный нерв иннервирует группу мышц бедра:
- A) переднюю
  - B) медиальную
  - C) заднюю
  - D) латеральную
9. Кожу латерального края стопы иннервирует нерв:
- A) глубокий малоберцовый
  - B) поверхностный малоберцовый
  - C) большеберцовый
  - D) икроножный
10. Длинной ветвью поясничного сплетения является нерв:
- A) подвздошно-подчревный
  - B) подвздошно-паховый
  - C) бедренно-половой
  - D) запирательный
11. Жевательные мышцы иннервирует нерв:
- A) лицевой
  - B) глазной
  - C) верхнечелюстной
  - D) нижнечелюстной
12. Подкожную мышцу шеи иннервирует:
- A) первая ветвь тройничного нерва
  - B) вторая ветвь тройничного нерва
  - C) лицевой нерв
  - D) третья ветвь тройничного нерва
13. Через яремное отверстие выходит из черепа:
- A) IX пара ЧМН
  - B) XII пара ЧМН
  - C) VIII пара ЧМН
  - D) VII пара ЧМН
14. Трапецевидную мышцу иннервирует нерв:
- A) тройничный
  - B) блуждающий
  - C) подъязычный
  - D) добавочный
15. IX пары ЧМН иннервируют:
- A) поднижнечелюстную слюнную железу
  - B) околоушную слюнную железу
  - C) подъязычную слюнную железу
  - D) слезную железу

Задание № 2. Ответьте на контрольные вопросы и вопросы ситуационных задач:

- № 1. При повреждении какого нерва может быть нарушено разгибание в локтевом суставе? Какие мышцы иннервирует этот нерв?
- № 2. У больного нарушено приведение кисти. Какие нервы повреждены?
- № 3. Какие мышцы принимают участие в разгибании плеча, какие нервы их иннервируют?
- № 4. Какие мышцы поднимают руку выше горизонтального уровня, какие нервы их иннервируют?

№ 5. При повреждении какого нерва нарушается разгибание стопы и наблюдается симптом «петушиной походки». Какие мышцы иннервирует этот нерв

№ 6. У мужчины 40 лет внезапно, без видимых причин возникли сильнейшие стреляющие боли в правом глазу и лобно-теменной области. Приступ возник во время еды, длился 1,5-2 мин. и завершился тоже внезапно. Такой же приступ наблюдался 1 год назад во время умывания и прошел самопроизвольно.

Ваше мнение о возможной причине болей?

№ 7. У ребенка 10 лет в процессе выздоровления от легкого простудного заболевания возникла асимметрия лица. Опущен левый угол рта, отмечается слюнотечение. Отвисает нижнее веко левого глаза, глаз не закрывается. Снижены вкусовые ощущения.

Объясните причины возникших у больного симптомов.

№ 8. Какие анатомические особенности V пары ЧМН позволили назвать его тройничным нервом?

№ 9. Какой нерв назван промежуточным?

№ 10. Нарушение функции каких нервов может вызвать косоглазие?

### ЭТАЛОНЫ ОТВЕТОВ

Тестовое задание №1: 1-В, 2-А, 3-В, 4-А, 5-А, 6-Д, 7-С, 8-В, 9-Д, 10-Д, 11-Д, 12-С, 13-А, 14-Д, 15-С.

#### ЗАДАНИЕ № 2

№ 1. При поражении лучевого нерва, который иннервирует мышцы-разгибатели плеча и предплечья.

№ 2. лучевой и локтевой нервы. Движение – приведение кисти – происходит при одновременном сокращении локтевого сгибателя и локтевого разгибателя запястья - мышц, которые иннервируют эти нервы.

№ 3. 1) разгибание в плечевом суставе выполняют трапециевидная, ромбовидные мышцы, широчайшая мышцы спины; 2) Мышцы-разгибатели плеча иннервируют: XI пара ЧМН (добавочный нерв), ветви плечевого сплетения: дорзальный, нерв лопатки, подлопаточный, грудоспинной нерв – короткие ветви плечевого сплетения.

№ 4. Поднимают руку выше горизонтального уровня мышцы: трапециевидная, передняя зубчатая; Эти мышцы иннервируют нервы: добавочный нерв (XI пара ЧМН), длинный грудной нерв, подмышечный нерв.

№ 5. Симптом «петушиной походки» наблюдается при повреждении глубокого малоберцового нерва, который иннервирует переднюю группу мышц голени, мышцы тыла стопы.

№ 6. Невралгия тройничного нерва. Характерны короткие пароксизмы (приступы) острой боли в зоне иннервации ветвей тройничного нерва, чаще II-III, реже - I. Боль провоцируется прикосновением к лицу, разговором, едой, дуновением ветра. Имеются особые точки на лице, раздражение которых неизменно вызывает боль.

№ 7. Поражение лицевого нерва (паралич Белла). Двигательные, чувствительные и вегетативные расстройства отмечаются при периферическом параличе в зоне иннервации лицевого нерва, на стороне поражения. Несмыкание век («заячий глаз» или лагофтальм) и отвисание угла рта объясняются параличом круговых мышц глаза и рта. Слюнотечение возникает в связи с поражением парасимпатических волокон лицевого нерва, снижение вкусовых ощущений – из-за поражения вкусовых волокон лицевого нерва.

№ 8. Три крупных ветви тройничного нерва - глазничный, верхнечелюстной и нижнечелюстной нервы отходят от узла тройничного нерва, что послужило основанием назвать нерв тройничным.

№ 9. Секреторные парасимпатические и чувствительные вкусовые волокна VII пары ЧМН входят в состав промежуточного нерва, который имеет парасимпатическое и чувствительное ядра в мосту и выходит из мозга рядом с лицевым нервом. Оба нерва (и лицевой, и промежуточный) следуют во внутренний слуховой проход, в котором промежуточный нерв входит в состав лицевого.

№ 10. Нарушение функций III пары (глазодвигательного нерва), IV (блокового нерва) и VI пары (отводящего нерва) может вызвать косоглазие, т.к. эти нервы иннервируют произвольные мышцы глаза, управляющие движениями глазного яблока.

## УЧЕБНЫЙ МОДУЛЬ 8. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АНАТОМИЯ ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

### УЧЕБНЫЕ ЦЕЛИ

ПОСЛЕ ИЗУЧЕНИЯ МОДУЛЯ СТУДЕНТ ДОЛЖЕН:

**ИМЕТЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О:** механизме трофического действия вегетативной нервной системы; отличиях вегетативной нервной системы от соматической; областях иннервации и функции вегетативной нервной системы; принципах образования и расположения вегетативных нервных сплетений; роли вегетативной нервной системы в удовлетворении потребностей человека.

**ЗНАТЬ:** классификацию и общий план строения вегетативной нервной системы; строение центральных и периферических отделов; влияние симпатического, парасимпатического и метасимпатического отделов на функции внутренних органов.

**УМЕТЬ:** нарисовать рефлекторную дугу вегетативного рефлекса; показать в атласе, таблице, на планшете отделы, нервы, сплетения вегетативной нервной системы, отделы пограничного симпатического ствола; использовать медицинскую терминологию.

### ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

#### 8.1 ПОНЯТИЕ О ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЕ

Вегетативная (автономная) нервная система (ВНС) в организме человека имеет функции, сходные с таковыми у растений. Этот отдел нервной системы относительно независим от сознания.

Через ВНС осуществляется:

- 1) управление деятельностью и трофикой внутренних органов, сосудов, желез;
- 2) координация взаимодействия между органами;
- 3) обеспечение адаптации организма к меняющимся условиям внешней среды;
- 4) регуляция обмена веществ и энергии;
- 5) регуляция постоянства внутренней среды – гомеостаза;
- 6) осуществление психофизической деятельности организма в разных режимах - активности и покоя.

Еще более рельефно выделяется роль ВНС в патологии: почти не существует болезней, в проявлениях которых она не участвует. Вегетативные нарушения встречаются у 85% людей. Особенность вегетативной патологии заключается в том, что она достаточно редко проявляется в качестве самостоятельных заболеваний (таких как широко известная у молодых женщин мигрень). Обычно вегетативные нарушения являются вторичными, они возникают на фоне психических, неврологических и соматических заболеваний.

#### 8.2 ОТЛИЧИЯ ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ ОТ СОМАТИЧЕСКОЙ

##### 8.2.1 Анатомические отличия

1. Эфферентный нейрон расположен не в центральной нервной системе, а в периферических ганглиях.

2. Сегментарные вегетативные центры спинного мозга (боковых рогов и конуса) состоят из вставочных вегетативных нейронов.

3. Эфферентная часть вегетативной рефлекторной дуги двухнейронная. В ВНС импульс идет по предуловому волокну к узлу, а затем по послеуловому волокну к рабочему органу или внутриорганному узлу. В целом, простая рефлекторная вегетативная дуга имеет три нейрона: В соматическом отделе эфферентный нейрон со скелетной мышцей связан двигательным волокном напрямую.

4. В вегетативном отделе нервные волокна преимущественно тонкие, серые, безмиелиновые, (кроме предуловых волокон, имеющих миелиновую оболочку).

5. Вегетативные нейроны более мелкие, многоотростчатые, соматические - более разнообразны по величине, форме и количеству отростков.

6. Эволюционно вегетативный отдел - более древняя часть нервной системы, он имеется и у растений, и у животных, обеспечивая обмен веществ. Соматическая нервная система обеспечивает чувствительность и моторику, свойственные только животным.

### 8.2.2 Физиологические отличия

1. Умножение импульсов на многочисленных периферических узлах. В результате возбуждение охватывает большие области.

2. Замедление импульса (синаптическая задержка) на периферических узлах и безмиелиновых волокнах до 0,5-12м/с (в соматическом отделе – 80-120м/с).

3. Возбудимость волокон в вегетативном отделе низкая, в соматическом - высокая.

4. Рефрактерный период в соматическом отделе нервной системы короткий - 0,5-2м/с, в вегетативном отделе нервной системы - длительный - 6-7м/с.

5. При перерезке переднего корешка двигательные соматические волокна перерождаются и погибают, иннервируемые ими мышцы атрофируются. При этом вегетативные волокна и иннервируемые ими органы и сосуды сохраняются, т.к. тела вегетативных эффекторных нейронов лежат не в спинном мозгу, а в периферических узлах. Эту относительную независимость вегетативных ганглиев от центральной нервной системы называют автоматизмом.

6. ВНС имеет 2 отдела – симпатический и парасимпатический.

### 8.3 ОТЛИЧИЯ СИМПАТИЧЕСКОГО И ПАРАСИМПАТИЧЕСКОГО ОТДЕЛОВ

1. Возбуждение симпатического отдела обеспечивает распад питательных веществ (диссимиляцию) и способствует быстрому эффективному расходу энергии. Обеспечиваются конкретные формы активного поведения, в том числе в экстремальных, стрессовых ситуациях. Показатели гомеостаза резко отклоняются от уровня покоя.

2. Возбуждение парасимпатического отдела обеспечивает анаболизм (ассимиляцию), депонирование веществ и сохранение энергии, покой. При этом показатели гомеостаза возвращаются к норме. Расстройство вегетативного обеспечения деятельности при избыточном или недостаточном обеспечении нарушает поведение человека и обуславливает недостаточную адаптацию.

3. Предузловые симпатические волокна короче послеузловых. В парасимпатическом отделе - наоборот.

4. Умножение импульсов, в десятки раз более выраженное в симпатическом отделе, придает симпатическим реакциям (страха, стресса) гораздо более распространенный характер, с вовлечением многих органов и систем по сравнению с ограниченными парасимпатическими реакциями (например, сужением зрачка на свет).

5. На окончаниях предузловых волокон обоих отделов выделяется медиатор ацетилхолин, послеузловых волокон симпатического отдела - симпатин (смесь норадреналина и адреналина).

### 8.4 ОБЩИЙ ПЛАН СТРОЕНИЯ ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Различают сегментарную и надсегментарную части ВНС.

Надсегментарный отдел включает ретикулярную формацию ствола мозга, мозжечок, гипоталамус (вегетативный мозг), таламус, которые вместе со связующими их путями образуют лимбико-ретикулярный комплекс и др. вегетативные комплексы. Надсегментарные вегетативные образования делят на эрготропные (стимулируют энергозатраты) и трофотропные (стимулируют сохранение энергии).

Эрготропная система помогает: адаптации к меняющимся условиям внешней среды - голоду, холоду, обеспечивает физическую и психическую деятельность, регулирует катаболические процессы

Трофотропная система регулирует: анаболические процессы, обеспечивая накопление веществ и энергии, поддерживая гомеостаз.

Сегментарная часть ВНС состоит из центрального и периферического отделов. Центральный отдел включает вегетативные ядра ствола и спинного мозга. Периферический отдел состоит из вегетативных нервов, узлов, сплетений, расположенных вне ЦНС. Сегментарный отдел ВНС обладает известной автономностью и автоматизмом. (рис. 8.1).

### 8.5 СТРОЕНИЕ СИМПАТИЧЕСКОГО ОТДЕЛА

Симпатические центры состоят из вставочных нейронов и расположены в боковых рогах спинного мозга - с уровня С<sub>VIII</sub>-L<sub>II-III</sub>. Периферическая часть включает:

1) предузловые волокна, соединяющие боковые рога с узлами симпатического ствола. Они выходят из спинного мозга вместе с передними корешками, а затем отделяются от них в виде соединительных ветвей спинномозговых нервов;

2) симпатические стволы, где лежат тела первых эффекторных симпатических нейронов;

- 3) послеузловые ветви - отростки эффекторных нейронов симпатических стволов;
- 4) послеузловые ветви образуют периферические сплетения на сосудах и внутренних органах.

#### *8.6 СТРОЕНИЕ СИМПАТИЧЕСКОГО СТВОЛА*

Парный симпатический ствол представлен цепочкой из 20-27 узлов, лежащих вдоль позвоночника от основания черепа до копчика, где оба ствола соединяются в непарный копчиковый узел. Узлы различают по отделам позвоночного столба: 3-4 шейных узла, 10-12 грудных, 3-4 поясничных, 3-4 крестцовых и 1 копчиковый. Количество узлов непостоянно. Все они состоят из симпатических эффекторных нейронов. Размеры узлов варьируют от 5 мм до 1,5-2 см (I шейный узел). Непостоянный IV шейный узел называется позвоночным. III шейный узел часто сливается с I грудным, образуя звездчатый узел. Пояснично-крестцовые узлы соединены между собой поперечными связями.

По зонам иннервации симпатический ствол делят на следующие отделы: головной, шейный, грудной, брюшной, тазовый.

Головной отдел обеспечивает иннервацию головы и представлен I шейным и позвоночным узлами. Послеузловые ветви образуют сплетения на артериях головы - сонных, позвоночных. Они иннервируют кожу и сосуды головы, слюнные и слезные железы, мышцу, расширяющую зрачок.

Шейный отдел представлен II-III шейными узлами, иннервирующими органы шеи, ее кожу, сосуды. Все шейные узлы отдают симпатические сердечные ветви.

Грудной отдел обеспечивает иннервацию внутренних органов и сосудов грудной и брюшной полостей. Верхние 5 грудных узлов отдают 5 пар сердечных нервов, образующих сплетения под эпикардом. Кроме того, они иннервируют сосуды и органы грудной полости, образуя на них сплетения. VI-XII грудные узлы образуют два чревных нерва (большой и малый), которые спускаются в брюшную полость и заканчиваются в солнечном сплетении, участвуя в иннервации органов брюшной полости.

Брюшной отдел представлен 3-4 поясничными узлами, которые дают ветви к солнечному сплетению.

Тазовый отдел состоит из 3-4 крестцовых узлов, ветви которых образуют сплетения на сосудах и органах малого таза.

От всех узлов симпатического ствола к спинномозговым нервам отходят серые (безмиелиновые) соединительные ветви. Вместе со спинномозговыми нервами симпатические волокна подходят к коже, гладким мышцам, сосудам, внутренним органам, железам и, возможно, канальцам почек и лимфатическим образованиям (вилочковой железе, селезенке, лимфатическим узлам).

В некоторых органах, имеющих и симпатическую, и парасимпатическую иннервацию, в физиологических условиях преобладают регуляторные влияния парасимпатических нервов (например, в мочевом пузыре). Некоторые органы имеют только симпатическую иннервацию: гладкие мышцы волосяных луковиц, потовые, сальные железы, почти все кровеносные сосуды. Симпатический отдел оказывает выраженное трофическое влияние на обменные процессы в мышцах и ЦНС. Это влияние заключается в изменении уровня обмена веществ в органе, в приспособлении функции органа к потребностям целостного организма в изменяющихся условиях внешней среды и называется адаптационно – трофическим.

#### *8.7 СТРОЕНИЕ ПАРАСИМПАТИЧЕСКОГО ОТДЕЛА*

Центры парасимпатического отдела - это парасимпатические ядра I-IV крестцовых сегментов спинного мозга (конуса) и четыре парных ядра ствола головного мозга. Поэтому выделяют две части центрального парасимпатического отдела – головную и тазовую.

Головной отдел представлен ядрами ствола: добавочным ядром III пары ЧМН, верхним слюноотделительным ядром VII пары ЧМН, нижним слюноотделительным ядром IX пары ЧМН, дорзальным ядром X пары ЧМН.

Периферический парасимпатический отдел включает: длинные предузловые ветви крестцовых и ствольных ядер; узлы сплетений, расположенных вблизи пищеварительных органов, сердца и легких; короткие послеузловые ветви, отходящие от ближайших к органам узлов к внутренним органам и сосудам.

По зонам иннервации различают головной и тазовый парасимпатические отделы.

Головной отдел (периферическая часть) представлена парасимпатическими волокнами, которые проходят в составе черепных нервов.

III пара ЧМН (глазодвигательный нерв) иннервирует гладкие мышцы глаза - суживающую зрачок и ресничную. Ресничный узел лежит на дне глазницы.

VII пара ЧМН (лицевой нерв) иннервирует слезные и слюнные железы - поднижнечелюстную и подъязычную. Вегетативные узлы лежат в крылонебной, подчелюстной ямках и на подъязычной слюнной железе.

IX пара ЧМН (языкоглоточный нерв) иннервирует околоушные слюнные железы. Ушной узел находится под овальным отверстием черепа.

Самое большое количество парасимпатических волокон проходит в составе X пары ЧМН (блуждающего нерва). Они начинаются от его дорзального ядра и иннервируют сосуды внутренние органы и железы шеи, грудной брюшной полости до уровня сигмовидной кишки.

Тазовый парасимпатический отдел (периферическая часть)

Тазовый отдел состоит из 3-4 пар тазовых парасимпатических нервов, которые представлены предузловыми ветвями, отходящими от S<sub>II-IV</sub>. Они отходят от спинномозговых нервов латеральнее крестцовых отверстий и оканчиваются на узлах тазовых органов.

Парасимпатический отдел иннервирует гладкие мышцы и железы пищеварительных органов, выделительные, половые органы, легкие, предсердия, слезные, слюнные железы и глазные мышцы. Парасимпатических волокон нет в коже, мышцах, их очень мало в почках, сосудах (кроме сосудов половых органов), тогда как симпатические волокна иннервируют все органы и ткани без исключения.

Парасимпатический отдел обеспечивает состояние покоя, способствует сохранению энергии, расслаблению сфинктеров желудочно-кишечного тракта и мочевого пузыря.

### *8.8 СТРОЕНИЕ ВЕГЕТАТИВНЫХ НЕРВНЫХ СПЛЕТЕНИЙ*

В вегетативных нервных сплетениях симпатические и парасимпатические нейроны и узлы лежат рядом.

Строение периферических вегетативных сплетений рассматривается на примере солнечного сплетения.

Солнечное или чревное сплетение - самое большое вегетативное сплетение - лежит на брюшной аорте вокруг чревного ствола и состоит из двух больших полулунных и множества мелких узлов, соединенных межузловыми ветвями. Сплетение внизу ограничено почечными артериями, впереди - поджелудочной железой сверху - диафрагмой, по бокам - надпочечниками. Послеузловые ветви сплетения расходятся радиально, подобно солнечным лучам к внутренним органам брюшной полости до уровня сигмовидной кишки, с образованием на органах и сосудах вторичных сплетений.

Сплетение образуют: 2 диафрагмальных нерва, 2 блуждающих нерва, 2 пары чревных нервов, 4 пары поясничных симпатических нервов. Оно связано со спинальными ганглиями, продолговатым мозгом, поэтому при его повреждении возникает такие опасные симптомы, как остановка сердца, дыхания, нарушение деятельности эндокринных желез. Это сплетение недаром называют «брюшным мозгом».

Комплекс мелкоузловых сплетений, расположенных внутри стенок тех внутренних органов, имеющих собственную двигательную активность (сердце, бронхи, мочевой пузырь, мочеточники, пищеварительный тракт, желчные пути и желчный пузырь). У человека в состав этого отдела входит столько же нейронов, сколько их содержится в спинном мозге. В этой системе имеются афферентные, вставочные и двигательные нейроны. По строению микроганглии этих внутренних органов подобны ядрам центральной нервной системы.

Благодаря внутривенным сплетениям внутренние органы имеют собственный аппарат регуляции, который работает автоматически, автономно и менее чем симпатический и парасимпатический отделы зависит от центральной нервной системы, не имея синаптических контактов с эфферентной частью соматической рефлекторной дуги. Примером может служить сокращение изолированных органов - сердца или отрезка кишки.

Автоматизм определяется периодическим возникновением нервных импульсов в интрамуральных ганглиях на основе текущих обменных процессов. В результате происходит периодическое сокращение и расслабление указанных органов. Физиологически автоматизм определяется наличием аксон - рефлекса, когда передача возбуждения происходит в системе одного аксона а также некоторыми другими механизмами. При недоразвитии вегетативных сплетений сигмовидной или прямой кишки развивается болезнь Гиршенпрунга, которая приводит к

спастическому сужению этих отделов кишечника и нередко гибели новорожденного. Для диагностики используют биопсию стенки толстой кишки.

#### 8.10 КООРДИНАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОТДЕЛОВ ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Внутренние органы в основном имеют двойную иннервацию - симпатическую и парасимпатическую. Описанные выше немногочисленные исключения лишь подтверждают правило о двойной иннервации. При этом оба отдела вегетативной нервной системы оказывают на органы противоположное влияние (табл.1).

Таблица 1. Влияние симпатической и парасимпатической нервной системы на деятельность различных органов

Симпатические влияния	Парасимпатические влияния
Учащение и усиление сердечных сокращений	Ослабление и замедление сердечных сокращений
Сужение артерий, повышение кровяного давления	Расширение артерий, понижение кровяного давления
Ослабление перистальтики желудка, кишечника и функции желез	Усиление перистальтики желудка, кишечника и функции желез
Расслабление сфинктера мочевого пузыря	Сокращение сфинктера мочевого пузыря
Расслабление бронхов	Спазм бронхов
Расширение зрачков	Сужение зрачков
Усиление секреции половых желез	Ослабление секреции половых желез

Наличие антагонистических влияний – важного механизма приспособления организма к меняющимся условиям внешней среды – не опровергает многочисленных наблюдений совместного действия отделов ВНС. При этом усиление тонуса одного отдела приводит к компенсаторному повышению тонуса другого отдела, возвращающих нарушенную систему к показателям гомеостаза, Важную роль в этих процессах играют как сегментарные, так и надсегментарные вегетативные центры.

В состоянии относительного покоя сегментарный отдел может поддержать существование организма, обеспечивая автоматизированную деятельность. В реальных жизненных ситуациях адаптация к внешней среде происходит с участием надсегментарных аппаратов, которые используют сегментарный отдел для рационального приспособления. Причем, надсегментарные образования потеряли автономность. Их деятельность регулирует кора больших полушарий. Вегетативная нервная система осуществляет регуляцию внутренних органов, сосудов и желез в тесном взаимодействии с эндокринной системой. Такая регуляция, как известно, называется нейрогуморальной.

Возбуждение от центральных вегетативных нейронов к эффекторным и от последних к органам передается при помощи медиаторов: ацетилхолина – для преузловых волокон и большинства эффекторных парасимпатических нейронов. В окончаниях послеузловых симпатических волокон выделяется норадреналин.

#### ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

Задание №1. Выберите один или несколько правильных ответов:

1. Вегетативная нервная система иннервирует:

- А) кости
- В) суставы
- С) мышцы
- Д) железы

2. Соматическая нервная система иннервирует:
  - A) внутренние органы
  - B) сосуды
  - C) железы
  - D) мышцы
3. Сегментарные симпатические центры расположены в:
  - A) спинном мозге, в сегментах С8-L2-3
  - B) стволе головного мозга
  - C) конусе спинного мозга
  - D) больших полушариях
4. Первые вставочные симпатические нейроны находятся:
  - A) в боковых рогах спинного мозга
  - B) в симпатических стволах
  - C) в спинальных ганглиях
  - D) в конусе спинного мозга
5. Блуждающий нерв оказывает на мышцу сердца:
  - A) возбуждающее влияние
  - B) тормозное влияние
  - C) нормализующее влияние
  - D) на сердце не влияет
6. «Вегетативным мозгом» называют:
  - A) таламус
  - B) гипоталамус
  - C) мозжечок
  - D) средний мозг
7. Первые чувствительные вегетативные нейроны расположены в:
  - A) спинальных ганглиях
  - B) боковых рогах спинного мозга
  - C) периферических вегетативных сплетениях
  - D) пограничном симпатическом стволе
8. Сегментарные парасимпатические центры расположены в:
  - A) крестцовых сегментах спинного мозга S III-IV
  - B) стволе головного мозга
  - C) шейно-грудных сегментах спинного мозга
  - D) коре больших полушарий
9. Парасимпатический отдел ВНС:
  - A) повышает тонус гладких мышц пищеварительного тракта
  - B) ослабляет тонус гладких мышц пищеварительного тракта
  - C) стимулирует секрецию пищеварительных желез
  - D) тормозит секрецию пищеварительных желез
10. Симпатический отдел ВНС:
  - A) расслабляет гладкую мускулатуру бронхов
  - B) тонизирует гладкую мускулатуру бронхов
  - C) вызывает выделение железами бронхов обильной жидкой слизи
  - D) вызывает отделение железами бронхов густой вязкой слизи

Задание №2. Ответьте на контрольные вопросы и вопросы ситуационных задач

Задача №1. У мальчика 2-х лет с рождения отсутствует самостоятельный стул, не отходят газы.

Опорожнение кишечника возможно только после клизмы. При рентгенологическом исследовании обнаружено выраженное сужение сигмовидной и прямой кишки. Какое заболевание можно заподозрить у ребенка? Какое исследование может подтвердить диагноз?

Задача №2. Что такое аксон-рефлексы и какова их роль в регуляции деятельности внутренних органов?



Задача №3. Что такое зоны Захарьина-Геда и какое значение они имеют при заболеваниях внутренних органов?

Задача №4. Какой отдел ЦНС называют "вегетативным мозгом" и почему?

Задача №5. У женщины 35 лет в течение 10 лет отмечаются периодические головные боли в области правой половины головы, преимущественно в лобно-височной области. Боли интенсивные, сопровождаются тошнотой, иногда рвотой, во время приступа больная не переносит резких звуков, света. Длительность приступов боли чаще 1-2 часа. После приступа больная вялая, сонлива.

Какое заболевание можно заподозрить у пациентки?

### **ЭТАЛОНЫ ОТВЕТОВ**

Задание №1: 1-D, 2- D, 3-A, 4-A, 5-B, 6-B, 7-A, 8-AB, 9-AC, 10-AC

Задание №2. 1. У ребенка можно заподозрить болезнь Гиршенпрунга, симптомами которой являются запоры в связи с недоразвитием интрамуральных вегетативных нервных сплетений в прямой и сигмовидной кишке, стимулирующих двигательную активность кишки. Биопсия толстой кишки с последующим микроскопическим исследованием может подтвердить или отвергнуть это предположение.

2. Аксон-рефлекс возникает при распространении импульса по короткой рефлекторной дуге в пределах одного аксона. Он характерен для интрамуральных вегетативных ганглиев и обеспечивает автоматизм внутренних органов, имеющих собственную двигательную активность (сердце, кишечник и др.).

№3. Зоны Захарьина-Геда — это проекционные зоны повышенной кожной чувствительности, сегментарно связанные с определенными внутренними органами. Зоны имеют некоторое диагностическое значение при внутренних болезнях.

№4. «Вегетативный мозг» — это гипоталамус, т.к. в его сером бугре находятся центры ВНС, симпатические и парасимпатические.

№5. Мигрень характеризуется приступообразными сильнейшими болями в одной половине головы и объясняется спазмом сосудов головы из-за нарушения нейро-эндокринной регуляции их тонуса. Чаще бывает у молодых женщин.

## **УЧЕБНЫЙ МОДУЛЬ 9. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АНАТОМИИ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ**

### **УЧЕБНЫЕ ЦЕЛИ**

ПОСЛЕ ИЗУЧЕНИЯ МОДУЛЯ СТУДЕНТ ДОЛЖЕН:

ИМЕТЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О: площади поверхности различных частей тела в процентах к общей поверхности тела; нормальном состоянии кожи (цвет, тургор, влажность, выраженность подкожно-жирового слоя, кожная температура, чистота кожи); механизмах зрительного восприятия; цветового зрения; аккомодации и ее нарушений; механизме бинокулярного зрения; значении обоняния для человека и животных

ЗНАТЬ: сущность сенсорного процесса, его значение в удовлетворении потребностей организма и структуры, его осуществляющие (сенсорные системы, анализаторы); отделы сенсорной системы: периферический, проводниковый, центральный; этапы сенсорного процесса; строение, виды, функции рецепторов; виды анализаторов; классификацию сенсорных систем; отделы соматической сенсорной системы; виды кожных и проприоцептивных рецепторов; проводниковый отдел кожной и проприоцептивной систем; подкорковые центры соматической сенсорной системы, их функции; строение, функции периферического, проводникового и центрального отделов анализаторов.

УМЕТЬ: показывать на муляже, таблицах, в атласе части сенсорных систем – соматической, висцеральной болевой, зрительной, обонятельной, слуховой и вестибулярной; использовать медицинскую терминологию.

### **ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

Органы чувств воспринимают энергию внешнего воздействия (свет, звук, запах), кодируют ее в нервных импульсах и передают эти импульсы в мозг. Благодаря органам чувств возможна

ориентировка человека во внешнем мире и собственном организме. Они необходимы человеку для приспособления к постоянно меняющимся условиям внешней среды и ее познания. Внешние и внутренние раздражения воспринимаются специализированными рецепторами органов чувств.

### *9.1 РЕЦЕПТОРЫ*

Рецепторы – чувствительные нервные окончания, в которых энергия внешнего раздражения преобразуется в нервные импульсы, несущие информацию о раздражителе. Поступая в ЦНС, они поддерживают определенный уровень возбуждения мозга. При отсутствии импульсов от рецепторов животные и люди впадают в сон. Благодаря разнообразию рецепторов, человек воспринимает во всей полноте окружающий мир и получает сигналы из внутренней среды организма.

Существует несколько классификаций рецепторов. В зависимости от расположения различают: экстерорецепторы, интерорецепторы и проприорецепторы. Экстерорецепторы воспринимают раздражения из внешней среды и расположены в коже, слизистых оболочках, органах чувств. Интерорецепторы расположены во внутренних органах и сосудах и подразделяются на висцерорецепторы и ангиорецепторы. Они возбуждаются в основном при изменении химического состава внутренней среды (хеморецепторы) и давления в тканях, органах и сосудах (барорецепторы). Проприорецепторы расположены в мышцах, сухожилиях, связках, фасциях, капсулах суставов. Они информируют ЦНС о тоне мышц и положении тела в пространстве.

Различают контактные рецепторы, которые возбуждаются при непосредственном контакте с раздражителем, и дистантные рецепторы, которые возбуждаются от раздражителей, находящихся на некотором расстоянии от организма. В зависимости от вида раздражителя различают тактильные, болевые, температурные и др. рецепторы.

В зависимости от физиологических механизмов возбуждения, строения и функции рецепторы делятся на первичные и вторичные. У первичных рецепторов чувствительные (сенсорные) нейроны возбуждаются непосредственно под действием раздражителя (обонятельные, тактильные, проприорецепторы). У вторичных рецепторов возбуждаются вначале специализированные рецепторные клетки и лишь затем – сенсорный нейрон. Преобразование энергии раздражителя в нервные импульсы (возникновение рецепторного потенциала) происходит в рецепторных клетках, возбуждающих затем сенсорные нейроны с помощью медиатора (рецепторы органов слуха, зрения, вкуса, вестибулярного аппарата).

Мембраны рецепторов чрезвычайно чувствительны к адекватным раздражителям. Так, достаточно одного фотона света, чтобы в мембране палочки сетчатки возникли биоэлектрические процессы. При длительном действии раздражителя рецепторы к нему адаптируются и тонкость восприятия этого раздражителя уменьшается. Не способны к адаптации только вестибулярные рецепторы и проприорецепторы. При прекращении действия постоянного раздражителя чувствительность к нему повышается. Например, повышается чувствительность палочек сетчатки в темноте, после длительного пребывания в ярко освещенном помещении.

Повышение чувствительности сенсорных органов связано с их физиологическими особенностями. Так, импульсы от нескольких рецепторов могут подходить к одному сенсорному нейрону. При одновременном возбуждении нескольких рецепторных клеток сетчатки происходит суммация возбуждения, которая приводит к возникновению, в ганглиозной нервной клетке сетчатки потенциала действия, отсутствующего при возбуждении только одной рецепторной клетки.

Внешний раздражитель характеризуется качеством, местоположением, интенсивностью и длительностью стимула, действующего на сенсорный орган. Информация о раздражителе с помощью рецепторов попадает в ЦНС, где кодируется, т.е. преобразуется в удобную для передачи форму. Для каждого рецептора способность передачи информации намного превышает возможности ее сознательного восприятия: мы осознаем лишь незначительную долю информации, передаваемой сенсорными органами.

### *9.2 АНАЛИЗАТОРЫ*

И.П. Павлов назвал органы чувств анализаторами в связи с их способностью не только воспринимать и кодировать информацию в нервных импульсах, но и передавать ее в мозговые центры, где происходит анализ, синтез полученной информации и вырабатывается программа поведения. Каждый анализатор состоит из трех отделов: периферического (органа чувств), среднего (проводящего пути) и центрального (корковой зоны или коркового конца анализатора).

Соответственно классификации рецепторов различают контактные и дистантные анализаторы (органы чувств). К первым относятся анализаторы: соматический (кожный и проприорецепторный), вкуса, обоняния, висцеральный, болевой, рецепторы которых возбуждаются только при непосредственном контакте с раздражителем. К дистантным анализаторам, рецепторы которых возбуждаются при действии раздражителя на расстоянии, относятся зрительный, слуховой и вестибулярный анализаторы.

Различают внешние и внутренние анализаторы. К внешним относятся: зрительный, кожный, слуховой, обонятельный, вкусовой, к внутренним – двигательный, вестибулярный и анализатор внутренних органов. Благодаря внешним анализаторам человек познает окружающий мир. С помощью внутренних анализаторов ЦНС получает и анализирует информацию от внутренних органов и опорно-двигательного аппарата, сигнализирующего о положении тела в пространстве.

### *9.3 СОМАТИЧЕСКАЯ СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА: КОЖНЫЙ И ПРОПРИОЦЕПТИВНЫЙ АНАЛИЗАТОРЫ*

#### *9.3.1 Общий план строения, функции кожи*

Кожа, является покровом тела площадью у взрослого 1,5-2 м<sup>2</sup>. Она выполняет многообразные функции: сенсорную, защитную, выделительную, терморегуляторную и др. Воспаление кожи – дерматит. Кожа является тонкой, но очень прочной, эластичной оболочкой, отграниченной от подлежащих мышц слоем жировой ткани (подкожной жировой клетчатки). Толщина кожи в разных областях тела не одинакова и составляет 0,02-2,5 мм, что объясняется некоторыми особенностями ее строения. Общий план строения кожи одинаков для всех областей тела. В коже различают две различные по своему строению части: эпидермис и дерму.

#### *9.3.2 Эпидермис*

Эпидермисом называют многослойный плоский ороговевающий эпителий, покрывающий кожу и состоящий из пяти основных слоев: базального, шиповатого, зернистого, блестящего и рогового.

Базальный слой самый глубокий: он состоит из цилиндрических клеток, расположенных на базальной мембране. Среди эпителиальных клеток находятся меланоциты, содержащие пигмент меланин, придающий коже цвет. Шиповатый слой состоит из нескольких рядов клеток, имеющих отростки в виде шипов. Базальный слой и прилежащий к нему глубокий отдел шиповатого слоя объединяют под названием росткового (мальпигиева) слоя, клетки которого способны быстро размножаться, благодаря чему обновляются все слои эпидермиса. Клетки зернистого и блестящего слоев накапливают роговое вещество. Роговой слой эпидермиса самый поверхностный; он состоит из роговых чешуек, содержащих кератин.

В эпидермисе происходит постоянное обновление его клеток. Роговые чешуйки слущиваются и замещаются глубже расположенными клетками; одновременно в ростковом слое размножаются молодые клетки. В разных участках кожи слои эпидермиса выражены неодинаково. Так, на подошвах и ладонях роговой слой состоит из нескольких десятков рядов, на волосистой части головы – всего из 2-3 рядов клеток. В эпидермисе отсутствуют кровеносные сосуды. Нервные волокна проникают сюда из дермы и образуют в глубоких слоях эпидермиса свободные нервные окончания. Эпидермис выполняет защитную роль: через него не проникают микробы и многие вредные вещества.

#### *9.3.3 Дерма, подкожно-жировой слой*

Дерма или собственно кожа - глубокая часть кожи, имеющая два не резко отграниченных слоя: сосочковый и сетчатый.

Сосочковый слой тонкий, прилежит к эпидермису и состоит из рыхлой волокнистой соединительной ткани. Выступы этого слоя - сосочки - вдаются в эпидермис, образуя на его поверхности гребешки и бороздки, которые в разных участках кожи развиты неодинаково. Особенно хорошо они выражены на ладонной поверхности пальцев. Их рисунок строго индивидуален. Отпечатки пальцев используются в криминалистике и дерматоглифике.

В сосочковом слое кожи имеются гладкие мышечные клетки, образующие мышечные пучки и прикрепляющиеся к волосным сумкам (мышцы, поднимающие волосы). При сокращении их кожа становится шероховатой («гусиная кожа»). Сосочковый слой снабжен большим количеством кровеносных и лимфатических сосудов, нервных волокон и рецепторов. Сетчатый слой кожи образован плотной неоформленной соединительной тканью, содержащей пучки коллагеновых

волокон, сети эластических и ретикулиновых волокон, придающих коже прочность и упругость. Здесь расположены потовые, сальные железы и корни волос.

Под сетчатым слоем располагается подкожный жировой слой. Он состоит из рыхлой соединительной ткани, содержащей жировые дольки. Подкожная жировая клетчатка в различных частях тела и у разных людей развита неодинаково. Она хорошо выражена в тех местах, которые испытывают давление (подушечки пальцев, пятки, ягодичная область). Подкожный слой смягчает механические воздействия, является «депо» жира (энергетический запас) и уменьшает теплоотдачу.

#### *9.3.4 Сосуды и нервы кожи*

На границе между подкожным жировым слоем и дермой расположена глубокая кожная артериальная сеть. В сосочковом слое имеется поверхностная артериальная сеть. В коже имеются венозные и лимфатические сплетения. Кровеносные сосуды кожи могут вмещать до 1 л крови. Кожа выполняет функцию «депо» крови и участвует в терморегуляции.

Иннервация кожи осуществляется как соматическими чувствительными нервами (спинномозговыми и черепными), так и вегетативными симпатическими нервами (железы, мышцы-подниматели волос, сосуды). Нервы образуют сплетения в сосочковом и подкожном слоях, вокруг желез и корней волос.

#### *9.3.5 Производные кожи*

Производными кожи являются волосы, ногти, потовые, сальные железы, молочная железа. Функционально молочная железа связана с органами репродукции, и поэтому рассматривается вместе с ними (см. модуль 21).

Потовые железы являются простыми трубочками. Их концевые отделы представлены клубочками, расположенными в сетчатом слое дермы, на границе с подкожно-жировым слоем. Длинные выводные протоки открываются на гребешках кожи маленькими отверстиями - порами. Потовые железы имеются в коже почти всех областей тела, но распределены они неравномерно. Особенно много их в коже ладоней и подошв. В красной кайме губ, на головке полового члена и др. местах потовые железы отсутствуют. Общее количество потовых желез у человека достигает 2,5 млн. Выделительная функция кожи связана в основном с их деятельностью. Секрет этих желез - пот - содержит воду, минеральные соли и продукты белкового обмена. Испарение пота с поверхности кожи является одним из способов теплоотдачи.

Сальные железы по своему строению являются альвеолярными железами. Они расположены на границе сетчатого и сосочкового слоя в коже всех частей тела, за исключением ладоней и подошв. Выводные протоки большинства этих желез открываются в волосяные мешки. Иногда сальные железы открываются на поверхности кожи: на красной кайме губ, головке полового члена и др. Сальные железы выделяют секрет - кожное сало, содержащее жирные кислоты, воска, стероиды. Сало смазывает волосы и кожу, способствуя сохранению их эластичности, повышая непроницаемость эпидермиса для микроорганизмов, воды и вредных веществ. Уменьшение секреции кожного сала является причиной сухости кожи и волос.

Волосы имеются почти всюду на коже. Они отсутствуют только там, где нет и сальных желез (на ладонях, подошвах и др.). Плотность расположения волос неодинакова в разных участках тела и варьирует индивидуально. Различают длинные волосы головы, бороды, усов подмышечной впадины и лобка; щетинистые волосы бровей, ресниц, ноздрей и наружного слухового прохода; пушковые волосы туловища и конечностей.

В волосе различают две основные части: стержень и корень. Стержень - видимая часть волоса, выступающая над кожей, а корень - его часть, расположенная в толще кожи. Утолщенная часть корня называется луковицей волоса, она образована ростковыми эпителиальными клетками. Корень волоса окружен эпителиальным влагалищем и соединительно-тканной волосяной сумкой, в которую обычно открываются проток сальной железы и к которой прикрепляются гладкие мышцы, поднимающие волосы. Влагалище и сумка составляют волосяной фолликул, оплетенный нервными волокнами, снабженный рецепторами, поэтому волосы чувствительны к разным воздействиям. Цвет волос обусловлен содержащимся в стержне пигментом-меланином.

Ногти - это твердые, слегка изогнутые пластинки, расположенные на концах пальцев с тыльной стороны. Они состоят из плотно прилежащих друг к другу роговых чешуек, содержащих твердый кератин. Ноготь расположен в ложе, состоящем из росткового эпителия и соединительной ткани. Кожа

ногтевого ложа имеет большое количество кровеносных сосудов и чувствительных нервных окончаний. Сзади и с боков ноготь прикрыт кожной складкой - валиком ногтя. Рост ногтя происходит за счет росткового слоя ногтевого ложа.

### *9.3.6 Рецепторы кожи*

Кожа содержит большое количество рецепторов, воспринимающих различные раздражения из внешней среды.

В зависимости от характера раздражителей различают болевые, температурные (тепловые и холодные) и тактильные кожные рецепторы. Они имеют различную форму и строение и расположены в коже на разной глубине. Так, болевые рецепторы представлены свободными нервными окончаниями, находящимися в глубоких слоях эпидермиса и в сосочковом слое дермы.

Тепловые терморепрепторы – это тельца Руффини, лежащие в глубоких отделах дермы и в подкожном слое. Холодовые рецепторы, колбы Краузе, расположены ближе к эпидермису. Температурные воздействия могут воспринимать также окончания чувствительных нервных волокон.

Чувствительность кожи к механическим воздействиям различна в разных ее участках: кончики пальцев, губы, язык имеют более высокую чувствительность, чем кожа груди, спины и др.

Тактильные механорецепторы воспринимают прикосновение и давление и делятся на три группы. В эпителии особенно чувствительных участков кожи (на кончиках пальцев, губах) имеются так называемые осязательные диски (клетки Меркеля), которые адаптируются медленно под влиянием длительного механического стимула (например, давления веса тела на подошвы ног). Такие рецепторы посылают в ЦНС непрерывный поток импульсов, сигнализирующих о силе, давлении и продолжительности этих воздействий (рецепторы интенсивности). К рецепторам прикосновения относят осязательные тельца Мейсснера, расположенные в сосочках кожи, и рецепторы волосных фолликулов. Они быстро адаптируются и реагируют только на прерывистые, кратковременные механические воздействия при движении кожи и волос. Частота импульсов увеличивается с увеличением скорости движения (рецепторы скорости). К рецепторам давления относятся пластинчатые тельца Фатера-Пачини, которые находятся в подкожно-жировом слое, в сухожилиях, связках. Они очень быстро адаптируются и реагируют только на ускорение (рецепторы ускорения и вибрации). Тактильные рецепторы распределены в разных участках кожи неодинаково и сосредоточены в точках давления, которых больше, чем температурных точек и меньше, чем болевых. Тактильных рецепторов прикосновения очень много в коже кончиков пальцев и в коже губ.

Проводящими путями кожного анализатора являются спиноталамические пути болевой, температурной и тактильной чувствительности. Кортикальная зона расположена в постцентральной извилине теменной доли больших полушарий.

### *9.3.7 Значение проприорецепторов*

Информация в ЦНС о тоне мышц и положении тела в пространстве поступает от вестибулярного аппарата, глаз и мышечно-суставных рецепторов (собственных рецепторов или проприорецепторов) скелетных мышц, сухожилий, связок, капсул суставов. Сложные двигательные акты координируются с помощью проприорецепторов (механорецепторов) - мышечных веретен, расположенных в скелетных мышцах, и телец Гольджи, расположенных в сухожилиях.

ЦНС получает информацию от проприорецепторов по спиноталамическим и спинозжечковым проводящим путям глубокой чувствительности об интенсивности и согласованности сокращений отдельных мышц и мышечных групп, изменении движений в суставах при разных нагрузках. Кортикальная зона проприоцептивного анализатора расположена в прецентральной извилине лобной доли. Анализируя информацию, полученную от проприорецепторов, ЦНС посылает ответные двигательные импульсы мышцам, целесообразно изменяя характер движений. Благодаря проприорецепторам человек и без помощи зрения вполне ориентирован в положении своего тела и его частей в пространстве, осознает направление движения, степень напряжения мышц, необходимую для выполнения движения и поддержания позы.

### *9.3.8 Механизмы возбуждения проприорецепторов*

Мышечные веретена расположены в толще скелетных мышц параллельно мышечным волокнам. Их количество в каждой мышце зависит как от ее размера, так и от выполняемой функции. Одним концом они прикрепляются к мышце, другим – к сухожилию. Возбуждение в них возникает при удлинении мышечных волокон, сухожилий при расслаблении или пассивном растяжении мышц.

Мышечные веретена – рецепторы растяжения. В них при растяжении мышцы увеличивается частота нервных импульсов. При изотоническом сокращении мышцы частота импульсов снижается или прекращается. Сухожильные тельца Гольджи, наоборот, растягиваются и возбуждаются при мышечном сокращении. Импульсы от них по афферентным нервным волокнам поступают в ЦНС. Таким образом, мышечные веретена регистрируют изменение длины мышцы, а рецепторы сухожилий – ее напряжение (тонус).

#### *9.3.9 Рефлексы растяжения*

Импульсы от мышечных веретен при растяжении мышцы поступают к мотонейронам спинного мозга, в результате мышца сокращается. Это самый простой пример рефлекторной дуги, в которую входит один синапс (моносинаптической). Самый известный моносинаптический рефлекс – коленный. Эти рефлексы регулируют длину мышцы. Механизм важен для мышц, поддерживающих позу при беге, ходьбе.

При сокращении мышц возбуждаются сухожильные рецепторы с одновременным торможением мотонейронов спинного мозга той же стороны. Ослабление мышечного тонуса активирует мотонейроны. Таким образом, по рефлекторным дугам сухожильных рецепторов поддерживается постоянно высокий мышечный тонус.

#### *9.3.10 Реципрокное торможение*

В регуляции движений принимают участие мышцы-сгибатели и разгибатели. Между ними существуют реципрокные (антагонистические) отношения, которые осуществляются следующим образом. От чувствительных нейронов спинномозговых ганглиев отходят волокна к спинному мозгу. Одновременно одни из них возбуждают нейроны, иннервирующие мышцы-сгибатели; другие – вставочные нейроны, которые тормозят мотонейроны мышц-разгибателей.

### **9.4 ВИСЦЕРАЛЬНАЯ СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА**

Анализатор внутренних органов участвует в поддержании постоянства внутренней среды организма (гомеостаза).

Интероцептивный анализатор имеет три отдела. Периферический отдел образован интерорецепторами (висцерорецепторами), расположенными во внутренних органах. Проводниковый отдел включает ряд нервов, основными среди которых являются блуждающий, чревные и внутренностные тазовые. Афферентные волокна этих нервов вегетативные – симпатические и парасимпатические, а афферентные волокна – соматические. Информация, проводимая по афферентным нервам используется ВНС для регуляции кровообращения, дыхания, пищеварения, электролитного и водного баланса. Центральный отдел висцерального анализатора расположен в моторной и премоторной областях коры больших полушарий.

Информация, передаваемая от внутренних органов по чувствительным нервам, может не осознаваться. Но она вызывает приятные или неприятные ощущения, определяемые как самочувствие и влияющие на эмоциональное состояние. При раздражении глюкозных и осмотических рецепторов возникают чувства голода и жажды, а при раздражении рецепторов сфинктеров – позывы на мочеиспускание и дефекацию.

Висцерорецепторы имеют низкий порог раздражения и высокую специфичность к действующим на них раздражителям. Во внутренних органах есть барорецепторы, реагирующие на изменение давления, механические раздражения (механорецепторы), действие химических веществ (хемотрецепторы), изменение температуры (терморецепторы), осмотического давления (осморепторы). Висцерорецепторы участвуют в рефлекторных взаимодействиях внутренних органов, осуществляя висцеро-висцеральные (с органа на орган) и висцеро-кутанные (с органа на кожу) рефлексы.

### **9.5 НОЦИЦЕПТИВНАЯ (БОЛЕВАЯ) СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА**

#### *9.5.1 Значение болевых ощущений*

Ощущение боли – как будто бы благо для живого организма: ведь боль сигнализирует об опасности. «Боль – это сторожевой пес здоровья» - говорили в древней Греции. Болевое ощущение – это сигнал к функциональной перестройке организма от состояния покоя к состоянию активной деятельности, направленной на устранение причины боли. Эта перестройка касается буквально всех органов и систем. Даже информация об ожидающей человека боли моментально вызывает стресс. По мнению П.К. Анохина, «боль – это своеобразное психическое состояние, определяющееся

совокупностью физиологических процессов в ЦНС, вызванных каким-либо сверхсильным или разрушительным раздражением». Однако в то же время сильная боль нарушает все системы регуляции функций организма, болевые ощущения превращаются в страдания, сопровождающиеся эмоциональными проявлениями. Поэтому современная медицина постепенно отходит от представления о боли, как о благодеянии: боль может стать трагедией, которая разыгрывается в организме.

#### *9.5.2 Типы боли*

Различают боль соматическую и висцеральную. Поверхностная соматическая боль возникает в коже (ранняя и поздняя). Боль в соединительной ткани, мышцах, суставах, костях называют глубокой; как правило, она тупая, склонная к распространению. Висцеральная боль вызывается быстрым растяжением органа (лоханки почек, мочевого пузыря) или его спазмом (быстрым сокращением органа). Боль бывает острой и хронической. Острая боль (например, от ожога кожи) ограничена поврежденной областью, она быстро исчезает после устранения повреждения. Устойчивые и рецидивирующие боли, длящиеся более полугода, называют хроническими (например, головные боли при мигрени, боли в сердце при стенокардии).

Компоненты боли – сенсорный, эмоциональный, вегетативный и психомоторный. Вегетативный компонент – это реакция ВНС на болевую стимуляцию. При висцеральной боли (например, желчной колике) реакция ВНС может быть очень сильной и проявляться тошнотой, рвотой, потоотделением, падением АД. Двигательный компонент боли проявляется как рефлекс избегания или защиты (например, отдергивание руки от горячего). При висцеральной боли этот рефлекс проявляется в форме мышечного напряжения. Обычно все компоненты боли возникают вместе, но проявляются по разному. При отсутствии четко выраженной адаптации к боли (головная и зубная боль может длиться часами) в обычной жизни наблюдается привыкание к многократным болевым стимулам.

#### *9.5.3 Ноцицептивные рецепторы*

В настоящее время считается, что боль – это специфическое ощущение с собственным специализированным нервным аппаратом: рецепторами, проводящими путями и нервными центрами.

Боль воспринимается периферическими ноцирецепторами – свободными нервными окончаниями, находящимися в глубоких слоях эпидермиса, в сосочковом слое дермы, в адвентиции мелких кровеносных и лимфатических сосудов, в соединительно-тканых промежутках в мышцах, суставах, сухожилиях. В коже они не расположены диффузно, а сосредоточены в болевых точках.

Большинство болевых рецепторов кожи человека реагирует на разные раздражения – механические, термические и химические – возникновением рецепторного потенциала. Возникающие импульсы от рецепторов проводятся по двум типам нервных волокон – тонким миелинизированным (со скоростью проведения до 20м/с) и немиелинизированным (со скоростью проведения ниже 2,5м/с), причем вторых волокон гораздо больше, чем первых. По толстым волокнам проводится «быстрая боль». Импульсы, проводимые по тонким волокнам, стимулируют передачу возбуждения.

#### *9.5.4 Проводящие пути ноцицептивного анализатора*

В ЦНС болевые импульсы проводятся по спиноталамическим путям болевой чувствительности в таламус, а затем в постцентральную извилину коры больших полушарий. Для того чтобы боль была осознана, болевой импульс должен оказать на кору двойное действие: специфическое и неспецифическое. Специфическое воздействие болевых импульсов оказывается по проводящему пути болевой чувствительности, неспецифическое – по ретикуло-корковым пучкам. Если ретикулярная формация заблокирована – боль не осознается и не ощущается, что широко используется при наркозе.

Организм человека обладает внутренними системами борьбы с болью: в организме вырабатываются эндорфины и др. опиаты, подавляющие болевые ощущения. Обнаружены центральные нисходящие тормозные системы, блокирующие передачу болевой информации в заднем роге. Облегчение боли – одна из основных целей врача, применяющего с этой целью фармакологические, психологические и физические методы (к последним относятся физиотерапия; лечебная физическая культура и массаж).

#### *9.6 ЗРИТЕЛЬНАЯ СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА*

Зрительная сенсорная система (зрительный анализатор) состоит из глазного яблока, проводящего пути и корковой зрительной зоны. Функции: восприятие и кодирование сенсорной зрительной информации, получение зрительного образа.

Орган зрения играет важную роль в познании человеком окружающего мира: с его помощью он получает до 90% информации. Глаз состоит из глазного яблока и вспомогательного аппарата. Глазное яблоко находится в глазнице, костные стенки которой выполняют защитную роль. Амортизатором служит жировая клетчатка глазницы с сосудами и нервами.

#### *9.6.1 Вспомогательный аппарат глаза*

Вспомогательный аппарат глаза состоит из защитных приспособлений, слезного и двигательного аппаратов. К защитным образованиям относятся брови, ресницы и веки. Веки (верхние и нижние) – соединительно-тканые пластинки хрящевой плотности, снаружи покрыты кожей, изнутри конъюнктивой. При сомкнутых веках образуется конъюнктивальный мешок. Слезный аппарат состоит из слезной железы и выводящих путей. Слезная железа занимает ямку в верхнем углу латеральной стенки глазницы. Слеза содержит бактерицидное вещество – лизоцим. Она омывает, увлажняет роговицу, затем стекает к медиальному углу глаза, где собирается в слезный мешок и оттуда по носослезному каналу попадает в нижний носовой ход. К двигательному аппарату относятся произвольные мышцы глаза: четыре прямых и две косых. При нарушениях функций мышц возникает косоглазие.

#### *9.6.2 Строение оболочек глазного яблока*

Глазное яблоко имеет форму сплюснутого в переднезаднем направлении шара диаметром 23,5 мм, состоит из трех оболочек и ядра (**рис. 9.1**).

Фиброзная (белочная) оболочка плотная, расположена снаружи, играет опорно-защитную роль. В ней различают два отдела: передний – роговица, задний – склера. Роговица – тонкая прозрачная пластинка в форме часового стекла, лишенная кровеносных сосудов, но содержащая множество болевых рецепторов. Основные свойства роговицы: прозрачность, зеркальность и сферичность. Роговица – главная линза глаза, через нее в глаз проникает свет. Роговичный рефлекс – это безусловный защитный рефлекс, который заключается в зажмуривании глаз и слезотечении при легчайшем прикосновении к роговице.

Склера – соединительно-тканная капсула глаза, защищает внутреннее ядро глаза. Передняя часть склеры покрыта конъюнктивой, состоящей из соединительной ткани и многослойного эпителия.

Сосудистая оболочка содержит большое количество кровеносных сосудов, питающих сетчатку и выделяющих водянистую влагу. В ней различают три отдела: передний – радужная оболочка; средний – ресничное тело; задний – собственно сосудистая оболочка.

Радужка это ободок, в центре которого находится отверстие – зрачок. Радужка содержит пигмент меланин, количество которого (наряду с сосудами) определяет цвет глаз. Состоит радужка из рыхлой соединительной ткани и гладких мышечных клеток, которые формируют две мышцы: расширяющую и суживающую зрачок.

Ресничное тело – утолщенная часть сосудистой оболочки, расположена ободком вокруг хрусталика. Впереди от ресничного тела отходят ресничные отростки (ресничный пояс или циннова связка), которые вплетаются в капсулу хрусталика. Задняя часть ресничного тела продолжается в сосудистую оболочку. Основа тела состоит из рыхлой соединительной ткани с многочисленными кровеносными сосудами и гладкомышечными клетками, образующими ресничную мышцу, которая участвует в аккомодации глаза. Она состоит из продольных и круговых гладких мышечных волокон.

Собственно сосудистая оболочка – большая часть сосудистой оболочки, наружной поверхностью обращенная к склере, внутренней – к сетчатке. Состоит из рыхлой соединительной ткани, кровеносных сосудов, содержит пигментные клетки с черным пигментом, поглощающим свет.

Сетчатка – тонкая мягкая пластинка, внутренней поверхностью обращенная к стекловидному телу. Задний, больший отдел сетчатки содержит светочувствительные рецепторы и поэтому называется зрительной частью. Передний, меньший ее отдел (рядом с ресничным телом) не имеет фоторецепторов и называется слепой частью, состоит из пигментного слоя и эпителиальных клеток. Снаружи сетчатка покрыта пигментным слоем, под которым расположен слой фоторецепторных нейронов с отростками в форме палочек и колбочек. Второй слой нейронов – вставочные нейроны, третий – ганглиозные нейроны, своими аксонами образующие зрительный нерв.

Место выхода зрительного нерва из глазницы называется диском (соском) зрительного нерва (диаметром 1,7 мм). Здесь отсутствуют фоторецепторы, поэтому другое название диска – слепое пятно. Латеральнее диска на сетчатке расположено желтое пятно с центральной ямкой, содержащее большое



количество колбочек – место наилучшего видения. По направлению к периферии сетчатки количество колбочек уменьшается, а палочек – возрастает. По периферии сетчатки расположены только палочки. Воспаление сетчатки – ретинит.

### *9.6.3 Строение внутреннего ядра глазного яблока*

Внутреннее ядро включает водянистую влагу, хрусталик и стекловидное тело. Все они, как и роговица, прозрачны, преломляют лучи света и составляют светопреломляющие среды глаза или его оптическую систему, благодаря которой попадающие в глаза лучи фокусируются и попадают на сетчатку.

Оптическая ось глаза соединяет центр роговицы с центральной ямкой сетчатки, ее длина 21,175 мм.

Водянистая влага находится в передней и задней камерах глаза. Передняя камера расположена между роговицей и радужкой, задняя камера - между радужкой и хрусталиком с ресничным телом. Обе камеры сообщаются между собой через зрачок. Хрусталик - двояковыпуклая линза, состоящая из прозрачных соединительно-тканых клеток, снаружи имеет прозрачную капсулу. Помутнение хрусталика – катаракта.

Стекловидное тело – прозрачное желеобразное вещество, заполняет пространство между хрусталиком и сетчаткой. Оно не имеет сосудов и нервов, поддерживает форму глазного яблока.

### *9.6.4 Основы зрительного восприятия*

Периферическим аппаратом восприятия световых волн является глаз. Сетчатка и зрительный нерв – часть переднего мозга, выдвинутая в глазницу. Аппарат зрительного восприятия состоит из рецепторов сетчатки и оптической системы глаза. В оптическую систему входят: роговица, радужка (зрачок), хрусталик, стекловидное тело, камеры глаза, заполненные внутриглазной жидкостью. Их основные свойства – преломление лучей света (рефракция) и максимальная прозрачность. Рефракция глаза составляет около 59 - 70,5 d (диоптрий). Диоптрия – это преломляющая сила линзы с фокусным расстоянием 1 м. При увеличении рефракции фокусное расстояние уменьшается. Основные линзы глаза - роговица (40 d) и хрусталик (20 d).

В зависимости от длины продольной оси глаза и в меньшей степени – преломления линз глаза (главным образом хрусталика) изображение видимых предметов может оказаться на сетчатке, впереди или позади сетчатки (**рис. 9.2**). При уменьшении продольной оси глаза фокусное расстояние увеличивается, изображение оказывается за сетчаткой. Для ясности изображения человек вынужден удалять от глаза видимый предмет. Это - дальнозоркость или гиперметропия. При уменьшении продольной оси глаза изображение оказывается впереди сетчатки. Нужно приблизить предмет, чтобы его изображение сфокусировать на сетчатку. Это - близорукость или миопия. Дальнозоркость характеризуется слабой рефракцией, она корректируется очками с двояковыпуклыми линзами (+). Близорукость характеризуется сильной рефракцией, корректируется очками с двояковогнутыми линзами (-).

В нормальном глазу изображение предметов на сетчатке – действительное, уменьшенное и перевернутое (обратное). Нормальное видение предметов зрительное ощущение, создание зрительного образа обеспечивает корковая зона зрительного анализатора.

Функция зрачка – адаптация глаза к свету (4-5 мин) и темноте (40-50 мин). Адаптация объясняется уменьшением чувствительности рецепторов глаза к свету. Количество света, пропускаемое зрачком, регулируется круговой и радиальной гладкими мышцами радужки. Мышцу, суживающую зрачок иннервирует парасимпатический нерв; мышцу, расширяющую зрачок иннервирует симпатический нерв. Эмоции боли, страха, уменьшение светового потока вызывают симпатическую реакцию расширения зрачка, а увеличение светового потока – парасимпатическую реакцию сужения зрачка.

### *9.6.5 Анализ световых ощущений*

В сетчатке 125 млн. фоторецепторов – палочек, воспринимающих свет и обуславливающих поле зрения, и 6-7 млн. колбочек, воспринимающих цвет и отвечающих за остроту зрения. Палочки расположены на периферии, а колбочки в основном сосредоточены в центральной ямке желтого пятна. Наружный слой сетчатки содержит пигмент меланин: он поглощает лучи света (во избежание их рассеивания внутри глаза) и делает изображение более четким. Восприятие света обусловлено фотохимическими процессами в фоторецепторах.

Фотопигмент палочек – родопсин быстро распадается на свету и восстанавливается в темноте в присутствии витамина А и меланина сетчатки. При недостатке витамина А нарушается сумеречное зрение (куриная слепота). Порог чувствительности родопсина очень высок: импульс в палочках возникает всего от одного кванта света. Пигмент колбочек йодопсин расщепляется медленнее, чем пигмент палочек. Палочки – элементы сумеречного зрения, колбочки – дневного.

Острота зрения, *visus* - это способность глаза различать отдельно две точки, расположенные на минимальном расстоянии. Эта способность зависит от угла зрения (угла между лучами, идущими от двух крайних точек предмета к глазу). Нормальный глаз различает предметы под углом зрения в 1° (*visus*=1). Более высокую остроту зрения обеспечивает центральная ямка сетчатки (центральное зрение).

Поле зрения – это пространство, видимое при фиксированном взоре. Эта функция обеспечивается палочками и характеризует состояние периферического зрения.

Современная теория цветового зрения – полихроматическая. В колбочках содержится три фотопигмента, обуславливающих восприятие трех основных цветов - синего, красного, зеленого. Белый цвет возбуждает все эти фотоэлементы, совместное возбуждение которых и дает ощущение белого цвета. Нарушения цветового зрения устанавливаются с помощью полихроматических таблиц Е.Б. Рабкина. Дальтонизм – это врожденное нарушение цветового зрения, когда наблюдается слепота на красный, зеленый, реже фиолетовый цвет (страдают 8% мужчин и 0,5% женщин). Кстати, дальтонизм лучше выявляется в условиях плохой освещенности: при ярком освещении дальтоник может хорошо различать все эти цвета.

#### *9.6.6 Механизм аккомодации*

Аккомодация – способность глаза четко видеть предметы, удаленные на различные расстояния. В систему аккомодации входит хрусталик, ресничные мышца и связка. При рассматривании далеко расположенных предметов кольцевые волокна ресничной мышцы сокращаются, ресничная связка растягивает хрусталик, придавая ему более плоскую форму, уменьшая его рефракцию. При рассматривании близко расположенных предметов продольные волокна ресничной мышцы сокращаются, связка провисает, и хрусталик в силу своей эластичности принимает более выпуклую форму, его рефракция увеличивается (**рис. 9.3**). Пресбиопия – старческое зрение – возникает после 30 лет из-за потери хрусталиком эластичности. В результате хрусталик уплощается, его рефракция уменьшается, развивается дальнозоркость.

Спазм аккомодации – заключается в длительном сокращении ресничной мышцы из-за зрительного переутомления: человек становится близоруким. Актуально у школьников, студентов и т.д. Паралич аккомодации – может наблюдаться по причине длительного спазма аккомодации: человек становится дальнозорким.

#### *9.6.7 Как мы видим?*

Свет проходит через прозрачные светопреломляющие среды глаза, которые фокусируют свет на желтое пятно сетчатки с его центральной ямкой (место наилучшего видения). Зрачок регулирует поток света с помощью мышц радужки – сфинктера и дилататора. Хрусталик с помощью аккомодации позволяет четко видеть предмет на любом расстоянии. Бинокулярное зрение обеспечивают глазодвигательные мышцы, которые устанавливают зрительные оси глаз параллельно при взгляде вдаль или сближают, перекрещивают их при рассматривании близких предметов и обеспечивают правильную оценку расстояния до предмета, позволяют видеть предметы более рельефно. В фоторецепторах сетчатки под влиянием света происходят сложные фотохимические реакции превращения зрительных пигментов, возникает нервный импульс, который передается по зрительному нерву, образованному отростками нейронов сетчатки.

Парный зрительный нерв диаметром 2,0-2,5 мм состоит из 1 миллиона нервных волокон. Он выходит из полости глазницы через собственный канал в полости черепа и образует зрительный перекрест на основании мозга. Образующиеся за перекрестом зрительные тракты следуют к латеральным колленчатым телам и верхним холмикам четверохолмия. Из верхнего холмика импульсы поступают в ядра III пары ЧМН (двигательные и парасимпатические), откуда происходит иннервация большинства произвольных глазодвигательных мышц, гладких мышц глаза, осуществляются рефлексы - зрачковый и ориентировочный - поворот глазных яблок в направлении светового раздражителя. Нейроны сетчатки также связаны с вестибулярным аппаратом, гипоталамусом и мозжечком.

Следующим подкорковым зрительным центром является таламус. Затем аксоны нейронов латеральных колленчатых тел по пути в корковую зону образуют лучистость – зрительное сияние.

Корковая зрительная зона расположена в затылочных долях больших полушарий по краям шпорной борозды. Здесь осуществляется интеграция зрительных сигналов и создание зрительного образа. В зрительной коре спроецированы мельчайшие участки сетчатки. Различные нейроны возбуждаются от разных раздражителей (цвет, контуры предмета и др.). Зрительное восприятие формируется при участии лобных долей и других отделов мозга.

### *9.7 ОБОНЯТЕЛЬНАЯ СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА*

Обонятельный анализатор принимает участие в определении запахов, связанных с появлением в окружающей среде (и пище) определенных химических соединений. Обонятельные раздражители присутствуют обычно в низких концентрациях. Они выполняют сигнальную роль, менее значимую у человека и важную у животных, насекомых, у которых пахучие вещества-феромоны, выделяемые специальными железами, позволяют управлять поведением других особей того же вида (половым, защитным и др.).

#### *9.7.1 Строение обонятельного анализатора*

У человека органом обоняния является нос. Обонятельная область диаметром 3 см расположена в слизистой оболочке верхнего носового хода и прилежащей части перегородки носа. Область состоит из обонятельных хеморецепторных клеток, расположенных поверхностно, и опорных клеток, лежащих глубже. В области также находятся обонятельные железы, секрет которых увлажняет поверхность обонятельной области, предохраняя ее от высыхания. Периферические отростки обонятельных клеток имеют обонятельные волоски, а центральные - образуют 15-20 обонятельных нервов, которые через отверстия решетчатой кости проникают в полость черепа, затем в обонятельную луковицу, образуя синапсы на ее нейронах. Аксоны нейронов обонятельной луковицы образуют обонятельные тракты и достигают корковой обонятельной зоны, расположенной на основании височной доли (парагиппокампазная извилина и др.). Поражение обонятельной луковицы сопровождается понижением обоняния (гипосмией), иногда обострением обоняния (гиперосмией).

#### *9.7.2 Механизмы обонятельной рецепции*

В волосках обонятельных клеток, видимо, осуществляются процессы обонятельной рецепции. Волоски значительно увеличивают рецепторную поверхность. Считается, что для возбуждения рецепторов требуется непосредственный контакт пахучего вещества с клетками обонятельного эпителия и адсорбция молекул пахучего вещества на мембране клеток. В результате на участке мембраны появляется рецепторный потенциал, и рецептор возбуждается. Каждый обонятельный рецептор имеет довольно широкий спектр разной чувствительности ко многим пахучим веществам.

### *9.8 ВКУСОВАЯ СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА*

Значение вкусового анализатора заключается в апробации качества пищи при ее непосредственном контакте со слизистой оболочкой полости рта.

#### *9.8.1 Строение вкусовых рецепторов*

Рецепторы – вкусовые почки (вкусовые луковицы) – заложены в эпителии слизистой оболочки языка в желобоватых, листовидных, нитевидных и грибовидных сосочках. Гораздо меньше их в слизистой неба, глотки, миндалин. В каждом грибовидном сосочке содержится 3-4 вкусовых луковицы. У взрослого человека имеется 9000-10000 вкусовых луковиц.

Вкусовая луковица состоит из 10-15 хеморецепторных клеток и нескольких опорных. Клетки тесно прилежат друг к другу порой напоподобие долек апельсина. В верхушке луковицы образуется вкусовой канал, который открывается на поверхность языка. Рецепторные клетки поры снабжены микроворсинками.

#### *9.8.2 Вкусовые ощущения и физиологические механизмы вкусовой рецепции*

Поверхность языка неодинаково чувствительна к различным вкусовым раздражителям. Так, к соленому и сладкому более чувствителен кончик языка, кислое ощущается его боковой поверхностью, горькое – у основания. При продолжительном действии вещества на язык вследствие адаптации рецептора снижается вкусовая чувствительность к этому веществу. Адаптация к сладкому и соленому развивается быстрее, чем к горькому и кислому. Отмечены индивидуальные отличия в порогах вкусовых ощущений, связанные с утомлением, болезнями и др. Ощущение едкого, вяжущего, терпкого

вкуса – результат раздражения не только вкусовых, но и обонятельных рецепторов носа, тактильных, болевых и температурных рецепторов полости рта.

Адекватными раздражителями для рецепторов вкуса являются предварительно растворенные слюной пищевые вещества, которые адсорбируются на микроворсинках вкусовых рецепторов. При их возбуждении возникает рецепторный потенциал.

### *9.8.3 Пути вкусовой чувствительности*

Информация от вкусовых рецепторов о химическом составе пищевых веществ, находящихся в полости рта, поступает по черепным нервам (лицевому – от передней  $\frac{2}{3}$  языка, по языкоглоточному и блуждающему – от задней  $\frac{1}{3}$  языка) в продолговатый мозг, таламус и корковую зону вкусового анализатора, расположенную на основании полушарий, рядом с обонятельной зоной.

## **9.9 СЛУХОВАЯ И ВЕСТИБУЛЯРНАЯ СЕНСОРНЫЕ СИСТЕМЫ**

### *9.9.1 Общий план строения, функции преддверно-улиткового органа*

Преддверно-улитковый орган или орган слуха и равновесия, включает три отдела: наружное, среднее и внутреннее ухо. Воспаление уха – отит (наружный, средний, внутренний).

Наружное, среднее ухо и часть внутреннего уха – улитка - составляют вместе орган слуха (**рис. 9.4**). Другая часть внутреннего уха - его преддверие и полукружные каналы - относится к органу равновесия. Внутреннее ухо связано с головным мозгом посредством преддверно-улиткового нерва. Орган слуха предназначен для восприятия звуков с частотой их колебаний в 1 с в диапазоне от 16 до 2000 Гц и передачи информации о звуковых сигналах в мозг. Орган равновесия служит для восприятия положения и движения головы в пространстве и передачи об этом информации в мозг, что необходимо для сохранения равновесия.

### *9.9.2 Наружное ухо*

Наружное ухо включает ушную раковину (служит для улавливания звуковых колебаний) и наружный слуховой проход - резонатор звука.

Ушная раковина состоит из эластического хряща, покрытого кожей. Ушная раковина – важная рефлексогенная область, биологически активные точки и зоны которой связаны со всеми внутренними органами и используются в рефлексотерапии. Входом в наружный слуховой проход является наружное слуховое отверстие. Наружный слуховой проход - изогнутый канал длиной около 3,5 см, который начинается наружным слуховым отверстием и заканчивается слепо барабанной перепонкой. Проход делится на два отдела: начальный короткий хрящевой и более длинный костный, расположенный в глубине. Изнутри наружный слуховой проход выстлан кожей. Барабанная перепонка - тонкая овальная пластинка диаметром 1 см<sup>2</sup>, отделяющая наружный слуховой проход от полости среднего уха. Она расположена косо, имеет соединительно-тканную основу с коллагеновыми волокнами, снаружи выстлана кожей, а изнутри - слизистой оболочкой.

### *9.9.3 Среднее ухо*

Среднее ухо включает барабанную полость с тремя слуховыми косточками, слуховую трубу и является звукопроводящим отделом органа слуха.

Барабанная полость расположена в пирамиде височной кости между наружным слуховым проходом и внутренним ухом, имеет форму куба и объем около 1 см<sup>3</sup>. Медиальная стенка отделяет барабанную полость от преддверия внутреннего уха. На этой стенке имеется овальное отверстие (окно преддверия), закрытое основанием стремени, и круглое отверстие - окно улитки, закрытое вторичной барабанной перепонкой. На передней стенке имеется отверстие слуховой трубы. На задней стенке находится отверстие, ведущее в полость - сосцевидную пещеру, которая сообщается с сосцевидными ячейками височной кости. Стенки барабанной полости, сосцевидной пещеры и ячеек выстланы слизистой оболочкой, и все эти полости заполнены воздухом.

В барабанной полости находятся три миниатюрные слуховые косточки: молоточек, наковальня и стремя. Они соединены друг с другом суставами и расположены цепочкой от барабанной перепонки до овального окна. Молоточек приращен к барабанной перепонке и соединен с наковальней. Наковальня сочленяется со стремением. Основание стремени закрывает окно преддверия. Барабанная полость посредством слуховой трубы сообщается с носовой частью глотки, с сосцевидной пещерой и через нее с сосцевидными ячейками.

Слуховая (евстахиева) труба имеет длину около 3,5 см, ширину 2 мм. Воспаление трубы - евстахеит. Она служит для проведения воздуха из носовой части глотки в барабанную полость,

благодаря чему давление на барабанную перепонку со стороны этой полости уравнивается с внешним давлением. В слуховой трубе различают две части - хрящевую и костную и два отверстия - глоточное и барабанное. Она начинается глоточным отверстием на боковой стенке носоглотки и открывается барабанным отверстием в барабанную полость.

#### 9.9.4 Внутреннее ухо

Внутреннее ухо находится в пирамиде височной кости между барабанной полостью и внутренним слуховым проходом, состоит из костного лабиринта и расположенного в нем перепончатого лабиринта.

Костный лабиринт длиной 22 мм, имеет сложную форму и включает три сообщающихся между собой отдела: улитку, преддверие и костные полукружные каналы. Между стенками костного и перепончатого лабиринтов имеется перилимфатическое пространство с жидкостью – перилимфой, близкой по составу к спинномозговой жидкости.

Улитка - передний отдел костного лабиринта, спирально закрученная в 2,5 витка костная трубка, имеет широкое основание и верхушку - купол улитки. Внутри улитки спиральный канал. Осью улитки является костный стержень, вокруг которого обвивается костная спиральная пластинка, которая не полностью перегородивает спиральный канал.

Преддверие является средним отделом костного лабиринта, разделенным на два углубления: круглое и овальное.

3 костных полукружных канала шириной около 2 мм каждый составляют задний отдел костного лабиринта и открываются в преддверие. Они расположены в трех взаимно перпендикулярных плоскостях: сагиттальной, фронтальной и горизонтальной. Каждый канал дугообразно изогнут и имеет два конца - костных ножки, причем одна ножка расширена (ампулярная костная ножка).

Перепончатый лабиринт содержит эндолимфу, близкую по составу к внутриклеточной жидкости, в основном повторяет форму костного лабиринта и имеет три сообщающихся между собой отдела: улитковый проток, круглый и овальный мешочки и полукружные протоки. Стенки перепончатого лабиринта соединительно-тканые, изнутри выстланы эндотелием.

Перепончатый лабиринт улитки (**рис. 9.5**) - улитковый проток расположен внутри костного спирального канала, повторяет его контуры и на поперечном разрезе имеет треугольную форму. Наружная стенка улиткового лабиринта сращена со стенкой костного спирального канала. Две другие стенки (мембраны) отделяют улитковый лабиринт от каналов: лестницы преддверия, прилежащей к костному лабиринту над улитковым протоком и барабанной лестницы, расположенной под улитковым протоком. Оба канала содержат перилимфу и соединяются друг с другом отверстием, расположенным в куполе улитки. Преддверная (рейснерова) мембрана отделяет улитковый проток от лестницы преддверия. Барабанная, нижняя стенка улиткового лабиринта называется также спиральной или базиллярной (основной) мембраной. Она отделяет улитковый проток от барабанной лестницы. На ней расположен спиральный орган, являющийся рецепторным звуковоспринимающим отделом органа слуха.

Спиральный (кортиев) орган имеет сложное микроскопическое строение (**рис. 9.6**). В его основе лежит основная пластинка, которая содержит около 23000 тонких коллагеновых волокон (струн-резонаторов) и на которой расположены волосковые клетки, являющиеся механорецепторами с покровной мембраной над ними.

Круглый и овальный мешочки находятся в костном преддверии. Они соединены друг с другом, с улитковым лабиринтом, с полукружными протоками и заполнены эндолимфой. Полукружные протоки находятся в соответствующих костных полукружных каналах. Один конец каждого протока расширен и называется ампулярной перепончатой ножкой. На внутренней поверхности перепончатых ампул полукружных протоков, в круглом и овальном мешочках преддверия имеются 5 рецепторных участков органа равновесия - ампулярные гребешки, а в мешочках – пятна, состоящие из рецепторных волосковых клеток. Гребешки ампул полукружных протоков и пятна сферического и эллиптического мешочков преддверия вместе составляют орган равновесия (вестибулярный аппарат), реагирующий на изменение положения головы (и тела) в пространстве. Волоски рецепторных клеток ампулярных гребешков погружены в купол из особого желеобразного вещества и выходят в эндолимфу. Над волосками рецепторных клеток пятен мешочков находится студенистая отолитовая мембрана, с отолитами - кристаллами карбоната кальция.

### *9.9.5 Физиологические механизмы восприятия звуковых колебаний*

Воздушные звуковые колебания улавливаются ушной раковиной и передаются по наружному слуховому проходу на барабанную перепонку. Она начинает колебаться с частотой, соответствующей частоте звука. Эти колебания передаются системе слуховых косточек и перилимфе внутреннего уха. Колебания перилимфы вызваны вибрацией основания стремени в окне преддверия. В лестнице преддверия они распространяются в сторону купола улитки, где через отверстие передаются на перилимфу барабанной лестницы, отграниченной от преддверия эластичной вторичной барабанной перепонкой. Колебания перилимфы барабанной лестницы передаются на основную мембрану, эндолимфу протока улитки и волосковые клетки спирального органа.

Считается, что звуковые колебания разной частоты вызывают колебания разных участков основной мембраны – от овального окна до купола улитки, где ее эластичность уменьшается. В ответ на высокочастотные колебания вибрирует начальная часть основной мембраны, на низкочастотные – концевая ее часть, расположенная ближе к куполу улитки. Под влиянием упругих свойств жидкости, заполняющей каналы улитки, волна быстро ослабевает. Значит, только определенные звуковые раздражители вызывают максимальные колебания определенных участков основной мембраны и возбуждение рецепторов спирального органа. При контакте волосковых клеток с покровной мембраной их волоски изгибаются, и возникает нервный импульс.

Кроме воздушной передачи звука через барабанную перепонку и слуховые косточки, существует передача звука через кости черепа. Звучащее тело (например, камертон) вызывает колебания костей черепа, которые передаются на слуховой аппарат. Воздушная проводимость звука выражена лучше, чем костная.

### *9.9.6 Слуховые пути*

Импульсы передаются по афферентным нервным волокнам (периферическим отросткам спирального узла) в спиральный узел, расположенный в улитке (первый нейрон). Центральные отростки спирального узла в составе преддверно-улиткового нерва достигают улитковых ядер моста (второй нейрон). Отсюда импульсы поступают в нижние холмики четыреххолмия и медиальные коленчатые тела (третий нейрон), а затем в первичную слуховую зону – задний отдел верхней височной извилины.

Остроту слуха к речевым сигналам проверяют с помощью таблицы В.И. Воячека для исследования слуха речью. Чувствительность уха к речевым сигналам определяет профессиональную пригодность обследуемого, служит показателем эффективности применяемых методов лечения и является важным критерием для суждения о степени потери слуха при врачебной экспертизе.

### *9.9.7 Физиологические механизмы вестибулярной рецепции*

Рецепторный аппарат полукружных каналов и преддверия имеет сходство в физиологических механизмах возбуждения механорецепторов – рецепторных волосковых клеток. Раздражение рецепторных клеток ампулярных гребешков полукружных каналов происходит при ускорении или замедлении вращательного движения - в результате изменения давления на волоски этих клеток при движении эндолимфы. Раздражителем для пятен мешочков преддверия является тряска, качка, линейное ускорение: импульсы возникают или вследствие скольжения отолитовой мембраны по рецепторным клеткам или вследствие натяжения и давления на них.

### *9.9.8 Проводящие пути вестибулярного анализатора*

К вестибулярным рецепторам подходят афферентные нервные волокна – периферические отростки чувствительных нейронов преддверного узла (первый нейрон), лежащего на дне внутреннего слухового прохода. Центральные отростки нейронов этого узла образуют преддверный нерв, который выходит из отверстия внутреннего слухового прохода вместе с улитковым нервом и направляются к вестибулярным ядрам (второй нейрон), расположенным на дне IV желудочка Аксоны нейронов ядер подходят к таламусу (третий нейрон) и далее, к корковому отделу вестибулярного анализатора, который находится в теменно-височной области.

Вестибулярная система связана с мозжечком, ретикулярной формацией, гипоталамусом, спинным мозгом, ядрами блуждающего и глазодвигательного нервов. Это позволяет вестибулярному аппарату играть важную роль в поддержании равновесия при изменении положения головы и тела в пространстве, в осуществлении глазодвигательных реакций. Тесные связи вестибулярного анализатора с вегетативной нервной системой обуславливают симптомы «морской болезни» при плавании на

морском, речном транспорте, полете в самолете, раскачивании на качелях и др. Возбуждение вестибулярных рецепторов сопровождается вегетативными рефлексам: тошнотой, рвотой, головокружением, изменениями артериального давления, дыхания и др. При повреждении вестибулярного аппарата возникает болезнь Миньера, которая сопровождается нистагмом (колебательными движениями глаз), изменением тонуса мышц, головокружением.

### ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

Задание № 1. Выберите один или несколько правильных ответов

1. Площадь кожи составляет:
  - A) 1,5-2 м<sup>2</sup>
  - B) 1-2 м<sup>2</sup>
  - C) 2-3 м<sup>2</sup>
  - D) 3-4 м<sup>2</sup>
2. Рефлексы растяжения регулируют:
  - A) тонус мышц
  - B) длину мышц
  - C) работу мышц
  - D) силу мышц
3. В состав пота входят:
  - A) минеральные соли
  - B) вода
  - C) продукты белкового обмена
  - D) продукты жирового обмена
4. Кортикальная зона кожного анализатора расположена в:
  - A) постцентральной извилине теменной доли
  - B) прецентральной извилине лобной доли
  - C) верхней височной извилине
  - D) нижней лобной извилине
5. К механорецепторам относятся:
  - A) тактильные рецепторы
  - B) вестибулярные рецепторы
  - C) слуховые рецепторы
  - D) терморецепторы
6. К оболочкам глаза относится:
  - A) хрусталик
  - B) стекловидное тело
  - C) брови
  - D) сетчатка
7. К ядру глазного яблока относится:
  - A) хрусталик
  - B) фиброзная оболочка
  - C) сосудистая оболочка
  - D) сетчатка
8. Возбуждение симпатической нервной системы вызывает:
  - A) уменьшение частоты и силы сердечных сокращений
  - B) расширение зрачков
  - C) спазм бронхов
  - D) усиление тонуса и перистальтики кишечника
9. Зрительный образ возникает:
  - A) в сетчатке
  - B) в верхних холмиках четверохолмия
  - C) в латеральных колленчатых телах
  - D) в зрительной зоне коры

10. Функцию аккомодации в основном обеспечивают следующие образования глазного яблока
- A) хрусталик
  - B) ресничное тело
  - C) роговица
  - D) стекловидное тело
11. К наружному уху относится:
- A) ушная раковина
  - B) наружный слуховой проход
  - C) внутренний слуховой проход
  - D) барабанная перепонка
12. К внутреннему уху относится:
- A) преддверие
  - B) полукружные каналы
  - C) улитка
  - D) слуховая труба
13. Рецепторы спирального органа и вестибулярного аппарата являются:
- A) механорецепторами
  - B) барорецепторами
  - C) хеморецепторами
  - D) осморецепторами
14. Кортиковая зона слухового анализатора расположена в доле больших полушарий:
- A) височной
  - B) лобной
  - C) теменной
  - D) затылочной
15. Барабанная полость сообщается:
- A) с сосцевидной пещерой
  - B) с носоглоткой
  - C) с наружным слуховым проходом
  - D) с внутренним слуховым проходом
- ЭТАЛОНЫ ОТВЕТОВ.** Задание № 1 1-А, 2-В, 3-А,В,С, 4- А, 5-А,В,С, 6-Д, 7-А, 8-В, 9-Д, 10-А,В, 11-А,В,Д, 12-А,В,С, 13-А, 14-А, 15-А,В

## УЧЕБНЫЙ МОДУЛЬ 10. ЖЕЛЕЗЫ ВНУТРЕННЕЙ СЕКРЕЦИИ

### УЧЕБНЫЕ ЦЕЛИ

ПОСЛЕ ИЗУЧЕНИЯ МОДУЛЯ СТУДЕНТ ДОЛЖЕН:

**ИМЕТЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О:** разновидностях секретов и желез; механизме действия гормонов; классификации гормонов; органах-мишенях; механизме работы гипоталамо-гипофизарно-адреналовой системы; адаптационном синдроме; механизме регуляции деятельности желез внутренней секреции.

**ЗНАТЬ:** какие железы называют железами внешней, внутренней и смешанной секреции; свойства гормонов; физиологические эффекты гормонов гипофиззависимых и гипофизнезависимых желез внутренней секреции в норме и при гипер- и гипофункции.

**УМЕТЬ:** показывать на таблицах и муляжах железы внутренней секреции, представлять их расположение и проекции на тело человека; использовать медицинские термины.

### ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

#### 10.1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЖЕЛЕЗ ВНУТРЕННЕЙ СЕКРЕЦИИ

Кроме нервной системы функции организма регулирует эндокринный аппарат, состоящий из специальных желез и отдельных клеток. Эти высокоспециализированные железы, не имеющие выводных протоков и выделяющие свой секрет - гормоны непосредственно в межклеточные щели,



кровь, лимфу или мозговую жидкость, получили название эндокринных или желез внутренней секреции (**рис. 10.1**). К ним относятся: гипофиз, эпифиз, щитовидная, околощитовидные железы, надпочечники, эндокринная часть половых желез и поджелудочной железы.

Кроме желез к эндокринному аппарату относятся группы диффузно расположенных в организме специальных клеток, выделяющих свои секреты в кровь.

Гормоны – химические соединения, обладающие высокой биологической активностью. В малых количествах они дают значительный физиологический эффект. Гормоны контролируют важнейшие процессы организма: активность генов, процессы онтогенеза, рост и развитие тканей, размножение, формирование пола. Влияя на ствол головного мозга (средний, промежуточный мозг) через ретикулярную формацию и лимбическую систему, они изменяют тонус коры больших полушарий.

Гормон передает информацию в форме химического соединения, действующего на чувствительные к нему органы-мишени. Восприятие информации в этих органах возможно благодаря белковым молекулам-рецепторам, расположенным в мембранах и органоидах клеток. Они распознают и связывают определенный гормон. В результате взаимодействия с гормоном в мембране, ферментах, генетическом аппарате клетки возникают изменения, обуславливающие его влияние. Если не осуществилось взаимодействие гормона с рецепторами органа-мишени, он расщепляется в печени, почках и легких.

Помимо «классических» гормонов, которые вырабатываются железами внутренней секреции, обнаружены гормоны, образующиеся в специальных эндокринных клетках и выделяющиеся в пищеварительном тракте. Так, гастрин выделяется в желудке и стимулирует работу его желез; секретин образуется в двенадцатиперстной кишке и активизирует секрецию поджелудочной железы; холецистокинин выделяется в двенадцатиперстной кишке и возбуждает сокращение стенки желчного пузыря. В тканях были обнаружены гистамин, простагландины, брадикинин и др. Эти гормоны действуют локально там, где образуются.

Паракринные гормоны занимают промежуточное положение между гормонами эндокринных желез и медиаторами, выделяющимися в синапсах. Паракринные гормоны выделяются ответвлениями аксонов непосредственно в межклеточную жидкость и имеют местное или тканевое действие.

Согласно принципу функциональной взаимозависимости, железы внутренней секреции подразделяются на четыре группы.

1. Группа аденогипофиза – щитовидная железа, корковое вещество надпочечников (пучковая и сетчатая зоны), эндокринная часть половых желез.
2. Эндокринные железы, не зависящие от аденогипофиза – паращитовидные железы, эндокринная часть поджелудочной железы, надпочечники (клубочковая зона).
3. Эндокринные железы нейроглиального происхождения – эпифиз, нейрогипофиз.
4. Нейроэндокринные образования – нейросекреторные клетки ядер гипоталамуса, мозговое вещество надпочечников, эндокринные клетки в стенке желудка и кишечника.

Функция желез внутренней секреции может быть снижена (гипофункция) или же увеличена (гиперфункция). Избыточная или недостаточная продукция гормонов вызывает тяжелейшие обменные нарушения и заболевания организма.

## *10.2. ГИПОТАЛАМУС*

Гипоталамус – отдел промежуточного мозга, высший нервный центр, регулирующий работу эндокринного аппарата. Здесь демонстрируется непосредственное взаимодействие нервной и эндокринной системы. Кроме собственных нейронов, в гипоталамусе находятся секреторные нервные клетки. Они способны не только выделять нейrogормоны, но и осуществлять нервную функцию передачи возбуждения в виде потенциалов действия. В них вырабатываются следующие нейrogормоны: вазопрессин, окситоцин и релизинг-гормоны.

Вазопрессин или антидиуретический гормон повышает артериальное давление и регулирует процесс обратного всасывания в канальцах нефрона.

Окситоцин усиливает перистальтику желудочно-кишечного тракта, стимулирует сокращение мышц матки, способствует более быстрому родовому акту, стимулирует выделение молока.

Рилизинг-гормоны влияют на аденогипофиз через кровь и способны как стимулировать, так и тормозить выработку гипофизом тропных гормонов. В том случае, если они стимулируют образование тропных гормонов, их называют либеринами, а если обладают тормозящим действием - статинами.

Таким образом, выделение каждого гормона гипофиза регулируется как минимум двумя рилизинг-гормонами - возбуждающим и тормозящим. Синтез гормонов гипоталамуса контролируется импульсами от лимбической системы.

### *10.3 ГИПОФИЗ*

Гипофиз – нижний придаток мозга, весом около одного грамма. Он находится в полости черепа, в ямке турецкого седла и связан с гипоталамусом воронкой. Гипофиз - центральная железа внутренней секреции, регулирует функции зависимых от него желез внутренней секреции.

Различают две доли гипофиза – переднюю - аденогипофиз и заднюю - нейрогипофиз.

Железистые клетки аденогипофиза вырабатывают тропные гормоны.

1. Соматотропный гормон или гормон роста стимулирует обмен веществ, рост костей, мышц, органов. Выделение этого гормона носит эпизодический характер. У детей он выделяется в большем количестве, чем у взрослых. При избыточной продукции этого гормона у детей происходит усиление роста – гигантизм, а при недостатке гормона – пропорциональная карликовость (с нормальным развитием психики) (**рис. 10.2**).

Гиперпродукция этого гормона у взрослых вызывает увеличение в размерах выступающих частей скелета - костей лица, надбровных дуг, кистей и ступней. Это заболевание называется акромегалией (**рис. 10.3**).

2. Тиреотропный гормон выделяется постоянно и стимулирует выделение щитовидной железой гормонов тироксина и трийодтиронина. Уровень этого гормона регулируется по принципу обратной связи, его количество зависит от количества гормонов, выделяемых щитовидной железой.

3. Адреноректорный гормон активизирует функцию коры надпочечников.

4. Гонадотропные гормоны - фолликулостимулирующий, лютеинизирующий и пролактин.

Фолликулостимулирующий гормон стимулирует у женщин рост фолликулов яичников. У мужчин он активизирует сперматогенез.

Пролактин или лютеотропный гормон стимулирует образование желтым телом яичников гормона беременности - прогестерона.

Лютеинизирующий гормон регулирует овуляцию и образование желтого тела, стимулирует развитие и созревание половых клеток, секрецию половых гормонов.

5. Меланотропный гормон контролирует синтез меланина, распределение этого пигмента в коже и сетчатке глаз.

Нейрогипофиз состоит из клеток нейроглиального происхождения, которые контактируют с отростками нейросекреторных клеток гипоталамуса. К клеткам задней доли гипофиза транспортируются нейрогормоны гипоталамуса, которые там накапливаются и затем поступают в кровь.

### *10.4 НАДПОЧЕЧНИКИ*

Это парный орган, массой 12-13 г, прилежащий к верхнему полюсу почек и состоящий из коркового и мозгового вещества.

Мозговой слой вырабатывает два гормона: адреналин и норадреналин.

Адреналин увеличивает силу и частоту сердечных сокращений, сужает периферические сосуды, а сердечные и легочные - расширяет, тормозит перистальтику пищеварительного тракта, расширяет зрачок, влияет на углеводный обмен как антагонист инсулина, повышающий уровень глюкозы в крови. Он ускоряет окислительные процессы в клетках, увеличивает силу мышц, мобилизует организм к немедленной реакции на изменения во внешней среде. Отсюда происходит второе название адреналина – «аварийный гормон».

Норадреналин поддерживает тонус кровеносных сосудов, способствует расщеплению гликогена и жиров, замедляет частоту сердечных сокращений.

Корковый слой в зависимости от гистологического строения делится на три обособленные зоны: наружную, клубочковую, среднюю, пучковую и внутреннюю, сетчатую. Гормоны коркового слоя носят общее название кортикостероидов. К ним относятся три группы гормонов:

минералокортикоиды, образующиеся в клубочковой зоне, глюкокортикоиды, выделяемые пучковой зоной и половые гормоны, вырабатываемые клетками сетчатой зоны.

Минералокортикоиды (альдостерон) регулируют минеральный состав крови и, в первую очередь, концентрацию натрия и калия в плазме крови. Задерживая натрий в крови и способствуя выделению калия с мочой; они повышают артериальное давление; усиливают воспалительные процессы.

При гиперфункции минералокортикоидов появляется мышечная слабость, гипертония, полиурия, нарушение солевого обмена – синдром Кона.

При гипофункции минералокортикоидов возникает Аддисонова или бронзовая болезнь. Ранними ее признаками являются: бронзовая окраска кожи, особенно на руках, шее, лице, повышенная утомляемость, потеря аппетита, тошнота, рвота, гипотония

Глюкокортикоиды (кортикостерон, кортизол, гидрокортизол, кортизон) регулируют углеводный, жировой и белковый обмен. Они способствуют усилению синтеза глюкозы в печени, повышают уровень сахара в крови. Они ослабляют воспалительные процессы, уменьшая выработку медиаторов воспаления – гистамина и серотонина, повышают устойчивость к инфекции.

Половые гормоны играют существенную роль в развитии половых органов в детском возрасте.

При гиперфункции половых гормонов происходят изменения в половой сфере: у детей - раннее половое созревание, у взрослых – изменения в скелете, мышцах, распределении волосяного покрова тела, психике (феминизация мужчин, маскулинизация женщин).

#### *Адаптационный синдром. Гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковая система*

Эта система - важнейшее звено адаптационного синдрома, описанного Г.Селье. Под адаптационным синдромом понимается совокупность реакций организма, возникающих при воздействии неблагоприятных для организма раздражителей и ведущих к внутреннему напряжению организма - стрессу. Это могут быть физические факторы (высокая или низкая температура, травмы); психические воздействия (угрожающе сильный звук), а также другие факторы). При этом в организме возникают однотипные неспецифические изменения, проявляющиеся быстрым выделением кортикостероидов под влиянием кортикотропина.

Г. Селье выделил три фазы адаптационного синдрома:

1. Фаза тревоги (от нескольких часов до нескольких суток): происходит мобилизация защитных сил организма. Повышается активность коры надпочечников, что увеличивает секрецию адреналина и повышение сахара в крови. Таким образом, происходит активизация системы гипоталамус-гипофиз-надпочечники.

2. Фаза сопротивляемости: повышается устойчивость организма к внешним воздействиям. Усиливается секреция кортикостероидов надпочечников (особенно глюкокортикоидов), и организм обнаруживает повышенную устойчивость к действиям неблагоприятных факторов среды.

3. Фаза стабилизации состояния (либо стадия истощения) наступают при продолжающемся воздействии отрицательных факторов. В фазе истощения резко снижается сопротивляемость организма и появляются патологические изменения, например, в желудочно-кишечном тракте возникают язвы, в миокарде – мелкоочаговые некрозы и т.д. Возможна и гибель организма.

#### *10.5. ЩИТОВИДНАЯ ЖЕЛЕЗА*

Расположена на передней поверхности шеи ниже щитовидного хряща, состоит из двух долей, соединенных перешейком (**рис. 10.4**). Ее вес – 15-30 г. Структурно-функциональной единицей щитовидной железы является фолликул. Клетки фолликулов поглощают йод из крови и способствуют синтезу гормонов тироксина и трийодтиронина. Концентрация йода в фолликулах в 300 раз больше, чем в плазме крови. Чтобы происходил синтез тиреоидных гормонов, суточное потребление йода должно составлять не менее 150 мг.

В молодом возрасте гормоны щитовидной железы стимулируют рост, физическое и психическое развитие организма. Они регулируют обмен веществ, увеличивают теплопродукцию, активизируют дыхательную, сердечно-сосудистую и нервную систему.

При гипофункции щитовидной железы возникает заболевание микседема, характеризующееся понижением обмена веществ, падением температуры тела, замедлением пульса, вялостью движений, ухудшением памяти, сонливостью. Масса тела увеличивается. Кожа становится сухой и отечной.

Если гипофункция щитовидной железы проявляется в детском возрасте, то развивается болезнь кретинизм. Особенности этого заболевания является задержка роста, нарушение пропорций тела, задержка полового созревания и психического развития.

При гиперфункции щитовидной железы развивается базедова болезнь Грейвса (гипертериоз) (рис. 10.5). Человек худеет, несмотря на то, что может потреблять большое количество пищи. У него повышается артериальное давление, появляется мышечная дрожь, слабость, усиливается нервная возбудимость, возникает пучеглазие (экзофтальм). Это заболевание лечат хирургически, удаляя часть железы, или применяя лекарственные препараты, подавляющие синтез тироксина.

Как при недостаточной, так и при избыточной функции щитовидной железы развивается зоб. В первом случае это обусловлено компенсаторным увеличением числа фолликулов железы, хотя продукция гормонов уменьшена. Такой зоб называется эндемическим: он встречается в местностях с низким содержанием йода в питьевой воде, пище (например, на Кавказе). Увеличение размеров щитовидной железы может быть вызвано повышением ее активности.

В особых клетках щитовидной железы вырабатывается гормон кальцитонин, регулирующий обмен кальция и фосфора в организме. Органом-мишенью этого гормона является костная ткань. Кальцитонин тормозит поступление фосфора и кальция из костной ткани в кровь. Секреция кальцитонина зависит от содержания кальция в плазме крови: увеличение кальция в крови усиливает, а уменьшение подавляет его секрецию.

#### *10.6. ПАРАЩИТОВИДНЫЕ ЖЕЛЕЗЫ*

Представлены двумя парами мелких желез, располагаются на задней поверхности щитовидной железы, общий вес их не превышает 1,18 г. Железы выделяют паратгормон. Нарушение деятельности желез может привести к смерти вследствие судорог дыхательных мышц. При гипофункции паращитовидных желез в результате падения уровня кальция в крови возникают судороги мышц (тетания) и задержка развития зубов у детей раннего возраста.

Паратгормон – антагонист гормона кальцитонина. При избыточном количестве паратгормона повышается количество кальция в крови, понижается количество фосфата, и одновременно повышается их выделение с мочой. В итоге происходит разрушение костной ткани вплоть до появления патологических переломов костей.

#### *10.7 ЭПИФИЗ*

Шишковидное тело (эпифиз) – железа внутренней секреции, весом 0,2 г, верхний придаток мозга, расположен в области промежуточного мозга. По внешнему виду напоминает еловую шишку. Главный гормон эпифиза – мелатонин. Характерна обратная зависимость секреции мелатонина от уровня освещенности. В связи с этим не исключена роль эпифиза как регулятора суточных гормональных ритмов организма.

В настоящее время установлено, что эпифиз наряду с гипоталамо-гипофизарной системой регулирует водно-солевой, углеводный и фосфорно-кальциевый обмен и выработку гормонов другими эндокринными железами. Доказано тормозящее действие эпифиза на выработку гонадотропных гормонов гипофиза и процессы роста. Опухоли эпифиза вызывают у мальчиков до десятилетнего возраста преждевременное половое созревание. Изучается противоопухолевое влияние эпифиза. Однако функция этой железы еще не до конца изучена.

#### *10.8 ЭНДОКРИННАЯ ЧАСТЬ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ*

Поджелудочная железа – смешанная железа, обладающая как внешней (экзокринной), так и внутренней (эндокринной) секрецией. Эндокринной частью поджелудочной железы являются островки Лангерганса диаметром 0,1-0,3 мм, общая их масса не превышает 1/100 массы поджелудочной железы. Крупные  $\alpha$ -клетки островков вырабатывают гормон глюкагон, мелкие  $\beta$ -клетки – инсулин,  $\delta$  клетки – соматостатин.

Инсулин – анаболический гормон, стимулирующий процессы синтеза животного крахмала гликогена из глюкозы, содержащейся в крови. Гликоген в отличие от глюкозы не растворимое вещество, которое откладывается в клетках как энергетический запас. Инсулин способствует превращению глюкозы в гликоген в печени и мышцах, увеличивая проницаемость клеточных мембран для глюкозы, регулирует не только углеводный, но и жировой, белковый, минеральный, водный обмен веществ. При недостаточной секреции инсулина возникает заболевание сахарный диабет, характеризующийся стойкой гипергликемией – повышением уровня глюкозы в крови. Гипергликемия

у больных диабетом может приводить к потере сознания в результате гипергликемического шока. Кратковременная гипергликемия может возникнуть после приема в пищу большого количества углеводов.

Повышение содержания инсулина в крови (например, при случайной передозировке этого гормона у диабетиков) вызывает гипогликемию, т.е. пониженное содержание в крови глюкозы. Гипогликемия приводит к потере сознания в результате гипогликемического шока.

Глюкагон по своим функциям является антагонистом инсулина. Он усиливает расщепление гликогена в печени и повышает уровень сахара в крови. Повышается количество глюкозы в крови (гипергликемия), появляется сахар в моче (глюкозурия), увеличивается до 10 л в сутки выделение мочи (полиурия), усиливается жажда, повышается аппетит.

Соматостатин относится к паракринным гормонам. Он уменьшает секрецию инсулина, глюкагона и пищеварительных соков, а также угнетает перистальтику пищеварительного тракта, замедляя всасывание.

### *10.9 ЭНДОКРИННАЯ ЧАСТЬ ПОЛОВЫХ ЖЕЛЕЗ*

Гонады - яичники у женщин и семенники (яички) у мужчин – являются железами смешанной секреции: производят половые клетки, выделяющиеся в половые пути, и половые гормоны, выделяющиеся в кровь.

В мужских половых железах образуются гормоны андрогены, а в женских – эстрогены и прогестерон. Благодаря андрогенам и эстрогенам происходит развитие вторичных половых признаков. Прогестерон является гормоном беременности.

Женские половые гормоны образуются в фолликулах яичников. Под их влиянием осуществляется рост и развитие половых клеток и организма женщины в целом. Они регулируют менструальный цикл, беременность, подготовку к кормлению новорожденного молоком.

Мужские половые гормоны образуются железистыми клетками Лейдига, расположенными в рыхлой соединительной ткани между извитыми канальцами яичка. Они выделяют андрогены - тестостерон и андростерон, которые способствуют росту и развитию, половому созреванию и половой функции мужчины. Ежедневная потребность организма мужчины в андрогенах составляет около 5 мг.

Секреция половых гормонов происходит под влиянием гонадотропных гормонов гипофиза. В случае недостаточности выделения гонадотропных гормонов – при инфантилизме - развитие полового аппарата замедляется, не происходит сперматогенез, фолликулы не достигают зрелости, невозможна беременность. Нервная регуляция функций половых желез заключается в рефлекторном влиянии на процессы образования в гипофизе гонадотропных гормонов. При сильных эмоциях половой цикл может полностью прекратиться (психогенная аменорея у женщин). Половые гормоны оказывают выраженное влияние на высшую нервную деятельность мужчины и женщины. При кастрации нарушаются процессы торможения в больших полушариях.

### *10.10 РЕГУЛЯЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЖЕЛЕЗ ВНУТРЕННЕЙ СЕКРЕЦИИ*

Регуляция функций организма через кровь биологически активными химическими веществами называется гуморальной регуляцией. Ведущая роль в ней принадлежит гормонам. Гуморальная регуляция тесно связана с нервной регуляцией различных органов и систем и подчинена последней, поэтому говорят о единой нейрогуморальной регуляции.

Физиологические процессы в организме характеризуются ритмичностью. Для человека и млекопитающих характерны половые циклы, сезонные колебания физиологической активности щитовидной железы, надпочечников, половых желез, суточные изменения двигательной активности, температуры тела, давления крови, обмена веществ. Значительна роль нервно-гуморальной регуляции в сложной инстинктивной деятельности животных: в добыче пищи, миграциях, размножении.

Сложные нервно-рефлекторные и гуморальные механизмы регулируют выделение гормонов железами внутренней секреции. Высший подкорковый центр регуляции – гипоталамо-гипофизарная система. Гипоталамус регулирует функции гипофиза как с помощью рилизинг-гормонов, контролирующих выделение тропных гормонов гипофиза, так и благодаря непосредственному влиянию вегетативных нервов, иннервирующих эту железу. Через свои вегетативные центры гипоталамус регулирует функции других желез внутренней секреции. С другой стороны, гипоталамус подчинен влияниям ретикулярной формации, лимбической системы и коры больших полушарий.

Гипофиз с зависимыми от него железами и гипоталамусом находится в отношениях обратной связи, когда количество тиреотропного гормона напрямую зависит от количества тироксина, выделяемого щитовидной железой, а сам тиреотропный гормон гипофиза влияет на выработку релизинг-гормона гипоталамусом.

Вторым важным фактором, определяющим количество выделяемого гормона, является состояние химических процессов, контролируемых гормоном. Например, при увеличении уровня глюкозы в крови увеличивается количество инсулина и наоборот.

Взаимно противоположное действие на клетки и органы оказывают гормоны-антагонисты: например, инсулин - глюкагон, инсулин – адреналин, паратгормон и кальцитонин. Например, регуляция содержания ионов кальция в крови осуществляется взаимодействием двух гормонов: паратгормона и кальцитонина. Уменьшение концентрации кальция в крови приводит к увеличению выделения паратгормона и повышению уровня кальция в крови. Повышение кальция в крови тормозит образование этого гормона, но стимулирует выделение кальцитонина, понижающего уровень кальция в крови.

Биологический эффект некоторых гормонов заключается в том, что они создают условия для проявления действия другого гормона. Всегда следует помнить, что клетки и органы подвергаются действию многих гормонов. Эндокринная регуляция жизненных функций организма является комплексной и строго сбалансированной.

### ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

Задание №1. Выберите одно правильное утверждение

1. Эпителий, клетки которого синтезируют и выделяют секрет:
  - А) мезотелий
  - В) однослойный кубический
  - С) многослойный плоский
  - Д) железистый
2. Железа, осуществляющая функцию внешней и внутренней секреции:
  - А) поджелудочная
  - В) щитовидная
  - С) гипофиз
  - Д) эпифиз
3. К тканевым гормонам относится:
  - А) гастрин
  - В) гистамин
  - С) тироксин
  - Д) окситоцин
4. К гипофиззависимым эндокринным железам относится:
  - А) эпифиз
  - В) паращитовидные железы
  - С) щитовидная железа
  - Д) поджелудочная железа
5. К нейрогормонам гипоталамуса относится:
  - А) мелатонин
  - В) паратгормон
  - С) инсулин
  - Д) вазопрессин
6. Избыточная продукция соматотропного гормона у взрослых вызывает:
  - А) акромегалию
  - В) гигантизм
  - С) карликовость
  - Д) ожирение
7. Аддисонова болезнь возникает при условии:
  - А) гиперпродукции минералокортикоидов

- В) гипопродукции минералокортикоидов
  - С) гиперпродукции глюкокортикоидов
  - Д) гипопродукции глюкокортикоидов
8. Щитовидная железа вырабатывает гормон:
- А) тимозин
  - В) паратгормон
  - С) тироксин
  - Д) глюкагон
9. Гормон мелатонин вырабатывается железой:
- А) околощитовидной
  - В) щитовидной
  - С) гипофизом
  - Д) эпифизом
10. Гипергликемия возникает при недостаточной секреции гормона:
- А) глюкагона
  - В) инсулина
  - С) тестостерона
  - Д) тимозина

Задание №2. Ответьте на вопросы ситуационных задач.

№1. Больной предъявляет жалобы на похудание, слабость, повышенную раздражительность, дрожание рук и тела, сердцебиение. При обследовании выявлены экзофтальм, тахикардия, увеличение щитовидной железы.

Нарушение функции какой эндокринной железы вызывает эти симптомы?

№2. После операции на щитовидной железе у больного появилась вялость, сонливость, замедление речи, сухость кожи, понижение температуры тела, выпадение волос, снижение уровня тироксина в крови.

Нарушение функции какой эндокринной железы вызывает эти симптомы?

№3. Больной предъявляет жалобы на изменение внешности: увеличение носа, губ, надбровных дуг, увеличение в размере кистей и стоп, стойкое повышение артериального давления.

Нарушение функции какой эндокринной железы вызывает эти симптомы?

№4. У молодого мужчины появились жалобы на постоянную жажду, сухость во рту, частое и обильное мочеиспускание. В крови наблюдается повышенное содержание сахара.

С недостаточностью какого гормона связано это состояние?

№5. При осмотре юноши 18 лет выявлено, что его рост 110 см., телосложение пропорциональное, умственное развитие нормальное.

С недостаточностью какого гормона связано это состояние?

### **ЭТАЛОНЫ ОТВЕТОВ**

Задание №1: 1-D, 2-A, 3-B, 4-C, 5-D, 6-A, 7-B, 8-C, 9-D, 10-B.

Задание №2.

№1: Базедова болезнь в результате гиперфункции щитовидной железы.

№2: Микседема в результате гипофункции щитовидной железы.

№3: Акромегалия, связанная с избыточной продукцией аденогипофизом соматотропина у взрослого человека.

№4. У пациента имеются симптомы сахарного диабета, связанные с недостаточностью выработки инсулина поджелудочной железой.

№5. У пациента имеются симптомы пропорциональной карликовости, связанные с недостаточной выработкой аденогипофизом соматотропина.

## **УЧЕБНЫЙ МОДУЛЬ 11. АНАТОМО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ (ПСИХИЧЕСКОЙ) ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

## **УЧЕБНЫЕ ЦЕЛИ**

ПОСЛЕ ИЗУЧЕНИЯ МОДУЛЯ СТУДЕНТ ДОЛЖЕН:

ИМЕТЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О: биоритмах мозга, стадиях сна, критериях оценки психической деятельности.

ЗНАТЬ: структуры, осуществляющие психическую деятельность; физиологические свойства коры больших полушарий; условные рефлексы, их виды; торможение условных рефлексов; формирование динамического стереотипа; электрические явления в коре больших полушарий; I и II сигнальные системы; типы высшей нервной деятельности; формы психической деятельности; физиологические основы памяти, речи, сознания; формирование сознательного поведения.

УМЕТЬ: использовать медицинскую и анатомическую терминологию; показывать в атласе, на таблицах и муляжах структуры, осуществляющие психическую деятельность.

## **ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### *11.1 ПРИНЦИПЫ РЕФЛЕКТОРНОЙ ТЕОРИИ И.М. СЕЧЕНОВА, И.П. ПАВЛОВА*

Кора больших полушарий и подкорковые центры являются высшими отделами центральной нервной системы, за счет которых осуществляются сложнейшие взаимодействия организма с окружающей средой.

Впервые представление о рефлекторной деятельности головного мозга было опубликовано И.П. Сеченовым в 1863 году в его книге «Рефлексы головного мозга».

Идеи И.М. Сеченова в дальнейшем были развиты И.П. Павловым, который все рефлекторные реакции организма разделил на две основные группы: безусловные и условные. Он создал метод экспериментального исследования функций коры больших полушарий у животных – метод условных рефлексов. Это позволило И.П. Павлову разработать учение о высшей нервной деятельности.

Высшая нервная деятельность обеспечивает поведение человека и животных в окружающей среде и является результатом совместной деятельности коры больших полушарий и подкорковых образований. Высшая нервная деятельность осуществляется за счет двух механизмов: инстинктов и условных рефлексов.

Безусловные рефлексы – врожденные, передающиеся по наследству рефлекторные реакции. Они проявляются при наличии раздражителя без специальных условий (например, слюноотделение, глотание, дыхание и т.д.) и имеют готовые, анатомически сформированные рефлекторные дуги. В осуществлении безусловных рефлексов ведущая роль принадлежит подкорковым ядрам, мозговому стволу, спинному мозгу. Они сохраняются и после удаления коры больших полушарий. Эти рефлексы – видовые реакции, потому что они свойственны всем представителям данного вида. Безусловные рефлексы – относительно постоянные рефлекторные реакции, стереотипные, мало изменчивые, инертные.

Инстинкты – это сложнейшие врожденные цепные безусловно-рефлекторные реакции, которые проявляются главным образом за счет активности подкорковых ядер (бледное ядро и полосатое тело) и ядер промежуточного мозга (зрительные бугры и гипоталамус). Инстинкты одинаковы у животных одного вида, передаются по наследству и связаны с жизненно необходимыми функциями организма – питанием, защитой, размножением (инстинкты: половой, родительский и др.).

Условные рефлексы – это индивидуальные, приобретенные рефлекторные реакции, которые вырабатываются на базе безусловных рефлексов. Они осуществляются главным образом за счет деятельности коры больших полушарий.

#### *Принципы учения И.П. Павлова о высшей нервной деятельности*

Учение И.П. Павлова о высшей нервной деятельности основано на трех основных принципах условно-рефлекторной деятельности больших полушарий головного мозга животных и человека: структурности, детерминизма, анализа и синтеза.

Принцип структурности: каждой морфологической структуре соответствует определенная функция. Коре больших полушарий свойственна функция образования временных условно-рефлекторных нервных связей.



Принцип детерминизма: рефлекторные реакции детерминированы: они имеют строгую причинную обусловленность. Для проявления любого рефлекса необходим повод, толчок, воздействие из внешнего мира или внутренней среды организма.

Принцип анализа и синтеза: аналитическая и синтетическая деятельность ЦНС осуществляется за счет сложных взаимоотношений процессов возбуждения и торможения. За счет аналитической деятельности коры больших полушарий человек может расчленить сложные явления и предметы на более простые и изучать их в отдельности. Синтетическая деятельность коры больших полушарий, в основе которой лежит образование условных рефлексов, дает возможность понять сущность предметов и явлений в целом.

#### *Образование условных рефлексов*

Условные рефлексы обеспечены временными нервными связями организма с каким-либо раздражителем из внешней или внутренней среды. Они приобретаются в течение индивидуальной жизни организма, неодинаковы у различных представителей данного вида. Условные рефлексы не имеют готовых рефлекторных дуг, они формируются при определенных условиях. В их осуществлении ведущая роль принадлежит коре больших полушарий. Эти рефлексы изменчивы, легко возникают и также легко исчезают в зависимости от условий, в которых находится данный организм.

На любое внешнее воздействие – звук, свет и т.д. – можно выработать условный рефлекс. Условными раздражителями могут стать любое внешнее воздействие или сигнал, исходящий из внутренней среды организма, которые сочетаются по времени с безусловным раздражителем.

Для того чтобы выработался условный рефлекс, условный раздражитель должен всегда опережать безусловный на несколько секунд. Например, для образования условного пищевого рефлекса на свет экспериментатор должен сопровождать включение света безусловным пищевым раздражителем. В результате многократного одновременного сочетания этих двух раздражителей уже одно включение света будет приводить к выделению слюны и желудочного сока. Таким образом, образуется условный рефлекс, в основе которого находится временная нервная связь.

Образование временной связи объясняется тем, что при световом раздражении происходит возбуждение коркового отдела зрительного анализатора. При подкреплении зрительного раздражителя безусловным раздражителем – пищей, возбуждается пищевой центр. Между двумя центрами образуется условная связь. Возбуждение от корковой зоны зрительного анализатора распространяется в область пищевого центра. В дальнейшем действие только одного условного раздражителя приводит к выделению желудочного сока, так как импульсы от пищевого центра по центробежным нервам подходят к желудку.

Удаление коры больших полушарий делает невозможной выработку временной связи. Условный рефлекс может образовываться лишь при условии целостности коры. В образовании временных связей важны также подкорковые структуры.

Таким образом, условные рефлексы вырабатываются на базе безусловных рефлексов. Прочность условного рефлекса зависит как от силы безусловного раздражителя, так и от силы условного раздражителя.

В процессе адаптации человека и животных к внешней среде изменяется их поведение, следовательно, образуются новые и затормаживаются прежние условные рефлексы.

#### *Торможение условных рефлексов*

Различают два вида торможения условных рефлексов: внутреннее и внешнее.

Если в момент воздействия выработанного условного раздражителя, например света, сигнализирующего о времени приема пищи, подействовать сильным внешним раздражителем – громким звуком, то условный раздражитель не вызовет выделения желудочного сока. Особенность внешнего торможения заключается в том, что оно наступает сразу же и тормозит протекающие в этот момент физиологические процессы.

Внутреннее торможение возникает внутри дуги условного рефлекса, т.е. нервных структур, которые участвуют в осуществлении данного рефлекса. Условием, способствующим выработке внутреннего торможения, служит отсутствие подкрепления условного раздражителя безусловным. Формами внутреннего торможения являются угасание, дифференцировка раздражений и др. Угасание возникает в случае неподкрепления условного раздражителя безусловным. Дифференцировка вырабатывается следующим образом. Если на какой-то раздражитель, например звук с частотой 1000

Гц, выработать пищевой рефлекс, то и звуки с частотой от 700 до 1200 Гц могут вызвать условнорефлекторную реакцию. Такое явление получило название генерализации. Если затем подкреплять пищей звук частотой лишь 1000 Гц, то через некоторое время только он будет вызывать условнорефлекторную реакцию. Такой процесс И.П. Павлов назвал дифференцировкой. Генерализацию условного рефлекса И.П. Павлов объяснял тем, что при действии условного раздражителя (например, звука) возбуждение распространяется на все клетки коркового конца слухового анализатора, вовлекая их в образующуюся временную связь с центром безусловного рефлекса. В процессе же дифференцировки раздражителей внутреннее торможение ограничивает распространение возбуждения, способствуя его концентрации в определенных группах нейронов анализатора.

Благодаря внутреннему торможению осуществляются тончайшие приспособления организма к внешней среде, при этом тормозятся биологически нецелесообразные реакции. В ходе эволюции процессы возбуждения и торможения постепенно усиливались, в результате чего у высших беспозвоночных и позвоночных стала возможной выработка самых разнообразных видов условных рефлексов, обеспечивающих приспособительное поведение особей.

Сложнейшие взаимоотношения между организмом и разнообразными условиями жизни достигаются благодаря тончайшим взаимодействиям основных нервных процессов – возбуждения и торможения – в центральной нервной системе и, особенно, в нейронах коры больших полушарий.

Только одно возбуждение не может обеспечить нормальную деятельность организма. Ничем не сдерживаемое возбуждение (при отсутствии торможения) постепенно приводит к истощению нервной системы и гибели организма. Напротив, если бы в нервной системе постоянно существовал только процесс торможения, то организм не был бы способен реагировать на все сигналы, поступающие из внешней и внутренней среды.

#### *Понятие о динамическом стереотипе*

Динамический стереотип – разработанная в процессе жизнедеятельности и зафиксированная в коре больших полушарий человека или животного устойчивая последовательность условных рефлексов, возникающая в результате многократного воздействия следующих в определенном порядке условных сигналов.

Для образования динамического стереотипа необходимо действие на организм целого комплекса раздражителей, в определенной последовательности и через определенные промежутки времени (внешний стереотип). Так, например, у собаки вырабатывают условный слюноотделительный рефлекс на комплексное воздействие, состоящее из трех раздражителей: звонка, света и механического раздражения кожи. Если изменить порядок действия раздражителей или интервал между ними даже на 15с, происходит нарушение функций нейронов коры больших полушарий, и условный рефлекс угасает, тормозится или полностью исчезает.

При выработке динамического стереотипа в центральной нервной системе происходит соответствующее распределение процессов возбуждения и торможения. В результате у человека или животного возникает последовательная цепь условных и безусловных рефлексов (внутренний динамический стереотип). Динамическим стереотип называется потому, что он может быть нарушен и вновь образован при изменении условий существования. Его перестройка иногда происходит с большим трудом и может вызвать развитие невроза вследствие нарушения высшей нервной деятельности. С большим трудом ломка динамического стереотипа и образование нового происходит у пожилых людей, у которых нервные процессы малоподвижны и ослаблены.

Перестройка динамического стереотипа наблюдается в жизни каждого человека в различные возрастные периоды в связи с изменениями условий жизни: поступлением ребенка в школу, сменой школы на специальное учебное заведение, началом самостоятельной трудовой деятельности и т.д. Динамический стереотип лежит в основе выработки различных привычек, практических навыков и др.

#### *I и II сигнальные системы*

Учение И.П. Павлова о сигнальных системах является логическим развитием его учения об условных рефлексах. И.П. Павловым было показано, что в основе высшей нервной деятельности у высших животных человека лежат общие механизмы, но при этом существуют качественные различия в сигнальных системах. Различают первую и вторую сигнальные системы.

Первая сигнальная система имеется и у человека, и у животных. Деятельность этой системы проявляется в условных рефлексах, формирующихся на любые раздражители внешней среды за исключением слова. Условные рефлексы первой сигнальной системы образуются в результате деятельности нейронов коры больших полушарий, кроме лобной области, включая область речедвигательного анализатора. Первая сигнальная система у животных и человека обеспечивает предметное конкретное мышление.

Вторая сигнальная система возникла и развилась в результате трудовой деятельности человека и появления речи. Деятельность второй сигнальной системы проявляется в речевых условных рефлексах, сигнализирующих об окружающей действительности в обобщенной, абстрагированной форме. По И.П. Павлову слово является «сигналом сигналов». Мы можем в данный момент не видеть предмет, но достаточно его словесного обозначения, чтобы мы ясно себе его представили.

Вторая сигнальная система обеспечивает абстрактное мышление в виде понятий, суждений, умозаключений. Речевые рефлексы второй сигнальной системы формируются благодаря активности нейронов лобных областей и области речедвигательного анализатора. Периферический отдел этого анализатора представлен рецепторами, которые расположены в гортани, мягком небе, языке и др. Сигнальное значение слова определяется не простым звуко сочетанием, а его смысловым содержанием.

При рождении животные и человек имеют только безусловные рефлексы. В процессе роста и развития происходит формирование условно-рефлекторных связей первой сигнальной системы, единственной у животных. У человека в дальнейшем на базе первой сигнальной системы постепенно формируются связи второй сигнальной системы, когда ребенок начинает говорить и познавать окружающую действительность.

Между I и II сигнальными системами существуют тесные функциональные взаимосвязи. В физиологических условиях вторая сигнальная система несколько притормаживает активность первой сигнальной системы. С появлением второй сигнальной системы вводится новый принцип нервной деятельности – отвлечение и обобщение бесчисленных сигналов, поступающих в мозг. Этот принцип обуславливает безграничную ориентировку человека в окружающем мире. Вторая сигнальная система является высшим регулятором различных форм поведения человека в окружающей его природной и социальной среде. Однако вторая сигнальная система правильно отражает объективный мир только в том случае, если постоянно сохраняется ее согласованное взаимодействие с первой сигнальной системой.

#### *Типы высшей нервной деятельности*

Изучая особенности формирования условных рефлексов у животных, И.П. Павлов обратил внимание, что скорость их образования, прочность, выработка дифференцировки у разных собак различны. Это дало основание разделить животных на несколько типов в зависимости от индивидуальных свойств их нервной системы.

Под типом высшей нервной деятельности (ВНД) следует понимать совокупность свойств нервных процессов, обусловленных как наследственными особенностями данного организма, так и свойствами, приобретенными в процессе индивидуальной жизни.

В основу деления нервной системы на типы И.П. Павлов положил три свойства нервных процессов (возбуждения и торможения): силу, уравновешенность и подвижность.

Под силой нервных процессов понимают способность нейронов коры больших полушарий сохранять адекватные реакции на сильные и сверхсильные раздражители. Если у животного вырабатываются условные рефлексы на сильное раздражение и при этом не возникает торможения, значит нервные клетки коры больших полушарий обладают высокой работоспособностью.

Под уравновешенностью следует понимать одинаковую силу процессов возбуждения и торможения. Нервные процессы могут быть уравновешенными, сбалансированными, или один из них может преобладать над другим. Чаще всего таким преобладающим процессом является возбуждение.

Подвижность нервных процессов характеризует быстроту перехода процесса возбуждения в торможение и наоборот.

На основании изучения особенностей нервных процессов И.П. Павлов выделил следующие основные типы ВНД: два крайних и один центральный тип. Крайними типами являются сильный неуравновешенный и слабый тормозной.

Сильный, неуравновешенный тип характеризуется сильными неуравновешенными и подвижными нервными процессами. У таких животных процесс возбуждения преобладает над торможением, их поведение агрессивно (безудержный тип).

Слабый, тормозной тип характеризуется слабыми, неуравновешенными нервными процессами. У этих животных преобладает процесс торможения, они трусливы: попадая в незнакомую обстановку, они поджимают хвост, забиваются в угол.

Центральному типу свойственны сильные и уравновешенные нервные процессы. В зависимости от их подвижности этот тип подразделяют на две группы: сильный уравновешенный подвижный и сильный уравновешенный инертный типы.

У сильного, уравновешенного, подвижного типа возбуждение легко сменяется торможением и наоборот. Это ласковые, любознательные, всем интересующиеся животные (живой тип).

Сильный уравновешенный инертный тип у животных отличается сильными уравновешенными, но малоподвижными нервными процессами (спокойный тип). Процессы возбуждения и в особенности торможения сменяются медленно. Это инертные, малоподвижные животные.

Между этими основными типами нервной системы имеются переходные, промежуточные типы.

У человека определить тип ВНД труднее, чем у животного. И.П. Павлов отмечал, что у человека прежде всего надо учитывать взаимоотношения I и II сигнальных систем. Основываясь на этих положениях, И.П. Павлов выделил четыре основных типа, используя для их обозначения известные термины Гиппократы: «меланхолик», «холерик», «сангвиник», «флегматик».

Холерик – сильный, неуравновешенный тип. Процессы торможения и возбуждения в коре больших полушарий у таких людей характеризуются силой, подвижностью и неуравновешенностью, преобладает возбуждение. Это очень энергичные, легко возбудимые и вспыльчивые люди.

Меланхолик – тип слабый по всем параметрам. Нервные процессы у него неуравновешенные, малоподвижные, преобладает процесс торможения. Меланхолик видит окружающее в «черном свете», ожидает только плохого.

Сангвиник – сильный, уравновешенный и подвижный тип с соответствующими нервными процессами. Такие люди жизнерадостны и работоспособны.

Флегматик – сильный и уравновешенный, инертный тип. Нервные процессы сильны, уравновешены, но малоподвижны. Такие люди - спокойные, настойчивые и упорные труженики.

Учитывая особенности взаимодействия I и II сигнальных систем, И.П. Павлов дополнительно выделил три истинно человеческих типа.

У людей художественного типа I сигнальная система более развита, чем II. В процессе мышления они широко используют чувственные образы окружающей действительности. Очень часто они выбирают творческие профессии художников, писателей, музыкантов.

У людей мыслительного типа II сигнальная система значительно преобладает над I, они склонны к отвлеченному, абстрактному мышлению и нередко по профессии являются математиками, инженерами, философами.

Промежуточный (средний) тип характеризуется примерно одинаковым развитием сигнальных систем. К этой группе относится большинство людей.

### *11.2 БИОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ КОРЫ БОЛЬШИХ ПОЛУШАРИЙ*

Коре больших полушарий головного мозга свойственна постоянная электрическая активность, которая является результатом генерации потенциалов и импульсных разрядов в отдельных нервных клетках. Регистрируется она прибором - электроэнцефалографом. Кривая, записанная на нем, электроэнцефалограмма (ЭЭГ), дает представление об уровне физиологической активности головного мозга (**рис. 11.1**).

В настоящее время параметры ЭЭГ хорошо известны и играют большую роль в оценке состояния различных областей коры больших полушарий.

В ЭЭГ различают 4 типа волн: альфа, бета, тета, дельта.

Для альфа-ритма характерны частоты в диапазоне 8-15 Гц, при амплитуде колебаний 50-100 микровольт. Он регистрируется у человека в состоянии бодрствования, при закрытых глазах и при отсутствии внешних раздражителей. Зрительные раздражители тормозят альфа-ритм. У отдельных людей, обладающих живым зрительным воображением, альфа-ритм может вообще отсутствовать.

В состоянии активной деятельности альфа-ритм сменяется частым (от 15 до 100 Гц) бета-ритмом с амплитудой до 30 микровольт. Он хорошо регистрируется в лобных и центральных областях головного мозга.

Во время сна появляется тета-ритм, он же наблюдается при отрицательных эмоциях, болезненных состояниях. Частота потенциалов тета-ритма от 4 до 8 Гц, амплитуда - от 100 до 150 микровольт.

Во время сна появляется и дельта-ритм с частотой от 0,5 до 3,5 Гц и амплитудой до 300 микровольт.

Кроме рассмотренных видов электрической активности у человека регистрируется Е-волна (волна ожидания раздражителя) и веретенообразные ритмы. Волна ожидания регистрируется при выполнении ожидаемых действий. Веретенообразные ритмы непостоянной амплитуды, с частотой от 14 до 22 Гц, появляются во время сна.

ЭЭГ позволяет судить о функциональном состоянии коры, например, о глубине наркоза, о наличии в определенных ее зонах патологических процессов. При помощи ЭЭГ можно определить расположение опухоли. ЭЭГ используют для постановки диагноза нейрохирурги, психиатры, невропатологи. Прекращение кровоснабжения мозга уже через 15 секунд приводит к исчезновению электрической активности.

### *11.3 ИНТЕГРАТИВНЫЕ ФУНКЦИИ ЦНС*

Кора больших полушарий и подкорковые образования являются высшими отделами центральной нервной системы. Они обеспечивают интегративную деятельность, которая непосредственно не связана с обработкой сенсорных сигналов или управлением двигательными и вегетативными функциями. Интегративная деятельность лежит в основе цикла сон/бодрствование, сознания, речи, мышления, памяти и эмоций. Структуры, отвечающие за эти функции, расположены главным образом в лимбической системе и новой коре.

#### *11.3.1 Память и ее виды*

Память – это способность нервной системы сохранять в закодированном виде информацию, которая при определенных условиях может быть выведена без нарушения свойств и характера записи.

По длительности хранения информации память разделяют на краткосрочную и долгосрочную. Кратковременной памяти предшествует сенсорная память, которая связана с удержанием информации в течение долей секунды. В краткосрочной памяти выделяют не давнюю (измеряется минутами) и оперативную (измеряется десятками минут, часами). Кроме того, между краткосрочной и долгосрочной выделяют еще промежуточную память.

Все виды памяти у человека проявляются в двух формах: логически-смысловой и чувственно-образной. Первая из них оперирует в основном понятиями, вторая – представлениями. Для человека логически-смысловой тип памяти является высшей формой. Чувственно-образная память бывает зрительной, слуховой, вкусовой, обонятельной, двигательной.

По характеру запоминания можно выделить три вида памяти: образную, эмоциональную и условно-рефлекторную. Эти виды памяти могут существовать как в форме краткосрочной, так и долгосрочной памяти. Память может быть также произвольной и произвольной.

Образная память, т.е. запечатление в нервной системе образа привлекательного или вредного раздражителя.

Эмоциональная память – это способность организма воспроизводить пережитое ранее эмоциональное состояние в комплексе с элементами вызвавшей его ситуации и субъективным отношением к ней.

Условно-рефлекторная память у позвоночных животных является основной формой хранения информации. Любое внешнее воздействие может стать объектом запоминания, если оно сочетается с безусловно-рефлекторной деятельностью организма. Таким образом, запоминание представляет собой формирование временной связи в процессе приспособительной деятельности организма.

Судьба отобранной для хранения информации определяется ее характером. Вербальная (словесная) информация передается в первичную память – систему краткосрочного хранения (в течение нескольких секунд). Невербальная информация из сенсорной памяти поступает во вторичную память, где она может храниться очень долго – от нескольких минут до нескольких лет. Третичная

память обеспечивает наиболее полное удержание персональных данных, способности к чтению и письму, профессиональных навыков.

После того как были открыты химические процессы, лежащие в основе наследственности, возникло предположение, что те же самые механизмы могли бы участвовать в процессах запоминания.

Генетическая информация является индивидуальной для каждого организма и заключена в молекулах ДНК. Передача ее происходит при помощи молекулы другой нуклеиновой кислоты - РНК. Поскольку ДНК содержит генетическую память каждого организма, можно предположить, что ДНК или РНК может приобретать и передавать опыт. Следовательно, память зависит от изменений белков, которые возникают и поддерживаются качественными и количественными изменениями информационной РНК в процессе обучения. Утрата этой специфической РНК должна привести к потере необходимого пептида с последующей временной потерей памяти.

В формировании памяти участвуют нейроны коры больших полушарий, ретикулярной формации ствола мозга, гипоталамической области, лимбической системы, особенно гиппокампа.

### *11.3.2 Сон и бодрствование*

## Сон и бодрствование

### Циркадный ритм - основа цикла сон/бодрствование

Для всех живых существ характерно ритмичное изменение состояния и функций систем. Эти изменения часто соответствуют суточному ритму, связанному с вращением земли, хотя известны и другие периодические колебания, соответствующие приливно-отливному, лунному или годовому циклам. Эти циклы названы околосуточными (циркадными), т.к. их длительность примерно составляет 24 часа. Природа ритмов не известна, их считают эндогенными. Свободно текущие циркадные ритмы не затихают в течение длительного времени (недели, месяцы), т.е. имеют свойства самовозбуждающегося осциллятора. Частота его колебаний синхронизирована с 24-часовым суточным циклом вследствие действия внешних сигналов: чередования дня и ночи, социальных факторов.

### Циркадные ритмы у человека

Более 100 физиологических параметров человека изменяются с периодом в 24 часа: температура тела, артериальное давление и др. Наиболее выражен суточный цикл сон/бодрствование. У человека циркадные ритмы сохраняются даже в условиях изоляции от окружающей среды. При длительных перелетах с востока на запад (и наоборот) происходит смещение ритма. Для его восстановления требуется около суток на часовой пояс (т.е. на сдвиг в 1 ч). При этом социальная активность человека и его профессиональная деятельность адаптируются к новым условиям скорее, а вегетативные функции – медленнее, что объясняет временное нарушение самочувствия и трудоспособности при перелетах на большие расстояния.

Соотношение периодов активности и покоя в пределах циркадного цикла непостоянно. При удлинении активной фазы фаза покоя укорачивается, а средняя продолжительность цикла остается неизменной. Циркадный ритм – первичный процесс, которому подчиняется цикл сон/бодрствование. Эти выводы противоречат гипотезе «утомления», считающей сон восстановительным периодом.

Циркадные ритмы являются врожденными. Их биологическое значение заключается в филогенетической адаптации организма к временным параметрам окружающей среды. Поэтому врачам обязательно следует учитывать их при диагностике и лечении болезней. Благодаря собственным «биологическим часам» организм может заранее приспособиться к ожидаемому изменению условий существования. Преимущества таких опережающих реакций заключаются как в возможности выполнения определенных действий в соответствующее время суток, так и в возможности отсчитывать время (например, использовать «внутренние часы» для ориентировки по солнцу, что практикуется птицами при длительных перелетах). Центры, отвечающие за циркадные ритмы, находятся в гипоталамусе. Предполагается, что цикл сон/бодрствование контролирует супрахиазмальное ядро вентрального гипоталамуса.

### Основные проявления бодрствования и сна

Бодрствующий человек активно взаимодействует с окружающей средой, адекватно отвечая на внешние раздражители. В состоянии сна эта связь с внешним миром ослабевает, хотя и не утрачивается полностью. Так, сон может прерваться при действии раздражителей, значимых для человека: мать моментально просыпается, услышав плач ребенка, но может совершенно не реагировать на громкие голоса, яркий свет.

Ни в состоянии бодрствования, ни во сне сознание не остается на неизменном уровне, поэтому сон подразделяют на несколько стадий. Показателем глубины сна служит пороговая сила раздражения, необходимая для пробуждения: чем она больше, тем глубже сон. Для оценки глубины сна используют ЭЭГ, по особенностям которой выделяют 4-5 стадий сна (таб. №1)

Стадии сна	ЭЭГ
1. Стадия расслабленного бодрствования	альфа-ритм с изменчивой амплитудой
2. Стадия А – переход ко сну (часто относят	альфа-ритм постепенно исчезает, возникают

## ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

Задание №1. Выберите одно правильное утверждение

1. Принцип ВНД, определяющий строгую причинную обусловленность рефлекторных реакций:
  - A) структурности
  - B) детерминизма
  - C) анализа и синтеза
  - D) определенности
2. Торможение, развивающееся в результате неподкрепления условного раздражителя безусловным раздражителем:
  - A) внешнее
  - B) запаздывающее
  - C) дифференцировочное
  - D) угасательное
3. Возникновение процесса торможения вокруг очага возбуждения называется:
  - A) последовательной индукцией
  - B) положительной индукцией
  - C) отрицательной индукцией
  - D) обратной индукцией
4. Возникновение процесса возбуждения вокруг очага торможения называется:
  - A) последовательной индукцией
  - B) положительной индукцией
  - C) отрицательной индукцией
  - D) обратной индукцией
5. Рефлексы второй сигнальной системы формируются благодаря деятельности нейронов:
  - A) затылочной области
  - B) височной области
  - C) лобной области
  - D) теменной области
6. Холерик - это:
  - A) сильный, уравновешенный, подвижный тип
  - B) сильный, уравновешенный, инертный тип
  - C) сильный, неуравновешенный, инертный тип
  - D) сильный, неуравновешенный, подвижный тип
7. Флегматик - это:
  - A) сильный, уравновешенный, подвижный тип
  - B) слабый неуравновешенный, инертный тип
  - C) слабый, неуравновешенный, подвижный тип
  - D) сильный, уравновешенный, инертный тип
8. Память, связанная с удержанием информации в течение нескольких часов:
  - A) образная
  - B) логически-смысловая
  - C) оперативная
  - D) условно-рефлекторная
9. Прекращение кровоснабжения мозга приводит к исчезновению его электрической активности через:
  - A) 1 минуту
  - B) 5 минут
  - C) 15 секунд
  - D) 30 секунд
10. В осуществлении безусловных рефлексов ведущая роль не принадлежит:
  - A) базальным ядрам больших полушарий
  - B) стволу головного мозга
  - C) рефлекторным центрам спинного мозга
  - D) коре больших полушарий



## ЭТАЛОНЫ ОТВЕТОВ

Тестовое задание №1: 1-В, 2-Д, 3-С, 4-В, 5-С, 6-Д, 7-Д, 8-С, 9-С, 10-С.

### УЧЕБНЫЙ МОДУЛЬ 12. КРОВЬ

#### УЧЕБНЫЕ ЦЕЛИ

ПОСЛЕ ИЗУЧЕНИЯ МОДУЛЯ СТУДЕНТ ДОЛЖЕН:

**ИМЕТЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О:** составе внутренней среды организма; гомеостазе; месте крови в системе внутренней среды; гемопоэзе; системе крови; приборах, используемых для подсчета форменных элементов, определения гемоглобина, СОЭ; свертывании крови, реакциях агглютинации; причинах АВО-конфликта, резус-конфликта; гемотрансфузионном шоке; индивидуальной и биологической совместимости крови донора и реципиента.

**ЗНАТЬ:** общую характеристику и физиологическое значение жидкостей, образующих внутреннюю среду организма; основные константы внутренней среды; константы крови; состав крови; функции крови; состав сыворотки и плазмы крови; форменные элементы крови; фазы свертывания крови, свертывающие и противосвертывающие факторы; виды и расположение агглютиногенов и агглютининов; группы крови; резус-фактор и его локализация; определение агглютинации; гемолиз и его виды; принципы определения групп крови.

**УМЕТЬ:** применять медицинскую терминологию; различать форменные элементы крови в атласе и на таблицах.

#### ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

##### *12.1 КРОВЬ КАК ВНУТРЕННЯЯ СРЕДА ОРГАНИЗМА*

Внутренняя среда организма не имеет контакта с внешней средой. Она отделена от нее специальными структурами, которые получили название внешних барьеров. К ним относятся кожа, слизистые оболочки, эпителий желудочно-кишечного тракта. К внутренней среде организма относятся три жидкости: кровь, лимфа и межклеточная жидкость.

Кровь не соприкасается непосредственно с клетками органов. Как же осуществляется питание клеток и удаление продуктов обмена? Из плазмы крови образуется тканевая (межклеточная) жидкость, которая играет роль непосредственной питательной среды клеток. В связи с тем, что кровь является источником образования тканевой жидкости, ее называют универсальной внутренней средой организма.

Гистогематические барьеры находятся между кровью и тканевой жидкостью. Они представлены эндотелием кровеносных капилляров, который отделяет содержимое сосуда (кровь) от клеток. Гистогематические барьеры регулируют обменные процессы между кровью и тканями и поддерживают относительное постоянство состава внутренней среды организма.

Очень важным свойством внутренней среды организма является способность сохранять постоянство своего состава и свойств, т.е. гомеостаз. Значение гомеостаза заключается в поддержании организма человека, как самостоятельной и саморегулирующейся структуры. Вместе с тем составные части крови чрезвычайно подвижны и быстро отражают наступившие в организме изменения в условиях нормы и патологии. Вот почему в практической медицине получили широкое распространение клинические анализы крови.

##### *12.2 ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ КРОВИ*

1) транспортная функция крови состоит в том, что она переносит газы, питательные вещества, продукты обмена веществ, гормоны, медиаторы, электролиты и др.;

2) дыхательная функция заключается в том, что гемоглобин эритроцитов переносит кислород от легких к тканям организма, а углекислый газ от клеток к легким.

3) питательная (трофическая) функция- перенос питательных веществ от органов пищеварения к тканям организма.

4) экскреторная (выделительная) функция осуществляется за счет транспорта конечных продуктов обмена веществ, излишнего количества солей и воды от тканей к местам их выделения (почки, потовые железы, легкие, кишечник).

5) Водный баланс тканей зависит от концентрации солей и количества белка в крови и тканях, а также от проницаемости сосудистой стенки.

6) Регуляция температуры тела осуществляется за счет физиологических механизмов, способствующих быстрому перераспределению крови в сосудистом русле.

7) Кровь выполняет защитную функцию, являясь важнейшей составной частью иммунитета. Это обусловлено наличием в крови антител и иммунных клеток.

8) Одним из важных защитных свойств крови является ее способность свертываться, что при травмах предохраняет организм от кровопотери (гемостатическая функция).

9) Регуляторная функция заключается в том, что поступающие в кровь биологически активные продукты деятельности желез внутренней секреции, соли, ионы и др. влияют на отдельные органы, изменяя их функции.

### *12.3 СВОЙСТВА КРОВИ*

Наличие в крови белков и эритроцитов обуславливает ее вязкость. Если вязкость воды принять за 1, то вязкость плазмы будет равна 1,7-2,2, а вязкость цельной крови около 5,1. Вязкость прежде всего необходима для удержания жидкой части крови в сосудистом русле. При снижении вязкости возникают отеки.

Относительная плотность крови - 1,050-1,060 - зависит в основном от количества эритроцитов, содержания в них гемоглобина и белкового состава плазмы крови.

Для нормальной жизнедеятельности клеток необходима определенная реакция среды, обусловленная концентрацией водородных ионов. Реакция крови всегда слабощелочная (рН=7,36-7,42). Изменениям реакции крови в ту или другую сторону препятствуют буферные свойства находящихся в ней веществ, связывающих кислоты или основания. К таким веществам относятся гемоглобин, белки плазмы, соли угольной и фосфорной кислот. Несмотря на наличие буферных систем, препятствующих сдвигу реакции крови, в ряде случаев это происходит. Сдвиг в кислую сторону называется ацидозом, а в щелочную – алкалозом.

### *12.4 СОСТАВ КРОВИ*

Кровь представляет собой жидкую соединительную ткань, состоящую из плазмы (примерно 54% объема) и форменных элементов (около 46% объема).

#### *12.4.1 Состав плазмы*

В состав плазмы входят вода (90-92%) и сухой остаток (8-10%). Сухой остаток состоит из органических и неорганических веществ. К органическим веществам плазмы крови относятся:

1) белки плазмы – альбумины (около 4,5%), глобулины (2 – 3,5%), фибриноген (0,2 – 0,4%).  
Общее количество белка в плазме составляет 7 – 8%;

2) небелковые азотсодержащие соединения (аминокислоты, мочевины, мочевая кислота, креатинин, аммиак и др.). Общее количество небелкового азота в плазме (так называемого остаточного азота) составляет 11-15 ммоль/ л;

3) безазотистые органические вещества: глюкоза – 4,4 – 6,6 ммоль/ л, нейтральные жиры, липиды;

4) ферменты и проферменты: некоторые из них участвуют в процессах свертывания крови и фибринолиза, в частности протромбин и профибринолизин. В плазме содержатся также ферменты, расщепляющие гликоген, жиры, белки и др.;

5) неорганические вещества плазмы крови (в основном соли) составляют 0,9% от ее состава. Солевой раствор с концентрацией 0,9% называется изотоническим, а с концентрацией больше 0,9% - гипертоническим, с более низкой концентрацией – гипотоническим. В гипертоническом растворе вода выходит из эритроцитов и они сморщиваются, а в гипотоническом – эритроциты набухают за счет поступления в них воды и лопаются. Разрушение эритроцитов с выходом гемоглобина в окружающую эритроцит среду называется гемолизом. Существует осмотический гемолиз, который вызывается гипотоническими растворами, механический, химический и физический гемолиз. Например, при переливании несовместимой группы крови может возникнуть гемолиз эритроцитов, приводящий к гемотрансфузионному шоку.

#### *12.4.2 Форменные элементы крови*

К ним относятся эритроциты, лейкоциты, тромбоциты (**рис. 12.1**).

Эритроциты – высокоспециализированные красные клетки, лишены ядра, имеют форму двояковогнутого диска. В 1 л крови мужчин содержится  $4,5-5,5 \times 10^{12}$ /л эритроцитов, у женщин –  $3,5-4,5 \times 10^{12}$ /л. Повышение количества эритроцитов в крови называется эритроцитозом, а понижение – эритропенией. В цитоплазме эритроциты содержат гемоглобин – дыхательный пигмент крови красного цвета, состоящий из белка глобина и четырех молекул гема. Молекула гема, содержащая атом железа, обладает способностью присоединять или отдавать молекулу кислорода. Гемоглобин, присоединивший к себе кислород, превращается в оксигемоглобин, а соединенный с молекулой углекислого газа – карбгемоглобин. У мужчин в крови содержится 130-160 г/л гемоглобина, у женщин – 120-140 г/л. Снижение уровня гемоглобина называется анемией.

Лейкоциты – бесцветные клетки непостоянной формы, подвижные, содержащие ядро. В крови здоровых людей в состоянии покоя количество лейкоцитов колеблется в пределах  $4,0-9,0 \times 10^9$ /л. Увеличение количества лейкоцитов в крови называется лейкоцитозом, уменьшение – лейкопенией.

Лейкоциты делятся на две группы: зернистые лейкоциты, или гранулоциты, и незернистые, или агранулоциты. Зернистые лейкоциты отличаются от незернистых тем, что их протоплазма имеет включения в виде зерен, которые способны окрашиваться различными красителями. К гранулоцитам относятся: эозинофилы (1-5%) с зернистостью красного цвета, базофилы (0,5-1%) с зернистостью синего цвета, нейтрофилы (55-70%) с зернистостью фиолетового цвета. Нейтрофилы по степени зрелости делятся на юные нейтрофилы, палочкоядерные и сегментоядерные. Основную массу в крови здоровых людей составляют сегментоядерные нейтрофилы, а юных нет совсем. К агранулоцитам относятся лимфоциты (25-30%) и моноциты (6-8%). Различают Т-лимфоциты (тимусзависимые), созревающие в вилочковой железе, и В-лимфоциты, образующиеся в групповых лимфатических фолликулах (пейеровых бляшках).

Процентное соотношение между отдельными видами лейкоцитов называют лейкоцитарной формулой. При ряде заболеваний характер лейкоцитарной формулы меняется. Так, например, при острых воспалительных процессах увеличивается количество нейтрофилов, при аллергических состояниях возрастает содержание эозинофилов. Таким образом, анализ лейкоцитарной формулы имеет диагностическое значение. Основной из функций лейкоцитов является фагоцитоз. Лейкоциты поглощают не только попавшие в организм бактерии, но и отмирающие клетки самого организма.

Тромбоциты – клетки овальной или округлой формы без ядра. Количество тромбоцитов в крови составляет  $200 - 400 \times 10^9$ /л. Увеличение содержания тромбоцитов в периферической крови называется тромбоцитозом, уменьшение – тромбоцитопенией. Тромбоциты принимают активное участие в процессе свертывания крови и фибринолиза (растворения кровяного сгустка). В тромбоцитах обнаружены биологически активные соединения, за счет которых они участвуют в остановке кровотечения (гемостазе).

Для физиологических и клинических исследований важное значение имеет определение количества форменных элементов в крови, которое производят под микроскопом с помощью счетной камеры Бюркера и сетки Горяева или же автоматически действующих электронных приборов – целлоскопов. Содержание гемоглобина определяется калориметрическим способом, то есть путем сравнения цвета исследуемого и стандартного растворов с помощью гемометра Сали или автоматически при использовании фотоэлектрокалориметра. Для определения СОЭ используют метод Панченкова: в крови, предохраненной от свертывания, происходит оседание форменных элементов, в результате чего кровь разделяется на два слоя (верхний – плазма, нижний – осевшие на дно сосуда клетки крови), через 1 час после стояния измеряют в миллиметрах слой плазмы над осевшими клетками крови в приборе Панченкова.

### *12.5 СВЕРТЫВАНИЕ КРОВИ*

Гемостаз - совокупность физиологических процессов, завершающихся остановкой кровотечения при повреждении сосудов. Свертывание крови – сложный многоступенчатый ферментативный процесс. Он может быть разделен на три этапа.

Первый этап характеризуется прилипанием тромбоцитов к поврежденной поверхности сосуда и склеиванием их между собой. Часть тромбоцитов распадается, при этом в присутствии ионов кальция и некоторых белков плазмы образуется белок тромбопластин.

Второй этап начинается с взаимодействия тромбопластина с протромбином, который превращается в фермент тромбин. Протромбин синтезируется клетками печени и постоянно находится

в крови. Превращение протромбина в тромбин происходит только в присутствии ионов кальция и витамина К.

Третий этап заключается во взаимодействии тромбина с растворенным в плазме белком фибриногеном и превращение его в нерастворимый фибрин. Нити фибрина – основной компонент тромба, образующегося в месте повреждения. Уплотнение сгустка и выделение сыворотки происходит в результате сокращений нитей фибрина. Сыворотка – это плазма крови, лишенная фибриногена. Тромб закрывает просвет сосуда или раны и останавливает кровотечение. Далее образуется соединительная ткань – рубец.

Процесс свертывания (коагуляции) крови имеет большое приспособительное значение в случае повреждения сосудов, т.к. препятствует потере крови. С другой стороны, очень важно, чтобы кровь, циркулирующая в сосудах, не свертывалась. Свертыванию крови препятствует гепарин. В сыворотке крови содержится фермент фибринолизин, растворяющий образующийся фибрин. Таким образом, в организме существует две системы: свертывающая и противосвертывающая. Они находятся в равновесии, при нарушении которого в сосудах образуются тромбы или напротив возникают кровотечения. Свертывающие факторы называются коагулянтами, противосвертывающие – антикоагулянтами.

### *12.6 ГЕМОПОЭЗ*

Сложный процесс образования, развития и созревания форменных элементов крови называется гемопоэзом (кроветворением). Эритроциты образуются интраваскулярно, в синусах красного костного мозга. Лейкоциты образуются экстраваскулярно (вне сосуда). При этом гранулоциты и моноциты созревают в красном костном мозге, а лимфоциты - в вилочковой железе, лимфатических узлах, миндалинах, лимфатических фолликулах желудочно-кишечного тракта, селезенке. Тромбоциты образуются из гигантских клеток мегакариоцитов в красном костном мозге и легких.

### *12.7 ГРУППЫ КРОВИ И РЕЗУС-ФАКТОР*

В 1901 г. австрийский исследователь Ландштейнер установил наличие в эритроцитах людей агглютиногенов (склеиваемое или агглютинируемое вещество) и предположил наличие в сыворотке соответствующих агглютининов (склеивающее или агглютинирующее вещество). Были обнаружены два агглютиногена и два агглютинина. Первые обозначают буквами латинского алфавита А и В, вторые – буквами греческого алфавита  $\alpha$  и  $\beta$ .

Агглютиногены – антигены, участвующие в реакции агглютинации (склеивания). Агглютинины – антитела, агглютинирующие (склеивающие) антигены. Агглютинация происходит в том случае, если в крови человека встречаются агглютиноген с одноименным агглютинином, то есть агглютиноген А с агглютинином  $\alpha$ , или агглютиноген В с агглютинином  $\beta$ . При переливании несовместимой крови в результате агглютинации эритроцитов и последующего их гемолиза (разрушения) развивается тяжелое состояние - гемотрансфузионный шок, который может привести к смерти. В физиологических условиях в крови человека никогда не происходит встреча одноименных агглютининов и агглютиногенов.

В зависимости от наличия или отсутствия в эритроцитах агглютиногенов, а в плазме агглютининов, различают 4 группы крови.

- I группа – в эритроцитах агглютиногенов нет, в плазме содержатся агглютинины  $\alpha$  и  $\beta$ .
- II группа – в эритроцитах находится агглютиноген А, в плазме агглютинин  $\beta$ .
- III группа – в эритроцитах обнаруживается агглютиноген В, в плазме – агглютинин  $\alpha$ .
- IV группа – в эритроцитах содержатся агглютиногены А и В, в плазме агглютининов нет.

При переливании крови необходимо, чтобы кровь донора нормально функционировала в кровеносной системе реципиента. По новым стандартам допускается переливание только одногруппной крови.

Кроме агглютиногенов, определяющих четыре группы крови, эритроциты могут содержать в разных комбинациях и многие другие агглютиногены. Среди них особенно большое практическое значение имеет резус-фактор. У 85% людей в крови содержится резус – фактор, такие люди называются резус-положительными (Rh+). У 15% людей резус – фактор отсутствует – это резус-отрицательные люди (Rh-).

## **ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ**

*Задание № 1. Выберите одно правильное утверждение:*

1. Фагоцитарной активностью обладают:
  - A) тромбоциты
  - B) лейкоциты
  - C) эритроциты
  - D) плазма крови
2. Количество гемоглобина в периферической крови:
  - A) 2-4%
  - B) 120-160 г/л
  - C) 90-100 ммоль/л
  - D) 120/80 мм рт.ст.
3. Функция гемоглобина:
  - A) защитная
  - B) выделительная
  - C) свертывающая
  - D) транспортная
4. Сдвиг реакции крови в кислую сторону:
  - A) гемостаз
  - B) алкалоз
  - C) пиноцитоз
  - D) ацидоз
5. Основная функция тромбоцитов:
  - A) свертывающая
  - B) выделительная
  - C) дыхательная
  - D) регуляторная
6. Агглютиногены содержатся в:
  - A) эритроцитах
  - B) тромбоцитах
  - C) лейкоцитах
  - D) плазме крови
7. Если активность противосвертывающей системы выше, чем свертывающей, может возникнуть:
  - A) тромбоз
  - B) кровотечение
  - C) анемия
  - D) гипоксия
8. Резус-принадлежность крови определяют:
  - A) плазма крови
  - B) тромбоциты
  - C) лейкоциты
  - D) эритроциты
9. Через неповрежденную стенку капилляра могут проникать:
  - A) эритроциты
  - B) лейкоциты
  - C) тромбоциты
  - D) кислород и углекислый газ
10. В гипотоническом растворе эритроциты:
  - A) сморщиваются
  - B) не изменяются
  - C) разбухают и разрушаются
  - D) агглютинируют

*Задание № 2. Ответьте на вопросы ситуационных задач.*

- Задача № 1. Реципиент получил 1 л донорской крови. На сколько граммов в среднем обогатилась его кровь гемоглобином?
- Задача № 2. При определении группы крови реакция агглютинации произошла с сыворотками I и III групп. Какая группа крови у обследуемого?
- Задача № 3. При определении группы крови реакция агглютинации произошла с сыворотками I, II и III групп. К какой группе относится кровь обследуемого?
- Задача № 4. При определении группы крови агглютинация произошла с сыворотками I и II групп. Какая группа крови у обследуемого?
- Задача № 5. При определении группы крови реакция агглютинации не произошла ни с одной из стандартных гемагглютинирующих сывороток. К какой группе относится кровь обследуемого?

### **ЭТАЛОНЫ ОТВЕТОВ**

Задание №1. 1-В, 2-В, 3-Д, 4-Д, 5-А, 6-А, 7-В, 8-Д, 9-В, 10-С

Задание № 2. №1. 120-160 г. №2. II группа. №3. IV группа. №4. III группа. №5. I группа.

## **УЧЕБНЫЙ МОДУЛЬ 13. АНАТОМИЯ, ФИЗИОЛОГИЯ СЕРДЦА И КРОВЕНОСНЫХ СОСУДОВ**

### **УЧЕБНЫЕ ЦЕЛИ**

ПОСЛЕ ИЗУЧЕНИЯ МОДУЛЯ СТУДЕНТ ДОЛЖЕН:

ИМЕТЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О: общем плане строения системы органов кровообращения; основных показателях кровообращения; факторах, влияющих на кровообращение; регуляции сердечной деятельности и тонуса сосудов; аускультации и перкуссии сердца; основах электрокардиографии, ее значении; о сердечно-сосудистом центре.

ЗНАТЬ: виды сосудов; функциональные группы сосудов; систему микроциркуляции; строение и расположение сердца: камеры, отверстия, клапаны; проводящая система сердца; фазы и продолжительность сердечного цикла; функциональные показатели сердечной деятельности и механизмы ее регуляции.

УМЕТЬ: показывать на муляжах, таблицах, в атласах структуры сердца, сосудов; пользоваться медицинской терминологией.

### **ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

#### **13.1 ПОНЯТИЕ О СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЕ**

Сердечно-сосудистая система объединяет все органы и системы организма в единое целое. Она обеспечивает постоянную циркуляцию крови и отток лимфы, гуморальную регуляцию функций органов и тканей, снабжение их питательными веществами и кислородом, выведение продуктов обмена, температурный режим, постоянство внутренней среды. В зависимости от вида протекающей по сосудам жидкости (кровь или лимфа) и некоторых особенностей строения выделяют кровеносную и лимфатическую системы (**рис. 13.1**).

Кровеносная система включает сердце и кровеносные сосуды: артерии, капилляры и вены, образующие замкнутые круги кровообращения – большой и малый, по которым кровь движется непрерывно от сердца к органам и обратно. Центральное место в системе кровообращения занимает сердце – мышечный орган, в результате ритмической деятельности которого кровь перемещается по сосудам.

#### **13.2 СТРОЕНИЕ КРОВЕНОСНЫХ СОСУДОВ**

Артерии – это сосуды, проводящие кровь от сердца к периферии. Артерии в зависимости от диаметра можно подразделить на крупные, средние и мелкие, а в зависимости от расположения – на внеорганные и внутриорганные. Внеорганные артерии (крупные и средние) доставляют кровь к органам или областям тела. Большинство из них имеет соответствующие названия: почечная артерия, плечевая артерия, бедренная артерия и т.д. Внутри органов артерии многократно подразделяются на ветви меньшего диаметра, образуя систему внутриорганных артериальных сосудов. Самые тонкие артериальные сосуды называются артериолами.

Стенка артерий сравнительно толстая и состоит из трех оболочек: внутренней, средней и наружной. Внутренняя оболочка представлена эндотелием и подэндотелиальным слоем. Она отделена от среднего слоя внутренней эластической мембраной. Средняя оболочка состоит из расположенных по спирали гладких мышечных клеток и эластических волокон. Наружная оболочка образована рыхлой соединительной тканью и содержит большое количество собственных кровеносных сосудов, нервных волокон. Между средней и наружной оболочками имеется наружная эластическая мембрана. Наличие эластической ткани в стенках артерий обуславливает упругость стенок этих сосудов -они не спадаются.

Капилляры – мельчайшие кровеносные обменные сосуды, через тончайшие стенки которых, представленные только одним слоем эндотелия, осуществляются все обменные процессы между кровью и тканями. Они располагаются в виде сетей в тканях всех органов и связывают артерии с венами. Тонкая стенка капилляра (ее толщина около 1 мкм) состоит из одного слоя клеток эндотелия, расположенных на базальной мембране. Кровеносные капилляры переходят в вены.

Между артериолами и капиллярами имеются переходные сосуды – прекапилляры, а между капиллярами и венами – посткапилляры.

Вены – это сосуды, несущие кровь к сердцу. По сравнению с артериями в венах ток крови происходит в обратном направлении – из меньших сосудов в более крупные. В каждом органе самые мелкие венозные сосуды – вены дают начало внутриорганной системе вен, из которых кровь оттекает во внеорганные вены. Последние собирают кровь из разных органов и областей тела в самые крупные венозные сосуды – верхнюю и нижнюю полые вены, впадающие в сердце. В сердце входят также легочные вены и венечный синус сердца.

Стенка вен, как и артерий, состоит из трех оболочек, но они гораздо тоньше и содержат мало эластических волокон. Поэтому вены менее упруги и легко спадаются.

В отличие от артерий, большинство вен снабжено клапанами. Венозные клапаны - это складки внутренней оболочки, они пропускают кровь по направлению к сердцу и препятствуют обратному току крови.

Суммарный просвет вен тела значительно превосходит такой же просвет артерий, но уступает суммарному просвету кровеносных капилляров. От этого зависит скорость перемещения крови по разным отделам сосудистой системы: чем больше общий просвет сосудов, тем меньше скорость кровотока.

Коллатерали и анастомозы. Некоторые области тела и органы, помимо главного сосуда, имеют более тонкие добавочные сосуды, расположенные параллельно главному, магистральному сосуду. Такие сосуды называют коллатеральными (окольными). Между разветвлениями разных сосудов данной области или органа обычно имеются соединительные сосуды - анастомозы. Особенно много анастомозов между артериолами, мелкими артериями, венами. При прекращении тока крови в одном из сосудов (компрессия опухолью, перевязка после ранения и т.д.) усиливается движение крови по коллатеральным и соединительным сосудам. В результате кровоснабжение тканей может быть восстановлено полностью.

Систему кровообращения функционально подразделяют на три отдела: центральный, периферический (регионарный) и микроциркуляторный.

Центральный отдел включает сердце и крупные сосуды – аорту, сонные артерии, воротную, полые вены. Периферический отдел включает артерии и вены менее крупного калибра. Микроциркуляторный отдел представлен мельчайшими кровеносными сосудами органов и тканей - артериолами, прекапиллярами, капиллярами, посткапиллярами, венами и артериоло-венулярными анастомозами, а также лимфатическими капиллярами и стромой органов. В процессе микроциркуляции обеспечивается обмен веществ между кровью и тканями. Главную роль в этом процессе играют капилляры как обменные микрососуды.

### *13.3 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ*

Основными показателями кровообращения являются: кровяное давление, объемная и линейная скорость кровотока.

Кровяное давление – это давление крови на стенки кровеносных сосудов. Давление крови в различных отделах сосудистого русла неодинаково: в артериальной системе оно выше, в венозной - ниже, в крупных венах вблизи сердца оно отрицательное. Нормальное кровяное давление необходимо

для циркуляции крови и кровоснабжения органов и тканей. Различают систолическое, диастолическое и пульсовое артериальное давление. Максимальное, систолическое давление отражает состояние миокарда левого желудочка. Оно составляет 100-120 мм рт. ст. Минимальное, диастолическое давление характеризует тонус артериальных стенок. Оно равняется 60-80 мм рт. ст. Пульсовое давление составляет 30-40 мм рт. ст. – это разность между величинами систолического и диастолического давления. Факторы, влияющие на величину кровяного давления, следующие: работа сердца, вязкость крови, объем циркулирующей крови, периферическое сопротивление, зависящее от тонуса сосудов.

Венозное давление гораздо ниже артериального. Оно измеряется в миллиметрах водного столба, а в крупных венах вблизи сердца оно отрицательное. На скорость кровотока в венах, особенно в венах нижних конечностей, большое влияние оказывают венозные клапаны, предупреждающие обратный ток крови, и прилежащие к венам мышцы, играющие роль «периферических сердец», облегчающих движение крови в направлении, противоположном действию силы тяжести. Этот факт широко используется в методиках массажа при венозном застое и отеках (т.н. «отсасывающем массаже»). Для осуществления венозного возврата крови в правое предсердие велико значение присасывающего действия сердца и работающих легких, поддерживающих отрицательное давление в плевральных полостях.

Давление крови в капиллярах тесно связано с состоянием органа (в покое или же при активной деятельности), с его функциями. Например, в капиллярах почечных клубочков давление достигает 70-90 мм рт. ст., в капиллярах легких давление равняется 6 мм рт. ст.

Объемная скорость кровотока или объемная скорость крови, притекающей и оттекающей от органа, одинакова в поперечном сечении любого участка сердечно-сосудистой системы.

Линейная скорость кровотока – это путь, пройденный в единицу времени каждой частицей крови. Линейная скорость кровотока в отличие от объемной скорости неодинакова в разных сосудистых областях. Линейная скорость движения в венах меньше, чем в артериях, а в капиллярах она самая низкая.

#### *13.4 СТРОЕНИЕ СЕРДЦА*

Сердце – полый мышечный орган, который нагнетает кровь в артериальные сосуды и возвращает ее по венозным сосудам. Ритмично сокращаясь и расслабляясь, сердце обеспечивает кровообращение (**рис. 13.2**).

Расположено сердце в грудной полости, в нижнем отделе переднего средостения, в основном слева от срединной плоскости. В сердце выделяют верхушку и основание. Верхушка направлена вниз, вперед и влево, а основание – вверх и кзади. Сердце повернуто влево вокруг продольной оси на 45°, т.ч. правые камеры расположены больше спереди, а левые – больше сзади. Снаружи на сердце различают грудино-реберную (переднюю), диафрагмальную (нижнюю) и легочные (боковые) поверхности. Верхушка сердца проецируется на передней грудной стенке в V межреберье, на 1-2 см кнутри от левой среднеключичной линии. Верхняя граница сердца проходит по верхнему краю III левого реберного хряща. Правая граница спускается на 2-3 см кнаружи от правого края грудины. Левая граница сердца представляет кривую линию, идущую от верхушки сердца к III левому реберному хрящу. Определяют границы сердца при помощи перкуссии (выстукивания). Средняя масса сердца у мужчин 300 г, у женщин – 250 г.

##### *13.4.1 Камеры сердца*

Сердце человека четырехкамерное, имеет два предсердия и два желудочка. Продольными перегородками, межпредсердной и межжелудочковой, оно герметично разделено на две половины – правую и левую. В правых камерах течет венозная кровь, а в левых – артериальная кровь (**рис. 13.3**).

Правое предсердие впереди образует выпячивание, резервную камеру для крови – правое ушко. Фиброзная межпредсердная перегородка имеет углубление – овальную ямку. На месте этой ямки у плода было овальное отверстие, посредством которого предсердия сообщались между собой. После рождения овальное окно обычно зарастает.

В правое предсердие впадают венозные коллекторы: верхняя и нижняя полые вены, венечный синус и мелкие венозные сосуды – наименьшие вены сердца. На нижней стенке правого предсердия расположено правое предсердно-желудочковое отверстие, сообщающее предсердие с правым желудочком.



Правый желудочек отделен от левого межжелудочковой перегородкой. Из артериального конуса правого желудочка выходит легочный ствол, который поднимается к легким. На внутренней поверхности желудочка имеются три сосочковых мышцы, от которых отходят сухожильные хорды, прикрепляющиеся к краям створок правого предсердно-желудочкового клапана.

Левое предсердие впереди образует левое ушко. В левое предсердие впадают четыре легочные вены (по две от правого и левого легкого), несущие артериальную кровь из легких и лишенные клапанов. Посредством левого предсердно-желудочкового отверстия предсердие сообщается с левым желудочком.

Левый желудочек внутри имеет две сосочковые мышцы с отходящими от них сухожильными хордами. От левого желудочка начинается аорта.

#### *13.4.2 Строение клапанов сердца*

Всего в сердце четыре клапана: два створчатых и два полулунных. Правое предсердно-желудочковое отверстие имеет правый предсердно-желудочковый клапан. Он состоит из трех створок, поэтому называется еще трехстворчатым. Левое предсердно-желудочковое отверстие снабжено левым предсердно-желудочковым (митральным) клапаном. Этот клапан состоит из двух створок и называется также двухстворчатым. Поверхность створок гораздо больше площади предсердно-желудочкового отверстия, поэтому створки плотно прилежат друг к другу и плотно смыкаются при изменениях наполнения желудочка. Благодаря натяжению сухожильных нитей створки не выворачиваются в сторону предсердий во время систолы желудочков.

Отверстия легочного ствола и аорты имеют каждое по три полулунных створки (кармашка), образующих клапан легочного ствола и клапан аорты. Во время диастолы ток крови устремляется за створки и завихряется там, заполняя кармашки и закрывая полулунные клапаны.

Створчатые клапаны препятствуют обратному току крови в предсердия во время систолы желудочков. Полулунные клапаны препятствуют обратному току крови в желудочки при диастоле.

При повреждении клапаны не полностью открываются (стеноз), либо неплотно смыкаются (недостаточность), чаще это встречается при пороках сердца.

#### *13.4.3 Строение стенки сердца*

Стенка сердца представлена тремя оболочками: внутренней, средней и наружной. Внутренняя оболочка тонкая – эндокард, средняя толстая – миокард и тонкая наружная – эпикард, являющийся внутренним листком околосердечной сумки (перикарда).

Эндокард, выстилающий изнутри полости сердца и образующий клапаны, состоит из рыхлой соединительной ткани и покрыт эндотелием

Миокард образован из специализированной поперечно-полосатой мышечной ткани и составляет основную массу сердца. Мышечная оболочка предсердий имеет толщину 0,1-0,2 см. Толщина миокарда желудочков различна в связи с тем, что желудочки должны развивать разные усилия. Стенка левого желудочка имеет толщину 1,0-1,2 см и состоит в основном из мощной циркулярной мускулатуры, способной создавать высокое давление 120 мм рт.ст., обеспечивающее выброс крови в большой круг кровообращения, сосуды которого имеют высокое сопротивление. В стенке правого желудочка преобладает спиральная мускулатура, которая при небольшом усилии может развивать давление 30-40 мм рт.ст., обеспечивающее выброс крови в малый круг кровообращения, сопротивление сосудов которого невелико. Миокард формирует сосочковые мышцы и мясные перекладки (трабекулы) в желудочках.

В миокарде, помимо мышечных волокон, выполняющих сократительную функцию, имеются специализированные мышечные клетки, входящие в состав проводящей системы сердца.

Эпикард сращен с миокардом и представляет собой висцеральную пластинку околосердечной серозной оболочки – перикарда. Parietalная пластинка этой оболочки образует вокруг сердца серозный мешок – околосердечную сумку. Между двумя листками перикарда имеется щелевидное пространство – полость перикарда с небольшим количеством серозной жидкости, уменьшающей трение во время работы сердца.

#### *13.4.4 Функциональные особенности миокарда*

В состав сердечной поперечно-полосатой мышцы входят типичные сократительные мышечные клетки – кардиомиоциты и атипичные сердечные миоциты, формирующие так называемую проводящую систему. Мышечная ткань предсердий и желудочков ведет себя как функциональный

синцитий: возбуждение, возникающее в каком-либо из этих отделов, охватывает все без исключения мышечные волокна.

Миокард характеризуется высоким уровнем окисления. В связи с этим в его клетках содержится большое количество митохондрий, основная функция которых – образование АТФ. Мышечные клетки сердца взрослого организма не делятся и не способны к регенерации.

### *13.5 СОСУДЫ СЕРДЦА*

Коронарный круг кровообращения включает сосуды самого сердца и начинается левой и правой венечными (коронарными) артериями, которые отходят от начального отдела аорты. Левая венечная артерия, ложится в венечную борозду налево и вскоре делится на две ветви: переднюю межжелудочковую и огибающую. Правая венечная артерия, отойдя от аорты, ложится в венечную борозду направо, огибает правый край сердца, переходит на диафрагмальную поверхность, где образует анастомоз с огибающей ветвью левой венечной артерии. Продолжение правой венечной артерии – задняя межжелудочковая ветвь – залегает в одноименной борозде и в области верхушки сердца образует анастомоз с передней межжелудочковой ветвью. Ветви венечных артерий в миокарде делятся на артериальные сосуды все меньшего диаметра вплоть до артериол, которые переходят в капилляры. Протекая по капиллярам, кровь отдает миокарду кислород и питательные вещества, получает продукты распада и в результате из артериальной превращается в венозную, которая через вены оттекает в более крупные венозные сосуды сердца.

Вены сердца. К ним относятся большая, средняя, малая и минимальные сердечные вены. Большая вена сердца проходит в передней межжелудочковой борозде; средняя вена сердца находится в задней межжелудочковой борозде; малая вена сердца лежит на диафрагмальной поверхности сердца. Почти все вены сердца впадают в общий венозный сосуд этого органа – венечный синус. Венечный синус располагается в венечной борозде на диафрагмальной поверхности сердца и открывается в правое предсердие. В стенке сердца имеются так называемые наименьшие вены сердца, впадающие самостоятельно рядом с венечным синусом в правое предсердие. Венечным синусом и устьями наименьших вен сердца коронарный круг кровообращения заканчивается.

Нервы сердца. К сердцу подходят симпатические нервы от симпатического ствола и парасимпатические ветви от блуждающего нерва. Волокна этих нервов образуют нервные сплетения сердца. Импульсы симпатических нервов усиливают, а парасимпатических - замедляют работу сердца.

### *13.6 ФИЗИОЛОГИЯ СЕРДЦА*

#### *13.6.1 Работа сердца*

Работа сердца должна изменяться, потому что в процессе жизнедеятельности двигательная активность организма изменяется в широких пределах.

В покое количество крови, выбрасываемое при каждом сокращении желудочка, составляет 60-70 мл – это систолический объем сердца. Если эту величину умножить на частоту сердечных сокращений – 70-75/мин, то получится минутный объем сердца – это количество крови, выбрасываемое сердцем за 1 минуту (в покое около 5 литров).

#### *13.6.2 Цикл сердечной деятельности*

Сердечным циклом называется период, охватывающий полное сокращение и расслабление сердца. Цикл сердечной деятельности длится 0,8 секунд. Предсердия и желудочки сокращаются последовательно. Сокращение мышцы сердца называется систолой, а расслабление – диастолой. Сердечный цикл включает три фазы: систолу предсердий (0,1сек.), систолу желудочков (0,3сек.), общую диастолу (0,4 сек.), называемую также паузой. Во время паузы створчатые клапаны открыты, а полулунные закрыты. Кровь притекает из вен в предсердия, а затем в желудочки, и к концу паузы желудочки заполняются кровью на 70%. Систола предсердий начинается с сокращения мускулатуры устьев полых и легочных вен, что препятствует обратному току крови. Кровь нагнетается в желудочки до 100%. Затем начинается систола желудочков: захлопываются предсердно-желудочковые клапаны, так как по мере наполнения они оттесняются в сторону предсердий и когда давление в желудочках превысит давление в предсердиях, клапаны захлопываются полностью (фаза напряжения). Когда давление в желудочках превысит давление в артериях, полулунные клапаны открываются и кровь выбрасывается в аорту и легочной ствол (фаза изгнания). Потом снова наступает диастола желудочков, давление в них понижается. Когда оно становится ниже, чем в аорте и легочном стволе, полулунные

клапаны закрываются. В это время предсердно-желудочковые клапаны под давлением крови предсердий открываются, и цикл повторяется снова.

### *13.6.3 Механизм образования тонов сердца*

Тоны сердца – это звуки, возникающие во время работы сердца. Существует I тон – систолический (низкий, глухой, продолжительный), и II тон – диастолический (высокий и короткий). Первый тон возникает в начале систолы желудочков в результате захлопывания предсердно-желудочковых клапанов, колебания миокарда и сухожильных нитей. Второй тон образуется в начале диастолы при захлопывании полулунных клапанов аорты и легочного ствола.

Методом определения тонов сердца служит аускультация (выслушивание). Тоны сердца выслушиваются в местах проекции клапанов:

- митральный клапан – в области верхушки (в пятом межреберье, на 1-2 см медиальнее среднеключичной линии);
- аортальный клапан – во втором межреберье справа у края грудины;
- клапан легочного ствола – во втором межреберье слева у края грудины;
- трехстворчатый клапан – в месте соединения мечевидного отростка с телом грудины.

### *13.6.4 Свойства сердечной мышцы*

Сердечная мышца, как и скелетные мышцы, обладает свойством возбудимости, способностью проводить возбуждение и сократимостью. К физиологическим особенностям сердечной мышцы (в отличие от скелетной мышцы) относятся удлинённый рефрактерный период и автоматизм.

Во время возбуждения сердечная мышца утрачивает способность отвечать на повторное раздражение возбуждением. Процессу сокращения и расслабления сердца соответствуют периоды отсутствия возбудимости мышечной ткани: абсолютная и относительная рефрактерность. Периоду рефрактерности соответствует время отсутствия сокращения мышцы. Длительный период невозбудимости предохраняет миокард от слишком быстрого повторного возбуждения. Если сокращения миокарда происходило бы слишком часто, то ухудшилась бы нагнетательная функция сердца, т.к. при слишком высокой частоте сокращения кровь не успевала бы заполнить сердце. Миокард не способен к тетанусу, т.е. к суммации сокращений в отличие от скелетных мышц. Сократимость миокарда не может изменяться включением дополнительного количества двигательных единиц. Миокард функционально является синцитием (сетью) мышечных волокон, поэтому в каждом сокращении участвуют все мышечные волокна по закону «все или ничего».

Автоматизм – способность сердца ритмически сокращаться под влиянием импульсов, возникающих в нем самом – обеспечивается проводящей системой сердца.

### *13.6.5 Проводящая система сердца*

Регуляция и координация сократительной функции сердца осуществляется его проводящей системой. Это атипичные мышечные волокна - сердечные проводящие миоциты, способные генерировать импульсы и проводить их к клеткам миокарда. Проводящие миоциты расположены под эпикардом, в них мало миофибрилл, но много митохондрий (**рис. 13.4**).

Центрами проводящей системы сердца являются:

синусно-предсердный узел (узел Киса-Флека), расположенный в стенке правого предсердия у места впадения верхней полой вены;

предсердно-желудочковый узел (узел Ашоффа-Тавара), лежащий в толще нижнего отдела межпредсердной перегородки. Книзу этот узел переходит в предсердно-желудочковый пучок Гиса, который связывает миокард предсердий с миокардом желудочков; в мышечной части межжелудочковой перегородки этот пучок делится на правую и левую ножки; концевые разветвления ножек пучка Гиса - волокна Пуркинье, которые заканчиваются на клетках миокарда желудочков.

Водителем ритма является синусно-предсердный узел, который генерирует ритм с частотой 70 сокращений в минуту. Возбуждение распространяется по предсердию, достигает предсердно-желудочкового узла и тормозит его активность. Если водитель ритма выходит из строя, его функции переходят к предсердно-желудочковому узлу, но частота сокращений миокарда уменьшается вдвое. От предсердно-желудочкового узла импульсы по пучку Гиса распространяются на желудочки. В такой же последовательности сокращаются и расслабляются камеры сердца.

### *13.6.6 Электроявления в сердце*

Процесс прохождения возбуждения по сердцу может регистрироваться на электрокардиограмме (ЭКГ) с помощью прибора - электрокадиографа. На ЭКГ в каждом сердечном цикле различают зубцы P, Q, R, S и T. Зубец P отражает возбуждение предсердий, как правого, так и левого. Комплекс зубцов QRST отражает возбуждение желудочков. Интервал PQ отражает время прохождения возбуждения по предсердию. Время от начала зубца Q до окончания зубца T почти полностью совпадает с систолой желудочков. Зубец T отражает процесс реполяризации в желудочках.

Изменение амплитуды зубцов, их последовательность, наложение зубцов друг на друга и другие показатели тонко отражают состояние сердечной мышцы. По показателям ЭКГ можно судить о скорости проведения возбуждения по сердечной мышце, ритмичности или аритмичности сокращений сердца, последовательности сокращений предсердий и желудочков и т. д.

### *13.6.7 Регуляция работы сердца*

Регуляция деятельности сердца осуществляется с помощью нервно-гуморальных механизмов.

В нервной регуляции работы сердца главная роль принадлежит блуждающим и симпатическим нервам. Блуждающие нервы тормозят сердечную деятельность, а симпатические - усиливают. Замедление частоты сокращений сердца называется брадикардией, учащение – тахикардией.

Существуют регулирующие работу сердца рефлекторные механизмы, которые осуществляются через влияние на многочисленные ангиорецепторы, находящиеся в стенках сосудов. Эти рецепторы реагируют на изменения величины артериального давления и химического состава крови. Например, при уменьшении артериального давления происходит возбуждение барорецепторов, импульсы от них поступают в продолговатый мозг к ядрам блуждающих нервов. В результате снижается возбудимость нейронов ядер блуждающих нервов, усиливается влияние симпатических нервов на сердце, и частота и сила сердечных сокращений увеличиваются, что является одной из причин нормализации величины артериального давления.

Таким же образом работает висцеро-висцеральный рефлекс Бейнбриджа: при повышении давления в устьях полых вен увеличиваются частота и сила сердечных сокращений.

Закон Старлинга – закон сердечного волокна - формулируется так: чем больше растянуто мышечное волокно, тем сильнее оно сокращается. Следовательно, сила сердечных сокращений зависит от исходной длины мышечных волокон перед началом их сокращений. Закон Старлинга и рефлекс Бейнбриджа относят к механизмам саморегуляции, за счет которых изменяется сила и частота сердечных сокращений, что позволяет приспособить работу сердца к изменчивым условиям существования.

Гуморальная регуляция деятельности сердца осуществляется под влиянием гормонов, электролитов и других высокоактивных веществ. Так, ацетилхолин и норадреналин, медиаторы нервной системы, эффективно регулируют работу сердца. Ацетилхолин уменьшает возбудимость, проводимость сердечной мышцы и силу ее сокращений. Медиатор норадреналин и гормоны адреналин, тироксин оказывают на сердце влияние, аналогичное воздействию симпатических нервов: они усиливают деятельность сердца.

Характер действия ионов калия на сердце сходен с тормозящим эффектом возбуждения блуждающих нервов, а действие ионов кальция – с возбуждающим эффектом раздражения симпатических нервов.

## ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

Задание № 1. Выберите одно правильное утверждение.

1. Внутренняя оболочка сердца:

- А) эндокард
- В) миокард
- С) эпикард
- Д) перикард

2. Из правого желудочка начинается:

- А) аорта
- В) легочной ствол
- С) легочные вены
- Д) нижняя полая вена

3. Полулунные клапаны закрыты во время:
- A) систолы предсердий
  - B) систолы желудочков
  - C) диастолы предсердий
  - D) диастолы сердца
4. Створчатые клапаны закрыты во время:
- A) систолы предсердий
  - B) систолы желудочков
  - C) общей диастолы
  - D) диастолы желудочков
5. Кровь из левого желудочка выталкивается в аорту во время:
- A) систолы предсердий
  - B) систолы желудочков
  - C) общей диастолы
  - D) диастолы желудочков
6. Систола желудочков длится:
- A) 0,3 сек.
  - B) 0,4 сек.
  - C) 0,2 сек.
  - D) 0,1 сек.
7. Вены сердца впадают в:
- A) правый желудочек
  - B) левый желудочек
  - C) правое предсердие
  - D) левое предсердие
8. Между правыми камерами сердца расположен клапан:
- A) двухстворчатый
  - B) трехстворчатый
  - C) аортальный
  - D) легочный
9. Проводящая система сердца представлена:
- A) нервными волокнами
  - B) атипическими миокардиоцитами
  - C) атипической соединительной тканью
  - D) сократительными миокардиоцитами
10. Зубец QRS на ЭКГ означает:
- A) систолу предсердий
  - B) систолу желудочков
  - C) диастолу предсердий
  - D) диастолу желудочков

*Задание № 2. Ответьте на контрольные вопросы и вопросы ситуационных задач*

Задача № 1. Как изменится работа сердца при избытке в крови ионов кальция и адреналина?

Задача № 2. Как изменится работа сердца при избытке в крови ионов калия и ацетилхолина?

Задача № 3. Какова длительность общей паузы сердечного цикла при частоте 70 и 140 сердечных сокращений в минуту?

Задача № 4. В результате ревматизма больной перенес эндокардит. При выслушивании определяются шумы в области сердца. Как вы думаете, какое осложнение возникло у больного?

Задача № 5. Больная 45 лет жалуется на внезапно возникшую сильную головную боль, мелькание «мушек» перед глазами, рвоту, АД-220/130 мм рт. ст. Для какого заболевания характерны эти симптомы?

### **ЭТАЛОНЫ ОТВЕТОВ**

Задание № 1. 1-А, 2-В, 3-Д, 4-В, 5-В, 6-А, 7-С, 8-В, 9-В, 10-В.

Задание № 2. Задача № 1. усиливаться. Задача № 2. ослабляться. Задача № 3. 0,4с; 0,2 с. Задача № 4. приобретенный порок сердца. Задача № 5. гипертонический криз

## **УЧЕБНЫЙ МОДУЛЬ 14. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АНАТОМИЯ АРТЕРИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ**

### **УЧЕБНЫЕ ЦЕЛИ**

ПОСЛЕ ИЗУЧЕНИЯ МОДУЛЯ СТУДЕНТ ДОЛЖЕН:

ИМЕТЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О: значении кровообращения; определении и характеристике пульса; приборах для измерения артериального давления; временной остановке кровотока.

ЗНАТЬ: сущность процесса кровообращения; структуры, осуществляющие процесс кровообращения; круги кровообращения; сосуды малого круга кровообращения; кровоснабжение легких; сосуды большого круга кровообращения; отделы аорты и отходящие от нее ветви; артерии головы и шеи; артерии верхних и нижних конечностей; артерии грудной и брюшной полостей, полости таза.

УМЕТЬ: показывать в атласе, на таблицах, на муляжах сосуды малого и большого кругов кровообращения; определять пульс на периферических артериях; применять латинские термины.

### **ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

#### *14.1 БОЛЬШОЙ И МАЛЫЙ КРУГИ КРОВООБРАЩЕНИЯ*

Большой круг кровообращения начинается аортой, отходящей от левого желудочка, заканчивается полыми венами (верхней и нижней), впадающими в правое предсердие. Функции большого круга заключаются в снабжении всего организма кислородом и питательными веществами и удалении ненужных продуктов обмена веществ.

Малый круг кровообращения обеспечивает газообмен между кровью легочных капилляров и воздухом легочных альвеол. Он образован сосудами легких и называется также легочным кругом кровообращения. Начинается легочным стволом, который выходит из правого желудочка. Легочный ствол диаметром 30 мм выходит из правого желудочка, от которого он отделен своим клапаном. Легочный ствол расположен впереди аорты и левого ушка сердца, направляется вверх и назад и на уровне IV грудного позвонка делится на правую и левую легочные артерии. От места развилки (бифуркации) к дуге аорты направляется короткая артериальная связка (заросший артериальный или боталлов проток плода). Легочные артерии в воротах легких делятся соответственно строению легкого, т.е. сначала на долевые артерии (правая – на три, левая – на две ветви), потом на сегментарные и дольковые артерии, образующие сети капилляров. При прохождении по кровеносным капиллярам легкого венозная кровь освобождается от углекислого газа, насыщается кислородом и становится артериальной. Артериальная кровь из легких оттекает по четырем легочным венам, впадающим в левое предсердие.

#### *14.2 АРТЕРИИ БОЛЬШОГО КРУГА КРОВООБРАЩЕНИЯ*

##### *14.2.1 Аорта*

Аорта (**рис. 14.1**) является самым крупным артериальным сосудом, выходящим из левого желудочка сердца и снабжающим кровью все артерии большого круга кровообращения. Различают три отдела аорты: восходящую часть аорты, дугу аорты и нисходящую часть аорты. Нисходящая часть аорты в свою очередь подразделяется на два отдела: грудной и брюшной. Грудная часть аорты спускается от дуги к аортальному отверстию диафрагмы. Брюшная аорта спускается от аортального отверстия диафрагмы до уровня IV-V поясничных позвонков, где разделяется на правую и левую общие подвздошные артерии. От аорты в месте ее бифуркации отходит тонкая срединная крестцовая артерия, которая спускается в малый таз.

Восходящая часть аорты (восходящая аорта) - начальный отдел аорты длиной около 6 см, диаметром около 3 см, находится в переднем средостении, позади легочного ствола. Выйдя из левого желудочка, восходящая аорта поднимается кверху и на уровне рукоятки грудины продолжается в дугу аорты. Начальная часть восходящей аорты расширена и называется луковицей аорты. От луковицы аорты отходят правая и левая венечные артерии, которыми начинается коронарный или сердечный круг кровообращения, подробно описанный в модуле 13.

Дуга аорты направляется налево и назад, перебрасывается над левым главным бронхом и на уровне IV грудного позвонка продолжается в грудную часть аорты. От выпуклой части дуги аорты отходят три крупные ветви: плечеголовной ствол, левая общая сонная и левая подключичная артерии. Эти сосуды кровоснабжают шею, голову, верхние конечности и частично переднюю грудную стенку (рис. 14.2).

Плечеголовной ствол – непарный сосуд длиной около 4 см. Он поднимается от дуги аорты справа и вверх и на уровне правого грудино-ключичного сустава делится на правую общую сонную и правую подключичную артерии.

#### 14.2.2 Ветви общей сонной артерии

Общая сонная артерия проходит по шее вверх рядом с пищеводом и трахеей и на уровне верхнего края щитовидного хряща делится на наружную и внутреннюю сонные артерии. Левая общая сонная артерия является ветвью дуги аорты, поэтому она длиннее правой общей сонной артерии, которая отходит от плечеголовного ствола. Общую сонную артерию можно прощупать сбоку от нижнего отдела гортани и при необходимости прижать к сонному бугорку на поперечном отростке VI шейного позвонка (для остановки кровотечения из ветвей этой артерии).

Наружная сонная артерия направляется от общей сонной артерии по шее вверх, затем проходит в толще околоушной слюнной железы позади угла нижней челюсти, отдавая многочисленные ветви (рис. 14.3).

Верхняя щитовидная артерия от начала наружной сонной артерии направляется вперед и вниз и своими ветвями участвует в кровоснабжении щитовидной железы, гортани и мышц шеи.

Язычная артерия начинается на уровне подъязычной кости, направляется вверх и вперед, отдает ветви к подъязычной железе, небной миндалине. Затем под названием глубокой артерии языка она проходит в толщу языка и кровоснабжает его.

Лицевая артерия отходит выше язычной артерии в поднижнечелюстную ямку, затем перегибается через край нижней челюсти и направляется к внутреннему углу глаза; на своем пути отдает ветви к поднижнечелюстной слюнной железе, мягкому небу и мягким тканям лица.

Затылочная артерия отходит назад и вверх, отдает ветви к затылочной области головы и мышцам шеи

Грудино-ключично-сосцевидная артерия участвует в кровоснабжении одноименной мышцы.

Задняя ушная артерия отдает ветви к ушной раковине и коже затылочной области головы.

Восходящая глоточная артерия отходит от наружной сонной артерии с медиальной стороны и кровоснабжает глотку, небную миндалину.

Отдав перечисленные ветви, наружная сонная артерия разделяется на уровне шейки суставного отростка нижней челюсти на две конечные ветви: верхнечелюстную и поверхностную височную артерии. Верхнечелюстная артерия проходит в подвисочной и крылонебной ямках, отдает ветви к нижним зубам и нижней челюсти, твердой оболочке мозга (средняя менингеальная артерия), к верхней челюсти, небу, стенкам полости носа, жевательным мышцам. Поверхностная височная артерия направляется вверх, в височную область и отдает ветви к мягким тканям височной, лобной, теменной и затылочной областей.

Внутренняя сонная артерия направляется по шее вверх, располагаясь вначале позади, а затем медиально от наружной сонной артерии. На шее эта артерия ветвей не отдает. Из области шеи она через сонный канал височной кости проникает в полость черепа, проходит сбоку от турецкого седла и у отверстия зрительного канала отдает глазную артерию, а затем делится на переднюю и среднюю артерии мозга, заднюю соединительную артерию.

Глазная артерия проходит из полости черепа через зрительный канал в глазницу, где отдает ветви к глазному яблоку, к слезной железе, мышцам глаза, мягким тканям лба.

Передняя мозговая артерия огибает мозолистое тело и отдает ветви преимущественно к медиальной поверхности полушария большого мозга. Между правой и левой передними артериями мозга имеется анастомоз – передняя соединительная артерия.

Средняя мозговая артерия проходит в латеральную борозду полушария большого мозга и отдает ветви к его лобной, теменной и височной долям.

Задняя соединительная артерия является анастомозом с задней мозговой артерией из системы позвоночной артерии.

### *14.2.3 Ветви подключичной и подмышечной артерий*

Подключичная артерия правая, является ветвью плечевого ствола, а левая – ветвью дуги аорты. Подключичная артерия проходит в области шеи над куполом плевры и располагается в межлестничном промежутке между передней и средней лестничными мышцами в сопровождении пучков плечевого нервного сплетения. От нее отходят следующие ветви: позвоночная артерия, внутренняя грудная артерия, щитошейный ствол, реберно-шейный ствол и поперечная артерия шеи.

Позвоночная артерия отходит от подключичной артерии кверху, проходит через отверстия в поперечных отростках шейных позвонков с VI по I, а затем через большое затылочное отверстие проникает в полость черепа. От нее отходят ветви к глубоким мышцам шеи, шейным позвонкам, спинному мозгу, стволу. В полости черепа, на скате правая и левая позвоночные артерии соединяются в базилярную (основную) артерию, которая отдает ветви к внутреннему уху, стволу, а затем делится на две задние мозговые артерии, кровоснабжающие затылочные доли больших полушарий

Следовательно, в кровоснабжении головного мозга участвуют правая и левая внутренние сонные артерии, правая и левая позвоночные артерии. На основании мозга вокруг турецкого седла ветви этих артерий – передние мозговые артерии с передней соединительной артерией, задние соединительные артерии и задние мозговые артерии – образуют большое артериальное кольцо – виллизиев круг (анастомоз между внутренними сонными и позвоночными артериями), обеспечивающий надежность кровоснабжения мозга .

Внутренняя грудная артерия проходит сбоку от грудины по внутренней поверхности грудной стенки и отдает ветви к межреберным мышцам (передние межреберные артерии), к молочной железе, диафрагме, перикарду, верхнему отделу передней брюшной стенки.

Щитошейный ствол направляется кверху и делится на ветви, участвующие в кровоснабжении щитовидной железы (нижняя щитовидная артерия), мышц шеи и мышц задней поверхности лопатки (надлопаточная артерия).

Реберно-шейный ствол делится на ветви к задним мышцам шеи и к двум верхним межреберным промежуткам.

Поперечная артерия шеи достигает лопатки и участвует в кровоснабжении мышц, прикрепляющихся к этой кости (ромбовидных мышц, мышцы, поднимающей лопатку и др.).

Подключичная артерия на уровне наружного края I ребра продолжается в подмышечную артерию.

Подмышечная артерия спускается в подмышечную ямку рядом с подмышечной веной и стволами плечевого нервного сплетения. Ее ветви участвуют в кровоснабжении мышц плечевого пояса, капсулы плечевого сустава и части мышц груди. К ветвям подмышечной артерии относятся: грудоакромиальная артерия – участвует в кровоснабжении дельтовидной, большой и малой грудных мышц; латеральная грудная артерия - дает ветви к передней зубчатой мышце, грудной железе; подлопаточная артерия кровоснабжает мышцы плечевого пояса и отдает грудоспинную артерию к широчайшей мышце спины; передняя и задняя артерии, огибающие плечевую кость, - участвуют в кровоснабжении плечевого сустава и дельтовидной мышцы. На уровне нижнего края большой грудной мышцы, у места прикрепления ее к плечевой кости, подмышечная артерия переходит в плечевую артерию.

### *14.2.4 Ветви плечевой, локтевой и лучевой артерий*

Плечевая артерия расположена в медиальной борозде плеча рядом с двумя плечевыми венами и срединным нервом. Ее ветви кровоснабжают мышцы и кожу плеча, плечевую кость и участвуют в кровоснабжении локтевого сустава. Самая крупная ветвь называется глубокой артерией плеча, она спирально огибает плечевую кость, располагаясь вместе с лучевым нервом в канале между костью и трехглавой мышцей. От плечевой артерии отходят также несколько мышечных артерий и две коллатеральные артерии, которые анастомозируют с артериями предплечья и образуют артериальную сеть локтевого сустава. На плечевой артерии в медицинской практике определяют артериальное давление. Плечевая артерия в локтевой ямке делится на две артерии: лучевую и локтевую.

Лучевая артерия спускается по передней поверхности предплечья с латеральной его стороны, в лучевой борозде. На уровне шиловидного отростка лучевой кости она переходит с предплечья через анатомическую табакерку на тыл кисти, а оттуда через первый межкостный промежуток на ладонь, где участвует в образовании глубокой ладонной дуги. В верхних отделах предплечья лучевая артерия



проходит между мышцами, а в нижней трети лежит поверхностно под кожей. В этом месте обычно определяют ее пульс. Лучевая артерия отдает возвратную ветвь к локтевому суставу и ветви к мышцам предплечья, к мышцам кисти. Ее поверхностная ладонная ветвь вместе с локтевой артерией участвует в образовании поверхностной ладонной дуги.

Локтевая артерия проходит между передними мышцами предплечья с медиальной его стороны, в локтевой борозде, а затем около гороховидной кости запястья переходит на ладонь, где вместе с ветвью лучевой артерии участвует в образовании поверхностной ладонной дуги. Она отдает возвратные ветви к локтевому суставу, мышцам предплечья и кисти, а также глубокую ладонную ветвь, участвующую в образовании глубокой ладонной дуги. Самая крупная ветвь локтевой артерии называется общей межкостной артерией, она делится на переднюю и заднюю межкостные артерии, которые участвуют в кровоснабжении лучезапястного сустава и мышц-разгибателей предплечья.

#### *14.2.5 Кровоснабжение кисти*

На кисти в области запястья имеются ладонная и тыльная артериальные сети, образованные ветвями лучевой и локтевой артерий.

На ладонной поверхности кисти расположены поверхностная и глубокая артериальные дуги. Поверхностная ладонная артериальная дуга лежит под ладонным апоневрозом, поверх сухожилий мышц-сгибателей пальцев. Она образована локтевой артерией и поверхностной ладонной ветвью лучевой артерии. От этой дуги в межкостные промежутки отходят общие пальцевые артерии. Каждая такая артерия делится на две собственные пальцевые артерии, которые проходят по обращенным друг к другу сторонам соседних пальцев. Глубокая ладонная дуга располагается на основаниях пястных костей под сухожилиями мышц-сгибателей пальцев. Она образована лучевой артерией и глубокой ладонной ветвью локтевой артерии. От дуги отходят ладонные пястные артерии, отдающие прободающие ветви-анастомозы к тыльным пястным артериям и на уровне головок пястных костей впадающие в общие пальцевые артерии. На подушечках пальцев образуется густая артериальная сеть.

Тыл кисти кровоснабжается четырьмя тыльными пястными артериями, исходящими из артериальной сети лучезапястного сустава. Эти артерии на уровне пястных головок делятся каждая на две собственные пальцевые артерии, которые спускаются по боковым поверхностям II-IV пальцев к ногтевым фалангам образуют густую артериальную сеть.

#### *14.2.6 Ветви грудной аорты*

Грудная аорта является продолжением дуги аорты. Она расположена в заднем средостении, прилежит слева к грудному отделу позвоночного столба. Пройдя через аортальное отверстие диафрагмы, она продолжается в брюшную аорту. Рядом с грудной аортой располагаются полунепарная вена (слева), непарная вена и грудной лимфатический проток (справа), пищевод (огибает аорту спирально справа спереди налево). Ветви грудной аорты кровоснабжают стенки грудной клетки, органы грудной полости (за исключением сердца) и подразделяются на пристеночные (париетальные) и внутренностные (висцеральные).

Пристеночные ветви грудной аорты: задние межреберные артерии, верхние диафрагмальные артерии. Задние межреберные артерии (10 пар) проходят по одной в каждом межреберном промежутке, начиная с третьего, и отдают ветви к глубоким слоям мышц и коже грудной клетки, мышцам спины, позвоночному столбу, спинному мозгу и передней брюшной стенке. В верхних двух межреберных промежутках проходят артерии от реберно-шейного ствола подключичной артерии. Верхние диафрагмальные артерии, правая и левая, направляются к диафрагме.

Висцеральные ветви грудной аорты: бронхиальные артерии (проходят в ворота легких и кровоснабжают легкие); пищеводные артерии (идут к пищеводу); медиастинальные (средостенные) ветви (кровоснабжают лимфатические узлы и клетчатку заднего средостения); перикардиальные ветви (кровоснабжают перикард).

#### *14.2.7 Ветви брюшной аорты*

Брюшная аорта является продолжением грудной аорты. Располагается в забрюшинном пространстве брюшной полости на позвоночнике, слева от нижней полой вены. Брюшная аорта отдает пристеночные ветви к стенкам брюшной полости и висцеральные ветви к ее органам (рис. 14.4).

Пристеночные ветви брюшной аорты: нижняя диафрагмальная артерия, парная, участвует в кровоснабжении диафрагмы и отдает ветвь к надпочечнику (верхняя надпочечниковая артерия);

поясничные артерии (четыре пары) кровоснабжают поясничный отдел позвоночника, спинной мозг, мышцы поясничной области и брюшной стенки.

Висцеральные ветви брюшной аорты подразделяются на непарные и парные. Непарных ветвей - три: чревный ствол, верхняя брыжеечная артерия и нижняя брыжеечная артерия. Парных ветвей - три пары: средняя надпочечниковая артерия, почечная артерия и яичковая артерия у мужчин (яичниковая артерия у женщин).

Чревный ствол отходит от самого начала брюшной аорты, имеет длину 1-2 см, делится на три артерии: левую желудочную, общую печеночную и селезеночную. Левая желудочная артерия идет по малой кривизне желудка и участвует в его кровоснабжении. Общая печеночная артерия делится на желудочно-двенадцатиперстную и собственную печеночную артерии. Селезеночная артерия идет по верхнему краю поджелудочной железы к селезенке и кровоснабжает ее, по пути отдает ветви к поджелудочной железе, желудку и большому сальнику.

Верхняя брыжеечная артерия отходит от брюшной аорты немного ниже чревного ствола и идет вправо и вниз. На своем пути она отдает следующие ветви, кровоснабжающие поджелудочную железу и двенадцатиперстную кишку (частично), тощую и подвздошную кишку, слепую кишку с червеобразным отростком, восходящую и поперечную ободочную кишку. Между ветвями верхней брыжеечной артерии имеются постоянные анастомозы, которые в брыжейке тонкой кишки и поперечной ободочной кишки образуют артериальные дуги.

Нижняя брыжеечная артерия отходит от нижнего отдела брюшной аорты, идет влево и вниз, отдает ветви, кровоснабжающие нисходящую и сигмовидную ободочную кишку и верхнюю часть прямой кишки. Ветви этой артерии анастомозируют между собой и с ветвями соседних артерий (верхней брыжеечной артерией и др.).

Средняя надпочечниковая артерия, правая и левая, отходит от брюшной аорты ниже верхней брыжеечной артерии и идет к надпочечнику.

Почечная артерия правая и левая, отходит от брюшной аорты ниже средней надпочечниковой артерии, идет к воротам почки и кровоснабжает ее, по пути отдает ветвь к надпочечнику (нижнюю надпочечниковую артерию).

Яичковая артерия, правая и левая, отходит от брюшной аорты ниже почечной артерии, спускается к глубокому паховому кольцу. Затем она проходит через паховый канал в составе семенного канатика, достигает мошонки, яичка и его придатка. У женщин яичниковая артерия спускается в малый таз к яичнику.

#### *14.2.8 Ветви общей подвздошной артерии*

Общая подвздошная артерия правая и левая, является конечной ветвью брюшной аорты. От места начала она спускается к крестцово-подвздошному суставу, на уровне которого делится на внутреннюю и наружную подвздошные артерии.

Внутренняя подвздошная артерия направляется в малый таз, где обычно делится на передний и задний стволы, которые отдают внутренностные и пристеночные ветви, кровоснабжающие органы и стенки малого таза. Сравнительно крупными внутренностными ветвями являются следующие: средняя прямокишечная артерия (участвует в кровоснабжении средней части прямой кишки); внутренняя половая артерия (отдает ветви к промежности, наружным половым органам, нижнему отделу прямой кишки); верхняя и нижняя мочепузырные артерии (идут к мочевому пузырю); маточная артерия (кровоснабжает матку, маточную трубу, частично влагалище и яичник). У мужчин вместо маточной артерии имеется артерия семявыносящего протока. Относительно крупными пристеночными ветвями внутренней подвздошной артерии являются: верхняя и нижняя ягодичные артерии, которые кровоснабжают ягодичные мышцы и соседние с ними мышцы таза; запирающая артерия выходит из малого таза через запирающий канал на бедро, где кровоснабжает медиальную группу мышц и тазобедренный сустав.

Наружная подвздошная артерия направляется вдоль большой поясничной мышцы и, пройдя под паховой связкой, продолжается в бедренную артерию. От нее отходят ветви к передней брюшной стенке, лобковому симфизу и др.

#### *14.2.9 Кровоснабжение бедра*

Бедренная артерия является продолжением наружной подвздошной артерии. Условная граница между ними проводится на уровне паховой связки. Выйдя из-под паховой связки, бедренная артерия

направляется по передней поверхности бедра вниз и медиально (в бедренном треугольнике и приводящем канале) между передней и медиальной группами мышц бедра, затем отклоняется назад и, достигнув подколенной ямки, продолжается в подколенную артерию.

На своем пути она отдает ветви, кровоснабжающие мышцы и кожу бедра, а также ветви к передней брюшной стенке и наружным половым органам. Самой крупной ветвью является глубокая артерия бедра. Эта артерия отходит от бедренной артерии на 3-4 см ниже паховой связки и в свою очередь отдает ветви, питающие тазобедренный сустав, мышцы бедра и кожу над ними. Назад от бедренной артерии отходят и три прободающие артерии, которые, как и глубокая артерия бедра, кровоснабжают заднюю группу мышц бедра. Пульс бедренной артерии можно прощупать тотчас ниже середины паховой связки, а для остановки кровотечения ее прижимают в этом месте к лобковой кости. Рядом с бедренной артерией лежит одноименная вена.

#### *14.2.10 Кровоснабжение голени*

Подколенная артерия находится в одноименной ямке вместе с подколенной веной и большеберцовым нервом. Отдав пять ветвей к коленному суставу (коленные артерии), она переходит на заднюю поверхность голени и сразу делится на две конечные ветви – переднюю и заднюю большеберцовые артерии.

Передняя большеберцовая артерия проходит через отверстие в межкостной перепонке на переднюю поверхность голени, располагаясь между мышцами, спускается до уровня голеностопного сустава, где продолжается в тыльную артерию стопы. На своем пути отдает ветви к коленному суставу, передним мышцам голени и голеностопному суставу.

Задняя большеберцовая артерия спускается между мышцами на задней поверхности голени (в голеноподколенном канале), выходит к медиальной лодыжке, огибая ее, переходит на подошвенную поверхность стопы, где делится на две конечные ветви – медиальную и латеральную подошвенные артерии. От задней большеберцовой артерии отходят ветви к мышцам и костям голени, коленному, голеностопному суставам и др. Самая большая ее ветвь – малоберцовая артерия выходит между мышцами около малоберцовой кости, участвует в кровоснабжении этой кости, прилежащих к ней мышц и голеностопного сустава. Пульс задней большеберцовой артерии можно прощупать позади медиальной лодыжки.

#### *14.2.11 Кровоснабжение стопы*

Кровоснабжение тыльной области ветвями тыльной артерии стопы, продолжением передней большеберцовой артерии. Артерия идет кпереди от голеностопного сустава между сухожилиями длинного разгибателя пальцев. В этом месте артерия лежит поверхностно, здесь определяется ее пульс. Ее ветви: I тыльная плюсневая артерия, дугообразная артерия, предплюсневые артерии, медиальная и латеральная, глубокая артерия подошвы.

I тыльная плюсневая артерия кровоснабжает тремя артериями I палец и медиальную сторону II пальца. Предплюсневые артерии, медиальная и латеральная кровоснабжают соответствующие края стопы. Дугообразная артерия расположена на уровне плюснефаланговых суставов, она анастомозирует с латеральной предплюсневой артерией, образуя тыльную артериальную дугу. От дуги отходят в межкостные промежутки тыльные плюсневые артерии, которые анастомозируют с подошвенными плюсневыми артериями. Каждая тыльная плюсневая артерия на уровне межпальцевой складки делится на две тыльных пальцевых артерии, направляющихся к тыльным сторонам соседних пальцев (II-IV). Глубокая подошвенная артерия проникает через I межкостный промежуток на подошву, вливаясь в подошвенную артериальную дугу. Межартериальные анастомозы: подошвенная и тыльная артериальные дуги, глубокая подошвенная ветвь - надежно обеспечивают кровоснабжение в любом положении стопы.

Кровоснабжение подошвы осуществляется медиальной и латеральной подошвенными артериями – ветвями задней большеберцовой артерии, которые отходят от нее на сгибе стопы, под внутренней лодыжкой. Артерии ложатся в одноименные межмышечные борозды, расположенные по краям средней группы мышц. На уровне основания V плюсневой кости латеральная артерия образует подошвенную артериальную дугу с анастомозом от медиальной подошвенной артерии. От дуги в межкостные промежутки отходят подошвенные плюсневые артерии, дающие начало общим и собственно пальцевым подошвенным артериям. На уровне I плюсневой кости в подошвенную дугу впадает глубокая подошвенная артерия-анастомоз, ветвь тыльной артерии стопы.

## ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

*Задание № 1. Выберите одно правильное утверждение:*

1. Большой круг кровообращения начинается:
  - A) легочными венами
  - B) полыми венами
  - C) легочным стволом
  - D) аортой
2. Большой круг кровообращения заканчивается:
  - A) легочным стволом
  - B) аортой
  - C) полыми венами
  - D) легочными венами
3. Головной мозг кровоснабжает артерия:
  - A) лицевая
  - B) наружная сонная
  - C) внутренняя сонная
  - D) глазная
4. Малый круг кровообращения начинается:
  - A) полыми венами
  - B) легочными венами
  - C) аортой
  - D) легочным стволом
5. Малый круг кровообращения заканчивается:
  - A) аортой
  - B) легочным стволом
  - C) легочными венами
  - D) полыми венами
6. Почечная артерия является ветвью:
  - A) брюшной аорты
  - B) внутренней подвздошной артерии
  - C) нижней брыжеечной артерии
  - D) верхней брыжеечной артерии
7. Самая большая линейная скорость кровотока в :
  - A) аорте
  - B) нижней полой вене
  - C) верхней полой вене
  - D) капиллярах
8. Самая малая линейная скорость кровотока в:
  - A) магистральных венах
  - B) магистральных артериях
  - C) аорте
  - D) капиллярах
9. Тыльная артерия стопы является продолжением:
  - A) передней большеберцовой артерии
  - B) задней большеберцовой артерии
  - C) подколенной артерии
  - D) бедренной артерии
10. Полулунные клапаны имеет:
  - A) аорта
  - B) плечевая артерия
  - C) бедренная артерия
  - D) подвздошная артерия

Задание № 2. Продолжите фразы:

1. Аорта делится на три части: ...
2. Грудная брюшная аорта отдает две основные группы ветвей: ...
3. Непарные висцеральные ветви брюшной аорты: ...
4. Почечная артерия является ветвью ...
5. Бедренная артерия является продолжением ...
6. Подколенная артерия делится на ветви: ...
7. Подошвенных артерий две: ...
8. Подмышечная артерия переходит в ...
9. Плечевая артерия в локтевой ямке делится на две артерии: ...
10. Париетальные ветви грудной аорты: ...

### **ЭТАЛОНЫ ОТВЕТОВ**

Задание № 1. 1 – D, 2 – C, 3 – C, 4 – D, 5 – C, 6 – A, 7 – A, 8 – D, 9 – A, 10 – A.

Задание № 2

1. восходящую, дугу аорты, нисходящую части.
2. париетальные и висцеральные.
3. чревной ствол, верхняя брыжеечная и нижняя брыжеечная артерии.
4. брюшной аорты.
5. наружной подвздошной артерии.
6. переднюю и заднюю большеберцовые артерии.
7. медиальная и латеральная.
8. плечевую артерию.
9. локтевую и лучевую артерии.
10. межреберные и верхние диафрагмальные.

## **УЧЕБНЫЙ МОДУЛЬ 15. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АНАТОМИЯ ВЕНОЗНОЙ И ЛИМФАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ**

### **УЧЕБНЫЕ ЦЕЛИ**

ПОСЛЕ ИЗУЧЕНИЯ МОДУЛЯ СТУДЕНТ ДОЛЖЕН:

**ИМЕТЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О:** критериях оценки процесса кровообращения – самочувствие, цвет, температура и тургор кожи, состояние сосудов, функциональные сердечно-сосудистые пробы; состоянии лимфоидной ткани, образовании лимфы, взаимоотношениях лимфатической системы с иммунной.

**ЗНАТЬ:** системы верхней полых, нижней полых, воротной вен; основные лимфатические сосуды и строение их стенок, строение лимфатического узла и его функции, основные группы регионарных лимфоузлов, состав лимфы, строение и функции селезенки.

**УМЕТЬ:** применять латинские термины, показать в атласе, на муляже, планшетах крупные вены головы, шеи, туловища, конечностей, левый и правый лимфатические протоки, основные группы регионарных лимфатических узлов.

### **ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

#### ***15.1 ВЕНЫ БОЛЬШОГО КРУГА КРОВООБРАЩЕНИЯ***

Вены большого круга объединяют в системы:

- 1) систему вен сердца (см. модуль 13);
- 2) систему верхней полых вены;
- 3) систему нижней полых вены;
- 4) систему воротной вены.

Каждая венозная система имеет главный ствол, в который вливаются вены, несущие кровь от определенной группы органов. Эти стволы (венечный синус сердца, верхняя полая вена и нижняя полая вена) впадают в правое предсердие. Воротная вена впадает в нижнюю полую вену. Между системами полых вен и системой воротной вены имеются анастомозы (**рис. 15.1**).

#### ***15.2 СИСТЕМА ВЕРХНЕЙ ПОЛОЙ ВЕНЫ***

Верхняя полая вена— толстый сосуд диаметром около 2,5 см, длиной 5-6 см., находится в переднем средостении справа от восходящей аорты. Образуется путем слияния правой и левой плечеголовных вен, а затем принимает непарную вену. Каждая плечеголовная вена есть результат слияния внутренней яремной и подключичной вен своей стороны.

По верхней полой вене в правое предсердие оттекает кровь из вен верхней половины тела: от головы и шеи, верхних конечностей и грудной клетки (за исключением сердца).

#### *15.2.1 Вены головы и шеи*

Основным венозным сосудом, собирающим кровь из вен головы и шеи, является внутренняя яремная вена.

Внутренняя яремная вена начинается от краев яремного отверстия черепа и проходит на шее рядом с внутренней, а затем с общей сонной артериями до верхнего отверстия грудной клетки. Позади грудино-ключичного сочленения она сливается с подключичной веной. Между двумя венами – внутренней яремной и подключичной - образуется венозный угол, от которого начинается плечеголовная вена. В яремном отверстии внутренняя яремная вена принимает кровь из венозных синусов (пазух) твердой мозговой оболочки, в которые в свою очередь впадают вены головного мозга, глазницы и внутреннего уха.

Венозный отток от головного мозга и головы

Вены области расположены в три яруса, связывающих многочисленными анастомозами вены головного мозга, мозговой и лицевой областей.

Внутренняя яремная вена берет начало от сигмовидного синуса, который принимает в себя венозную кровь из системы синусов твердой оболочки головного мозга.

Синусы твердой мозговой оболочки - это каналы треугольной формы, образующиеся в местах прикрепления к одноименным бороздам внутренней поверхности мозгового черепа листков твердой мозговой оболочки. Синусы не спадаются, не имеют клапанов. Различают следующие синусы: прямой, верхний и нижний сагиттальный, поперечный. Справа и слева поперечный синус продолжается в сигмовидный синус соответствующей стороны. Сигмовидный синус располагается в одноименной борозде. В сигмовидные синусы также оттекает венозная кровь через верхний и нижний каменистые синусы из пещеристых синусов, расположенных по краям турецкого седла. На уровне яремного отверстия сигмовидный синус переходит во внутреннюю яремную вену.

Таким образом, венозная кровь от мозга последовательно оттекает через систему венозных синусов в сигмовидный синус и внутреннюю яремную вену. Притоками синусов являются поверхностные и глубокие вены головного мозга. При изменении положения тела в пространстве, венозном застое или непроходимости каких-либо синусов кровь от синусов напрямую оттекает в венозную сеть головы, расположенную под апоневрозом надчерепной мышцы. При этом используются межвенозные анастомозы - диплоические вены (или вены губчатого вещества костей) и эмиссарные вены - венозные выпускники, проходящие через отверстия в костях черепа. Все эти вены не спадаются и не имеют клапанов.

Венозный отток от лицевой области во внутреннюю яремную вену осуществляется по лицевой вене, собирающей венозную кровь из зон кровоснабжения лицевой, верхнечелюстной и поверхностной височной артерий.

*Венозный отток от шеи*

Различают поверхностные и глубокие вены шеи.

Поверхностными венами являются наружная и передняя яремные вены. Наружная яремная вена лежит на шее поверх грудино-ключично-сосцевидной мышцы и собирает кровь от мягких тканей шеи и затылочной области. Эта вена впадает во внутреннюю яремную, подключичную вены или в венозный угол.

Передняя яремная вена формируется из мелких вен подбородочной области, спускается по бокам средней линии шеи в межфасциальное надгрудное пространство. В этом пространстве левая и правая передние яремные вены соединены между собой поперечным анастомозом - яремной венозной дугой, которая справа и слева впадает в наружную яремную вену соответствующей стороны.

На шее во внутреннюю яремную вену впадают следующие глубокие вены, сопровождающие одноименные артерии: глоточные, язычные, верхние щитовидные вены.

#### *15.2.2 Венозный отток от верхней конечности*

Вены верхней конечности подразделяются на поверхностные и глубокие.

Поверхностные вены находятся под кожей, где образуют венозные сети. Самыми крупными поверхностными венами руки являются латеральная и медиальная подкожные вены руки. Латеральная подкожная вена руки, *cephalica*, начинается на тыле кисти, откуда следует на лучевую сторону предплечья, затем переходит на плечо, где залегает в латеральной борозде кнаружи от двуглавой мышцы, поднимается до ключицы и впадает в подмышечную вену. Медиальная подкожная вена руки, *basilica*, начинается на тыле кисти, поднимается по локтевой стороне предплечья на плечо, где впадает в одну из плечевых вен. В области локтевой ямки между латеральной и медиальной подкожными венами руки имеется хорошо выраженный анастомоз – промежуточная вена локтя.

Глубокие вены верхней конечности лежат рядом с артериями и имеют те же названия. При этом каждую артерию, как правило, сопровождают две вены-спутницы. Из глубоких вен кисти кровь оттекает в вены предплечья. Локтевые и лучевые вены сливаются в две плечевые вены. Плечевые вены, сливаясь, образуют подмышечную вену. Подмышечная вена непарная, является главным коллектором венозной крови, оттекающей от верхней конечности. Кроме вен руки, она принимает вены мышц плечевого пояса и частично мышц груди. На уровне наружного края I ребра подмышечная вена продолжается в подключичную вену.

Подключичная вена проходит впереди от подключичной артерии, будучи отделена от нее передней лестничной мышцей. Сливаясь позади грудино-ключичного сустава с внутренней яремной веной, они вместе образуют плечеголовную вену.

### *15.2.3 Вены грудной полости и грудной стенки*

Венозная кровь от глубоких слоев грудной стенки и органов грудной полости, за исключением сердца, оттекает по венозным кава-кавальным анастомозам (между полыми венами) в верхнюю полую вену. Эти вены начинаются как восходящие поясничные вены (правая и левая) в толще поясничных мышц, между ножками диафрагмы проникают в грудную полость, где называются непарной, полунепарной и добавочной полунепарной венами.

Полунепарная вена находится в заднем средостении слева от грудной аорты. В нее впадают задние межреберные вены левой стороны из 4-5 нижних межреберных промежутков, часть пищеводных и бронхиальных вен, средостенные вены, а также добавочная полунепарная вена. Добавочная полунепарная вена лежит в заднем средостении выше полунепарной вены, в нее вливаются задние межреберные вены левой стороны, собирающие венозную кровь из верхних межреберных промежутков. Полунепарная вена на уровне VII-VIII грудных позвонков отклоняется вправо и впадает в непарную вену. Непарная вена расположена в заднем средостении справа от грудной аорты. На уровне IV-V грудных позвонков она отходит от позвоночника кпереди и, образовав изгиб над корнем правого легкого, впадает в верхнюю полую вену. В непарную вену оттекает кровь из задних межреберных вен правой стороны, из части пищеводных и бронхиальных вен, а также из полунепарной вены.

### *15.3 СИСТЕМА НИЖНЕЙ ПОЛОЙ ВЕНЫ*

Нижняя полая вена является самой крупной веной (диаметром до 3,5 см, длиной около 20 см), находится в забрюшинном пространстве, справа от брюшной аорты. Она проходит через отверстие в сухожильном центре диафрагмы в грудную полость, где впадает в правое предсердие. Она образуется на уровне IV-V поясничных позвонков при слиянии правой и левой общих подвздошных вен. Каждая общая подвздошная вена образуется путем слияния внутренней и наружной подвздошных вен своей стороны. По нижней полой вене оттекает кровь в правое предсердие из вен нижней половины тела: от живота, таза и нижних конечностей.

#### *15.3.1 Вены таза*

Вены таза лежат рядом с артериями, имеют такие же названия и подразделяются на внутренностные и пристеночные. В стенках внутренних органов таза и около органов мелкие венозные сосуды образуют венозные сплетения: пузырьные, прямокишечные, маточные и др. Все вены таза несут кровь во внутреннюю подвздошную вену. Она лежит рядом с одноименной артерией и, сливаясь с наружной подвздошной веной, образуют общую подвздошную вену своей стороны.

Наружная подвздошная вена располагается рядом с одноименной артерией и принимает кровь из бедренной вены, продолжением которой она является. Кроме того, в нее впадают мелкие вены от нижнего отдела передней брюшной стенки.

### *15.3.2 Вены нижней конечности*

Как и вены верхней конечности, они подразделяются на поверхностные и глубокие.

Поверхностные вены образуют под кожей венозные сети. Из поверхностных вен ноги принято выделять большую и малую подкожные вены ноги. Большая подкожная вена ноги – самая длинная поверхностная вена. Берет начало от тыльной венозной сети стопы, ложится на медиальную поверхность голени, огибает сзади медиальный надмыщелок бедра, затем поднимается по медиальной и передней поверхностям бедра и ниже паховой связки в области овальной ямки впадает в бедренную вену. Малая подкожная вена ноги начинается также от тыльной венозной сети стопы, огибает снизу и сзади латеральную лодыжку и по задней поверхности голени достигает подколенной ямки, где впадает в подколенную вену.

Глубокие вены нижней конечности лежат рядом с артериями и носят те же названия, причем, каждую артерию сопровождают две вены-спутницы. Только подколенная, бедренная и глубокая вена бедра являются одиночными. Из глубоких вен стопы кровь оттекает в вены голени. Передние и задние большеберцовые вены, сливаясь, образуют подколенную вену. Она продолжается в бедренную вену, продолжением которой является наружная подвздошная вена.

### *15.3.3 Вены живота*

Вены живота подразделяются на пристеночные (париетальные) и внутренностные (висцеральные).

Пристеночные вены живота сопровождают пристеночные артерии, отходящие от брюшной аорты (поясничные, нижние диафрагмальные). Они впадают в нижнюю полую вену.

Висцеральные вены парных органов живота – яичковые (или яичниковые), почечные и надпочечниковые, соответствуют одноименным артериям и впадают в нижнюю полую вену. В нее же впадают и 2-3 печеночные вены. В отличие от других вен печеночные вены находятся не рядом с артерией, а внутри печени и открываются своими отверстиями в нижнюю полую вену в том месте, где она плотно прилежит к печени.

Висцеральные вены всех непарных органов живота, за исключением вен печени, в нижнюю полую вену не впадают; кровь из этих вен оттекает через воротную вену в печень и затем из печени по печеночным венам - в нижнюю полую вену. Отток венозной крови из непарных органов брюшной полости по воротной вене в печень связан с функциями этого органа.

### *15.3.4 Система воротной вены*

Воротная вена (**рис. 15.2**) – крупный венозный сосуд диаметром 1,5-2 см. Залегает в толще малого сальника рядом с печеночной артерией и общим желчным протоком. Эта вена образуется позади головки поджелудочной железы путем слияния трех вен: верхней брыжеечной, селезеночной и нижней брыжеечной; на своем пути принимает также вены желудка, брюшной части пищевода и желчного пузыря. Таким образом, в воротную вену оттекает кровь из вен брюшного отдела пищевода, желудка, всей тонкой кишки, толстой кишки (за исключением средней и нижней частей прямой кишки), селезенки, поджелудочной железы и желчного пузыря.

Воротная вена в воротах печени делится на правую и левую ветви, которые проникают внутрь печени и разветвляются на более мелкие сосуды, достигающие печеночных долек, располагающиеся рядом с кровеносными капиллярами из системы печеночной артерии и впадающие в центральные вены печеночных долек. Из них венозная кровь поступает в более крупные венозные сосуды печени и по 2-3 печеночным венам оттекает в нижнюю полую вену.

### *15.3.5 Венозные анастомозы*

Между венозными сосудами, входящими в систему верхней полой вены и в систему нижней полой вены, а также между ними и притоками воротной вены в разных местах тела имеются кавакавальные и портокавальные анастомозы. Благодаря анастомозам обеспечивается окольный отток крови: при затруднении оттока крови по одному сосуду данной области или органа усиливается ее отток по другим венозным сосудам. По анастомозам также при патологии могут распространяться метастазы злокачественных опухолей, эмболы, бактерии.

Так, от прямой кишки венозная кровь оттекает по трем парным венам: верхней прямокишечной вене через нижнюю брыжеечную вену в воротную вену и по средней и нижней прямокишечным венам через внутреннюю и общую подвздошные вены в нижнюю полую вену. Между мелкими



разветвлениями всех прямокишечных вен в стенке и на поверхности прямой кишки имеются анастомозы.

В области пупка на передней брюшной стенке имеются анастомозы между притоками верхней полой, нижней полой и воротной вен. При затруднении оттока крови по нижней полой вене усиливается ток крови по венозным анастомозам на передней брюшной стенке, при этом венозные сосуды в области пупка резко расширяются. Они известны в медицине под названием «головы медузы».

Аналогичные анастомозы между притоками верхней и нижней полых вен имеются на задней стенке туловища, между притоками верхней полой вены и воротной вены – в области нижнего отдела пищевода и в других местах тела.

#### *15.4 ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АНАТОМИЯ ЛИМФАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ*

Лимфатическая система включает лимфатические сосуды разного диаметра и лимфатические узлы, а также лимфоидные органы: миндалины, лимфатические фолликулы слизистых оболочек, селезенку, вилочковую железу. Она дополняет венозную систему.

Лимфа – бесцветная жидкость, заполняющая лимфатические сосуды. Она состоит из плазмы и форменных элементов - лейкоцитов. По составу лимфоплазма напоминает плазму крови, но содержит меньше белков, среди клеток преобладают лимфоциты. Лимфа участвует в обмене веществ: она транспортирует из тканей и органов воду, продукты обмена, а также другие вещества (гормоны, жиры и др.), крупные молекулы которых не могут всасываться непосредственно в кровь через стенки кровеносных капилляров. При патологии с лимфой по лимфатическим сосудам могут перемещаться бактерии и клетки злокачественных опухолей.

Лимфатические узлы выполняют кроветворную и защитную (барьерную) функции: в них происходят размножение лимфоцитов и фагоцитоз болезнетворных микробов, а также вырабатываются иммунные тела. Одной из функций селезенки и вилочковой железы является продуцирование лимфоцитов.

##### *15.4.1 Лимфатические сосуды*

Различают следующие лимфатические сосуды: лимфатические капилляры, внутриорганные и внеорганные лимфатические сосуды, лимфатические стволы и протоки (**рис. 15.3**).

Лимфатические капилляры имеются в тканях большинства органов (кроме головного, спинного мозга, глазного яблока, внутреннего уха), они образуют в органах и тканях капиллярные сети.

Стенка лимфатических капилляров состоит из слоя эндотелиальных клеток, через который происходит постоянная фильтрация циркулирующей между клетками тканевой жидкости, из которой образуется лимфа. Лимфатические капилляры имеют разнообразную форму – мешковидную, колбовидную и др., они значительно шире кровеносных капилляров, их стенки отличаются большей проницаемостью. Лимфатические капилляры слепо начинаются из межклеточных щелей. Из сетей, образованных этими капиллярами, начинаются более крупные лимфатические сосуды.

Внутриорганные лимфатические сосуды, анастомозируя между собой, образуют внутриорганные лимфатические сплетения. Из органов лимфа оттекает по отводящим внеорганным лимфатическим сосудам, которые прерываются в лимфатических узлах. По приносящим лимфатическим сосудам лимфа поступает в лимфатические узлы, а по выносящим – оттекает. Для каждой крупной части тела имеется магистральный лимфатический сосуд, называемый лимфатическим стволом. Всего стволов девять: парные (правые и левые) поясничные, бронхосредостенные, подключичные, яремные и непарный кишечный. Лимфатические стволы впадают в лимфатические протоки.

Лимфатические протоки – самые крупные лимфатические сосуды. Лимфатических протоков два: правый и левый (или грудной).

Грудной проток начинается в брюшной полости на уровне II поясничного позвонка из слияния кишечного ствола и двух поясничных стволов (правого и левого). Расширенная начальная часть протока называется цистерной грудного протока. По поясничным стволам в грудной проток оттекает лимфа от нижних конечностей, таза и стенок живота, по кишечному стволу – от органов живота. Из брюшной полости грудной проток через аортальное отверстие диафрагмы переходит в грудную полость, где располагается в заднем средостении справа от грудной аорты. На уровне IV-V грудных позвонков проток отклоняется влево, выходит на шею и впадает в левый венозный угол. В конечную

часть грудного протока впадают три левых лимфатических ствола: бронхосредостенный, яремный и подключичный. По левому бронхосредостенному стволу оттекает лимфа от органов и стенок левой половины грудной клетки, по левому яремному стволу – от левой половины головы и шеи, а по левому подключичному стволу – от левой верхней конечности.

Правый лимфатический проток находится в области шеи справа, представляет собой сосуд длиной до 1,5 см. Он образуется путем слияния правых бронхосредостенного, яремного и подключичного стволов и впадает в правый венозный угол. По правому лимфатическому протоку оттекает лимфа от правой половины головы и шеи, правой половины грудной клетки и правой верхней конечности.

#### *15.4.2 Лимфатические узлы*

Лимфатические узлы (**рис. 15.4**) представляют собой круглые или овальные тельца размером от горошины до боба. Каждый узел имеет соединительно-тканную капсулу, от которой внутрь отходят перекладины (трабекулы). На поверхности узла имеется углубление - ворота: через них проходят выносящие лимфатические сосуды, а также нервы и кровеносные сосуды. Приносящие лимфатические сосуды обычно впадают в узел на выпуклой поверхности узла.

На разрезе в лимфатическом узле различают более темное корковое вещество, расположенное по периферии, и светлое мозговое вещество, расположенное в центре узла. Основу (stromu) узлов составляет ретикулярная ткань. В корковом веществе находятся лимфатические фолликулы – шаровидные скопления лимфоцитов диаметром 0,5-1,0 мм. В петлях ретикулярной ткани находятся лимфоциты, лимфобласты, макрофаги и другие клетки крови. Размножение лимфоцитов происходит в лимфатических фолликулах. На границе между корковым и мозговым веществом лимфатического узла микроскопически выделяют так называемую тимусзависимую зону, в которой размножаются и созревают Т-лимфоциты. Мозговое вещество лимфатического узла состоит из мозговых тяжей,stromu которых также составляет ретикулярная ткань. В петлях ее находятся В-лимфоциты, плазматические клетки и макрофаги. В мозговом веществе происходят размножение и созревание плазматических клеток, которые синтезируют и выделяют защитные вещества – антитела.

Лимфатические узлы обычно располагаются группами в определенных местах тела. Узлы каждой группы принимают лимфу из конкретной анатомической области, поэтому их называют регионарными узлами.

#### *15.4.3 Отток лимфы от отдельных анатомических областей (рис. 15.5).*

*Верхняя конечность.* На верхней конечности имеются две основные группы лимфатических узлов: локтевые и подмышечные. Локтевые лимфатические узлы (2-3) расположены в локтевой ямке и принимают лимфу из части сосудов кисти и предплечья. По выносящим сосудам этих узлов лимфа оттекает в подмышечные узлы. Подмышечные лимфатические узлы расположены в одноименной ямке, одна их часть лежит поверхностно в подкожной клетчатке, другая – глубоко, около подмышечных артерий и вены. В эти узлы оттекает лимфа от верхней конечности, а также от молочной железы, из поверхностных слоев грудной клетки и верхней части передней брюшной стенки.

*Голова и шея.* В области головы расположены следующие группы лимфатических узлов: затылочные, сосцевидные, лицевые, околоушные, поднижнечелюстные, подбородочные и др. Каждая группа узлов принимает лимфатические сосуды из ближайшей к месту ее расположения области.

На шее различают две основные группы лимфатических узлов; глубокие и поверхностные шейные. Глубокие шейные лимфатические узлы в большом количестве сопровождают внутреннюю яремную вену, а поверхностные - сопровождают наружную яремную вену. В эти узлы, преимущественно в глубокие шейные, происходит отток лимфы почти изо всех лимфатических сосудов головы и шеи.

*Грудная полость.* Лимфатические узлы здесь расположены следующим образом: в переднем и заднем средостении (передние и задние средостенные), около трахеи (околотрахеальные), рядом с бифуркацией трахеи (трахеобронхиальные), в воротах легкого (бронхолегочные), в самом легком (легочные), на диафрагме (верхние диафрагмальные), около головок ребер (межреберные), рядом с грудиной (окологрудные) и др. В эти узлы происходит лимфоотток от органов и стенок грудной полости.

*Нижняя конечность.* Основными группами лимфатических узлов здесь являются подколенные и паховые. Подколенные узлы находятся в одноименной ямке около подколенных сосудов - артерии и

вены. В эти узлы поступает лимфа из части лимфатических сосудов стопы и голени. Выносящие сосуды подколенных узлов несут лимфу преимущественно в паховые узлы. Паховые лимфатические узлы (до 40) подразделяются на поверхностные и глубокие. Поверхностные паховые узлы лежат ниже паховой связки, под кожей бедра, поверх фасции, а глубокие паховые узлы – в этой же области, но под фасцией, около бедренной вены. В паховые лимфатические узлы оттекает лимфа от нижней конечности, а также от нижней половины передней брюшной стенки, промежности, из поверхностных слоев ягодичной области и нижней части спины. Из паховых лимфатических узлов лимфа оттекает в наружные подвздошные узлы, относящиеся к узлам таза.

*Таз.* В тазу лимфатические узлы расположены, как правило, по ходу кровеносных сосудов и имеют аналогичные названия. Так, наружные, внутренние и общие подвздошные узлы лежат около одноименных артерий, а крестцовые – на тазовой поверхности крестца, около срединной крестцовой артерии. Лимфа из органов таза оттекает преимущественно во внутренние подвздошные и крестцовые лимфатические узлы.

*Полость живота.* В полости живота имеется большое количество лимфатических узлов, расположенных по ходу кровеносных сосудов. Так, по ходу брюшной аорты и нижней полой вены рядом с поясничным отделом позвоночника расположено до 50 лимфатических узлов (поясничные). В брыжейке тонкой кишки по ходу ветвей верхней брыжеечной артерии залегает до 200 узлов (верхние брыжеечные). Различают также следующие лимфатические узлы: чревные (около чревного ствола), левые желудочные (по большой кривизне желудка), правые желудочные (по малой кривизне желудка), печеночные (в области ворот печени) и др. В лимфатические узлы полости живота оттекает лимфа от органов этой полости и частично от ее стенок. В поясничные лимфатические узлы также поступает лимфа из нижних конечностей и таза.

#### 15.4.4 Миндалины

Миндалины лимфоэпителиального глоточного кольца (две непарных – глоточная и язычная, две парных – небные и трубные) состоят из диффузно расположенных лимфоидных элементов и лимфатических фолликулов. Миндалины в носоглотке покрыты мерцательным эпителием, в зеве многослойным плоским эпителием.

#### 15.4.5 Селезенка

Селезенка относится и к лимфоидным, и к кроветворным органам. Она выполняет также защитные функции. В селезенке происходят выработка лимфоцитов, антител и фагоцитирование инородных частиц и микробов, попадающих в организм и поступающих в селезенку с током крови. Одной из ее функций является разрушение старых эритроцитов («кладбище эритроцитов»). Селезенка имеет густую сеть внутриорганных кровеносных сосудов и является «депо» крови. Селезенка системой воротной вены связана с печенью, она обычно увеличивается при заболеваниях печени.

Селезенка – паренхиматозный орган темно-красного цвета, расположенный в левом подреберье, под диафрагмой. Масса селезенки (в среднем около 200 г.) и размеры зависят от ее кровенаполнения. В норме она не прощупывается. Селезенка имеет вогнутую висцеральную и выпуклую диафрагмальную поверхности, острый верхний и тупой нижний края, передний и задний концы. К висцеральной поверхности селезенки прилежат желудок, левая почка с надпочечником, хвост поджелудочной железы и левый изгиб ободочной кишки. На этой поверхности имеется углубление – ворота селезенки, через которые проходят сосуды и нервы. Селезенка покрыта брюшиной, под которой находится фиброзная капсула, отдающая внутрь органа перегородки. Паренхиму селезенки называют пульпой. Основу ее составляет ретикулярная ткань с кровеносными сосудами и различными клеточными элементами. Пульпу селезенки подразделяют на белую и красную. Белая пульпа представлена лимфатическими фолликулами. В ретикулярной ткани, образующей их строму, накапливаются Т-лимфоциты и В-лимфоциты, лимфобласты, макрофаги и другие клетки крови. Красная пульпа состоит из ретикулярной ткани, в которой находятся форменные элементы крови и многочисленные кровеносные сосуды.

#### 15.4.6 Вилочковая железа

Вилочковая железа – лимфоидно-эпителиальное образование, расположенное в переднем средостении, позади рукоятки грудины. Вилочковая железа достигает максимального развития в детском возрасте. После наступления полового созревания она останавливается в развитии и начинает атрофироваться. Полагают, что железа стимулирует рост организма, тормозит развитие половой

системы. Гормоны вилочковой железы – тимозин, тимоген и др. играют большую роль в регуляции иммунных процессов организма, стимулируя образование антител, контролируя созревание и распределение Т-лимфоцитов, участвующих в реакциях клеточного иммунитета. При полном отсутствии или слабом развитии вилочковой железы у детей младшего возраста развивается иммунодефицитное состояние.

### ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

*Задание № 1. Выберите один правильный ответ:*

1. Верхняя полая вена впадает в:
  - A) правое предсердие
  - B) левое предсердие
  - C) левый желудочек
  - D) правый желудочек
2. Верхняя полая вена образуется путем слияния:
  - A) непарной и полунепарной вен
  - B) внутренней яремной и подключичной вен
  - C) правой и левой плечеголовных вен
  - D) внутренней яремной и плечеголовных вен.
3. Нижняя полая вена собирает кровь от части тела:
  - A) верхней половины тела
  - B) грудной клетки
  - C) головы и шеи
  - D) нижней половины тела
4. Вена *сепхалиса* также называется:
  - A) латеральной подкожной веной руки
  - B) передней подкожной веной руки
  - C) задней подкожной веной руки
  - D) большой подкожной веной руки
5. Бедренная вена продолжается в вену:
  - A) подколенную
  - B) наружную подвздошную
  - C) внутреннюю подвздошную
  - D) общую подвздошную
6. Грудной лимфатический проток не отводит лимфу:
  - A) от правой руки
  - B) от левой руки
  - C) от нижних конечностей
  - D) от таза и живота
7. Притоком воротной вены не является:
  - A) внутренняя подвздошная вена
  - B) верхняя брыжеечная вена
  - C) нижняя брыжеечная вена
  - D) селезеночная вена
8. Венозная кровь поступает из печени в:
  - A) нижнюю полую вену
  - B) верхнюю полую вену
  - C) воротную вену
  - D) грудную вену
9. Грудной лимфатический проток начинается на уровне:
  - A) XII грудного позвонка
  - B) II поясничного позвонка
  - C) V поясничного позвонка
  - D) X грудного позвонка

10. Селезенка располагается в:

- А) левом подреберье
- В) правом подреберье
- С) эпигастральной области
- Д) правой паховой области

Задание № 2. Заполнить таблицу: Основные группы лимфатических узлов

Верхняя конечность	1) 2)
Нижняя конечность	1) 2)
Голова	1) 2) 3) 4) 5) 6)
Шея	1) 2)
Грудная полость	1) 2) 3) 4) 5) 6) 7) 8)
Полость живота	1) 2) 3) 4) 5)

### ЭТАЛОНЫ ОТВЕТОВ

Задание № 1. 1-А, 2-С, 3-Д, 4-А, 5-В, 6-А, 7-А, 8-А, 9-В, 10-А.

Задание №2. Основные группы лимфатических узлов

Верхняя конечность	1) подмышечные 2) локтевые
Нижняя конечность	1) паховые 2) подколенные
Голова	1) затылочные 2) сосцевидные 3) лицевые 4) околоушные 5) поднижнечелюстные 6) подбородочные
Шея	1) поверхностные 2) глубокие шейные
Грудная полость	1) средостенные 2) околотрахеальные 3) трахеобронхиальные 4) бронхолегочные

	5) легочные 6) верхние диафрагмальные 7) межреберные 8) окологрудинные
Полость живота	1) поясничные 2) верхние брыжеечные 3) чревные 4) желудочные 5) печеночные

## УЧЕБНЫЙ МОДУЛЬ 16. ПРОЦЕСС ДЫХАНИЯ

### УЧЕБНЫЕ ЦЕЛИ

ПОСЛЕ ИЗУЧЕНИЯ МОДУЛЯ СТУДЕНТ ДОЛЖЕН:

**ИМЕТЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О:** потребности дышать; структурах организма человека, удовлетворяющих потребность дышать; приборах для определения легочных объемов; аускультации и перкуссии легких; механизмах звукообразования; основных принципах газообмена; критериях оценки процесса дыхания; расположении, границах и органах средостения; пневмотораксе, его видах.

**ЗНАТЬ:** строение, функции носовой полости и придаточных пазух носа; строение и функции гортани, трахеи и главных бронхов; строение легких; строение ацинуса, его функции; строение, отделы и функции плевры; этапы процесса дыхания; механизм дыхательных движений; механизм первого вдоха новорожденного; структуры, участвующие в процессе дыхания; состав вдыхаемого и выдыхаемого воздуха; дыхательные объемы; дыхательный центр, регуляция дыхания.

**УМЕТЬ:** проецировать органы дыхания на скелет; подсчитать число дыхательных движений в 1 минуту; использовать медицинскую терминологию.

### ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

#### *16.1. АНАТОМО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОТРЕБНОСТИ ДЫШАТЬ*

Дыхание – неотъемлемый признак жизни. Мы дышим постоянно, с момента рождения и до самой смерти. Дышим днем и ночью во время глубокого сна, в состоянии здоровья и болезни. В организме человека и животных запасы кислорода ограничены. Поэтому организм нуждается в непрерывном поступлении кислорода из окружающей среды. Так же постоянно и непрерывно из организма должен удаляться углекислый газ, который всегда образуется в процессе обмена веществ и в больших количествах является токсичным соединением.

Дыхание – сложный непрерывный процесс, в результате которого постоянно обновляется газовый состав крови. В этом заключается его сущность. Нормальное функционирование организма человека возможно только при условии возобновления энергии, которая непрерывно расходуется. Организм получает энергию за счет окисления сложных органических веществ – белков, жиров, углеводов. При этом освобождается скрытая химическая энергия, которая является источником жизнедеятельности клеток тела, их развития и роста. Таким образом, значение дыхания состоит в поддержании в организме оптимального уровня окислительно-восстановительных процессов.

#### *16.2. ОБЩИЙ ПЛАН СТРОЕНИЯ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ*

Дыхательная система состоит из дыхательных путей и парных дыхательных органов – легких. Дыхательные пути соответственно их расположению подразделяются на верхний и нижний отделы. К верхним дыхательным путям относятся полость носа, носовая и ротовая части глотки. К нижним дыхательным путям относятся гортань, трахея, бронхи, включая внутрилегочные разветвления бронхов (**рис 16.1**).

Дыхательные пути состоят из трубок, просвет которых фиксирован костным или хрящевым скелетом, а ширина просвета регулируется мышцами. Мышцы и хрящи образуют среднюю оболочку дыхательных трубок. Наружная их оболочка называется адвентицией: она состоит из рыхлой соединительной ткани с большим количеством сосудов и нервов. Внутренняя поверхность дыхательных путей покрыта слизистой оболочкой, которая выстлана мерцательным эпителием,

содержит значительное количество лимфатических фолликулов и слизистых желез. Она выполняет защитную функцию. Проходя через дыхательные пути, воздух очищается, согревается и увлажняется.

В процессе эволюции на пути воздушной струи сформировалась гортань – сложно устроенный орган, выполняющий также функцию голосообразования. По дыхательным путям воздух попадает в легкие – главный дыхательный орган. В них происходит газообмен между воздухом и кровью путем диффузии газов (кислорода – углекислого газа) через стенки легочных альвеол и прилежащих к ним кровеносных капилляров.

### 16.3 АНАТОМИЯ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ.

#### 16.3.1 Строение полости носа

Полость носа (**рис. 16.2**) – это начальный отдел дыхательных путей и орган обоняния. В полость носа ведут два входных отверстия – ноздри, а посредством двух задних отверстий – хоан – она сообщается с носоглоткой. Над полостью носа находится передняя черепная ямка, книзу – полость рта, а по бокам – глазницы и верхнечелюстные (гайморовы) пазухи. Наружный нос имеет костный и хрящевой скелет. Полость носа разделена перегородкой на две половины. В каждой половине полости носа на боковой стенке находятся три носовые раковины: верхняя, средняя и нижняя. Раковины разделяют три щелевидных пространства: верхний, средний и нижний носовые ходы. Носовые раковины с перегородкой носа не соприкасаются, между ними имеется пространство в виде узкой щели, которое в клинике называют общим носовым ходом. Переднюю, меньшую, часть полости носа называют преддверием полости носа, а заднюю, большую, часть – собственно полостью носа.

Слизистая оболочка полости носа покрыта мерцательным эпителием, имеет большое количество слизистых желез и кровеносных сосудов. В полости носа воздух очищается, увлажняется и согревается. Слизистая оболочка верхней носовой раковины и верхнего отдела перегородки носа содержит специальные обонятельные и опорные клетки, составляющие орган обоняния, и называется обонятельной областью. Слизистая оболочка остальных отделов полости носа составляет дыхательную область. Воспаление слизистой оболочки полости носа называется ринитом.

В образовании наружного носа участвуют носовые кости, лобные отростки верхнечелюстных костей, носовые хрящи и мягкие ткани (кожа, мышцы). В наружном носе различают корень, верхушку и спинку носа. Нижнебоковые, ограниченные бороздками отделы наружного носа называются крыльями носа.

Околоносовые (придаточные) пазухи открываются в полость носа: верхнечелюстная (парная), лобная, клиновидная пазухи и решетчатый лабиринт. Стенки пазух выстланы слизистой оболочкой. Они участвуют в согревании вдыхаемого воздуха и являются звуковыми резонаторами. Верхнечелюстная (гайморова) пазуха находится в теле одноименной кости. Лобная и клиновидная пазухи расположены в соответствующих костях, причем, каждая разделена неполной перегородкой на две половины. Решетчатые ячейки (передние, средние и задние) представляют множество маленьких полостей, составляющих вместе правый и левый решетчатые лабиринты. Верхнечелюстная пазуха, лобная пазуха, передние и средние решетчатые ячейки правой или левой стороны открываются в средний носовой ход той же стороны, а клиновидная пазуха и задние решетчатые ячейки – в верхний носовой ход. В нижний носовой ход открывается носослезный канал.

В лечебной практике нередко встречаются воспалительные заболевания околоносовых пазух: например, воспаление верхнечелюстной (гайморовой) пазухи – гайморит, воспаление лобной пазухи – фронтит и т.д.

#### 16.3.2. Строение гортани

Гортань расположена в переднем отделе шеи на уровне IV-VI шейных позвонков. Вверху она при помощи щитоподъязычной мембраны фиксирована к подъязычной кости, внизу связками соединена с трахеей. Впереди гортани находятся мышцы шеи, позади – гортанная часть глотки, а по бокам – доли щитовидной железы и сосудисто-нервные пучки шеи (общая сонная артерия, внутренняя яремная вена, блуждающий нерв). Вместе с подъязычной костью гортань смещается вверх и вниз во время глотания.

Скелет гортани образован хрящами, к которым прикреплены мышцы. Внутри гортань выстлана слизистой оболочкой. Хрящи гортани: щитовидный, перстневидный, надгортанный, непарные, соединены между собой при помощи суставов и связок. Щитовидный хрящ – самый крупный из хрящей гортани. Он лежит спереди, легко прощупывается и состоит из двух пластинок. У многих

мужчин щитовидный хрящ образует хорошо различимый выступ гортани (кадык, адамово яблоко). Перстневидный хрящ находится ниже щитовидного, в основании гортани. В нем различают переднюю суженную часть – дугу и заднюю широкую – пластинку перстневидного хряща. Надгортанный хрящ, или надгортанник, расположен позади корня языка и ограничивает вход в гортань спереди. Он имеет форму листа и своим суженным концом – стеблем надгортанника – прикреплен к внутренней поверхности верхней щитовидной вырезки (на верхнем крае щитовидного хряща). Во время глотания надгортанник закрывает вход в гортань. Парные небольшие хрящи – черпаловидные, рожковидные и клиновидные – расположены в задней стенке гортани. К черпаловидным хрящам прикрепляются многие мышцы гортани, а также голосовые связки и голосовые мышцы.

Хрящи гортани соединены суставами и поперечно-полосатыми произвольными мышцами. В зависимости от функции мышцы могут быть разделены на три группы: одни из них расширяют голосовую щель и полость гортани, другие суживают их, а третьи изменяют напряжение голосовых связок.

Полость гортани имеет форму песочных часов (**рис. 16.3**). В ней различают верхний расширенный отдел – преддверие гортани, средний суженный голосовой отдел и нижний расширенный отдел – подголосовая полость. Посредством отверстия входа в гортань преддверие сообщается с глоткой. Подголосовая полость переходит в полость трахеи. Слизистая оболочка выстилает стенки полости гортани и на боковых стенках ее голосовой части образует две парные складки: верхнюю – складку преддверия, нижнюю – голосовую складку. Между этими складками с каждой стороны имеется углубление – желудочек гортани. Две голосовые складки (правая и левая) ограничивают голосовую щель шириной 0,4 мм, расположенную в сагиттальном направлении. В толще преддверных и голосовых складок находятся одноименные связки и мышцы.

Слизистая оболочка преддверия гортани очень чувствительна: при раздражении ее (частицы пищи, пыль, химические вещества и др.) рефлекторно возникает кашель. Под слизистой оболочкой гортани находится прослойка соединительной ткани, содержащая большое количество эластических волокон – фиброэластическая мембрана. Названные выше связки преддверия и голосовые связки являются частями этой перепонки.

Гортань служит не только для проведения воздуха, но является также органом звукообразования. Мышцы гортани при сокращении вызывают колебательные движения голосовых связок, передающиеся струе выдыхаемого воздуха. В результате этого возникают звуки, которые с помощью других органов, участвующих в звукообразовании (глотка, мягкое небо, язык и др.), становятся членораздельными.

Воспаление слизистой оболочки гортани называется ларингитом.

### *16.3.3. Строение трахеи и главных бронхов*

Трахея, или дыхательное горло, имеет форму трубки длиной 9-11 см, диаметром 1,5-2,7 см. Она начинается от гортани на уровне границы VI-VII шейных позвонков, через верхнюю апертуру грудной клетки проходит в грудную полость, где на уровне V грудного позвонка делится на два главных бронха – правый и левый. Это место носит название бифуркации трахеи. В соответствии с месторасположением в трахее различают две части – шейную и грудную. Спереди от трахеи находятся подподъязычные мышцы шеи, перешеек щитовидной железы, рукоятка грудины и другие образования, сзади к ней прилежит пищевод, а с боков – сосуды и нервы.

Скелет трахеи составляют 16-20 неполных хрящевых колец, соединенных между собой кольцевыми связками. Задняя, прилежащая к пищеводу стенка трахеи мягкая и называется перепончатой. Она состоит из соединительной и гладкой мышечной ткани. Изнутри трахея выстлана слизистой оболочкой, содержащей много слизистых желез и лимфатических фолликулов.

Воспаление слизистой оболочки трахеи называется трахеитом.

Главные бронхи, правый и левый, направляются от трахеи в соответствующее легкое, в воротах которого делятся на долевыe бронхи. Правый главный бронх шире, короче левого и отходит от трахеи более отвесно, поэтому инородные тела, попадающие в нижние дыхательные пути, обычно оказываются в правом бронхе. Длина правого бронха 1-3 см, а левого 4-6 см. Над правым бронхом проходит непарная вена, а над левым – дуга аорты. Стенки главных бронхов, как и трахеи, состоят из неполных хрящевых колец, соединенных связками, а также из перепонки и слизистой оболочки. Воспаление бронхов – бронхит.



#### 16.3.4. Строение легких

Легкие, правое и левое, занимают большую часть грудной полости. По форме каждое легкое напоминает конус. В нем различают нижнюю расширенную часть – основание легкого и верхнюю суженную часть – верхушку легкого. Основание легкого обращено к диафрагме, а верхушка выступает в область шеи на 2-3 см выше ключицы. На легком различают три поверхности – реберную, диафрагмальную и медиальную и два края – передний и нижний. Выпуклая реберная и вогнутая диафрагмальные поверхности легкого прилежат соответственно к ребрам и диафрагме. Медиальная поверхность легкого вогнутая, обращена к органам средостения и позвоночному столбу. Она подразделяется на две части: средостенную и позвоночную. На средостенной поверхности левого легкого имеется сердечное вдавление, а на его переднем крае – сердечная вырезка. Оба края легкого острые, передний край отграничивает реберную поверхность от медиальной, а нижний край – реберную поверхность от диафрагмальной.

На медиальной поверхности легкого имеется углубление – ворота легкого. Через ворота каждого легкого проходят главный бронх, легочная артерия, две легочные вены, нервы, лимфатические сосуды, а также бронхиальные артерии и вены. Все эти образования у ворот легкого объединены соединительной тканью в общий пучок, называемый корнем легкого.

Правое легкое по объему больше левого и состоит из трех долей: верхней, средней и нижней. Левое легкое разделено на две доли: верхнюю и нижнюю. Между долями проходят глубокие междольковые щели: две (косая и горизонтальная) на правом и одна (косая) на левом легком. Доли легкого подразделяются на бронхолегочные сегменты, сегменты состоят из долек, а дольки – из ацинусов.

Ацинусы являются функционально-анатомическими единицами легкого, которые осуществляют основную функцию легких – газообмен.

Главные бронхи в области ворот соответствующего легкого подразделяются на долевые бронхи: правый на три, а левый на два бронха. Долевые бронхи внутри легкого делятся на сегментарные бронхи. Каждый сегментарный бронх внутри своего сегмента образует несколько порядков меньших по калибру ветвей (ветви сегментарных бронхов). Они по своему диаметру (2-5 мм) считаются средними бронхами и в свою очередь подразделяются на несколько порядков мелких бронхов (диаметр 1-2 мм). Все разветвления бронхов внутри легкого составляют бронхиальное дерево.

Самые малые по калибру бронхи (диаметр около 1мм) входят по одному в каждую дольку легкого (дольковые бронхи) и подразделяются на бронхиолы – трубочки диаметром около 0,5 мм. Конечные бронхиолы разветвляются на дыхательные (респираторные) бронхиолы, которыми начинаются ацинусы. Каждая дыхательная бронхиола 1-го порядка делится на меньшие по диаметру ветви – дыхательные бронхиолы 2-го и 3-го порядка, переходящие в расширения – альвеолярные ходы и альвеолярные мешочки. Стенки альвеолярных ходов и мешочков состоят из альвеол легкого; альвеолы имеются и на стенках дыхательных бронхиол.

Стенки крупных долевых сегментарных бронхов по своему строению сходны со стенками трахеи и главных бронхов, но скелет их образован не хрящевыми кольцами, а пластинками гиалинового хряща. Слизистая оболочка бронхов выстлана мерцательным эпителием. Стенки бронхиол тоньше стенок мелких бронхов, в них отсутствуют хрящевые пластинки, но много гладкомышечных волокон. Слизистая оболочка бронхиол выстлана кубическим эпителием.

Бронхолегочный сегмент – это часть доли легкого, соответствующая одному сегментарному бронху и всем его разветвлениям. Он имеет форму конуса или пирамиды и отделен от соседних сегментов прослойками соединительной ткани. В правом легком различают 10 сегментов: три в верхней доле, два – в средней и пять в нижней доле. В левом легком 9 сегментов: четыре – в верхней и пять – в нижней доле.

Дольки легкого – это части легочных сегментов, диаметром 0,5-1,0 см. Границы долек различимы на поверхности в виде маленьких многоугольных участков.

Ацинус (гроздь) – это часть дольки легкого, включающая одну дыхательную бронхиолу первого порядка, соответствующие ей ветви – дыхательные бронхиолы второго и третьего порядков, альвеолярные ходы и альвеолярные мешочки с расположенными на их стенках альвеолами легкого. Каждая легочная долька состоит из 12-18 ацинусов.

Альвеолы легкого представляют собой выпячивания в форме полушарий диаметром до 0,25 мм. Они выстланы однослойным плоским эпителием, расположенным на сети эластических волокон, и снаружи оплетены кровеносными капиллярами.

Вещество (паренхима) легких имеет губчатое строение. В состав паренхимы входят бронхи, бронхиолы и их разветвления, альвеолы легкого, а также сосуды, нервы и соединительная ткань.

Воспаление легких – пневмония.

### *16.3.5 Сосуды легких*

Легкие имеют две системы кровеносных сосудов: одна служит для осуществления легкими специальной дыхательной функции, а другая – для обеспечения общих обменных процессов в самих легких.

Первая система сосудов представлена легочными артериями, венами и их разветвлениями, составляющими вместе малый, или легочный, круг кровообращения. По легочным артериям в легкие поступает венозная кровь, которая во время циркуляции по густой сети кровеносных капилляров, прилежащих к альвеолам легких, отдает углекислый газ и насыщается кислородом. По четырем легочным венам из легких в сердце течет артериальная кровь.

Вторая система сосудов представлена бронхиальными артериями и венами, входящими в состав большого круга кровообращения. По бронхиальным артериям, ветвям грудной аорты, с артериальной кровью доставляются в ткани легких кислород и питательные вещества, а по бронхиальным венам удаляются из них различные продукты обмена. Между мелкими разветвлениями – артериолами и венулами – двух систем сосудов легких имеются многочисленные анастомозы.

### *16.3.6 Строение плевры. Плевральные полости*

Легкие покрыты серозной оболочкой – плеврой. Вокруг каждого легкого она образует замкнутый плевральный мешок. Плевра представляет собой тонкую блестящую пластинку и состоит из соединительно-тканной основы, выстланной на свободной поверхности клетками плоского эпителия. В плевре, как и в других серозных оболочках, различают два листка: внутренний – висцеральная плевра и пристеночный – париетальная плевра. Висцеральная (легочная) плевра плотно сращена с веществом легкого (исключение составляет область ворот легкого, не покрытых плеврой). Париетальная плевра покрывает изнутри стенки грудной клетки и средостение. В зависимости от местоположения в париетальной плевре различают три части: реберную плевру (покрывает ребра и межреберные мышцы), диафрагмальную плевру (покрывает диафрагму, за исключением сухожильного центра), медиастинальную (средостенную) плевру (ограничивает с боков средостение и срастается с околосердечной сумкой). Часть париетальной плевры, расположенная над верхушкой легкого, носит название купола плевры.

В местах перехода одной части париетальной плевры в другую образуются щелевидные пространства – плевральные синусы, в которые смещаются края легких во время глубокого вдоха. В синусах при заболеваниях легких и плевры могут накапливаться: серозная жидкость (гидроторакс), гной (пиоторакс), кровь (гемоторакс).

Между висцеральной и париетальной плеврами имеется щелевидное пространство – плевральная полость. Она содержит небольшое количество серозной жидкости, которая увлажняет прилежащие друг к другу листки плевры и уменьшает трение между ними. Эта жидкость способствует также тесному прилеганию листков плевры, что является важным фактором в механизме вдоха. В полости плевры воздух отсутствует и давление в ней отрицательное (ниже атмосферного). Правая и левая плевральные полости между собой не сообщаются.

Травма грудной клетки с повреждением париетальной плевры может способствовать поступлению воздуха в плевральную полость – пневмотораксу, следствием которого является коллапс (сжатие) легкого.

Воспаление плевры называется плевритом.

### *16.3.7 Границы легких и плевры*

В медицинской практике принято определять проекции границ легких и плевры на поверхность грудной клетки. Различают переднюю, нижнюю и заднюю границы (**рис. 16.4**).

Передняя граница правого легкого проводится от его верхушки косо вниз и внутрь через грудино-ключичное сочленение до места соединения рукоятки и тела грудины. Отсюда передняя граница правого легкого спускается по телу грудины почти отвесно до уровня хряща VI ребра, где она

переходит в нижнюю границу. Передняя граница левого легкого от его верхушки доходит по грудице только до уровня хряща IV ребра, затем отклоняется влево, пересекает косо хрящ V ребра, доходит до VI ребра, где продолжается в нижнюю границу. Такая разница передней границы правого и левого легких обусловлена несимметричным расположением сердца: большая его часть находится слева от срединной плоскости.

Для определения проекции нижней границы легких (и плевры) пользуются условно проведенными вертикальными линиями, описанными в модуле 1.

Нижняя граница легких соответствует по среднеключичной линии VI ребру, по средней подмышечной линии – VIII ребру, по лопаточной линии – X ребру, по околопозвоночной линии – XI ребру. В проекции нижней границы правого и левого легких отмечается разница в 1-2 см (слева она ниже).

Задняя граница легких проходит по околопозвоночной линии.

Передняя и задняя границы правой и левой плевры почти совпадают с соответствующими границами легких. Нижняя граница плевры вследствие наличия реберно-диафрагмального синуса определяется по каждой вертикальной линии приблизительно на одно ребро ниже границы легкого. Купол плевры по своему положению совпадает с верхушкой легкого: он выступает в область шеи на 2-3 см выше ключицы, что соответствует уровню шейки I ребра (остистому отростку VII шейного позвонка).

Границы легких на живом человеке определяют путем перкуссии (выстукивания). Шумы в легких при дыхании оценивают с помощью прослушивания (аускультации).

#### *16.4 СРЕДОСТЕНИЕ*

Средостение – это комплекс органов, заполняющих в грудной полости пространство между плевральными полостями (правой и левой). Это пространство ограничено спереди грудицей и частично реберными хрящами, сзади – грудным отделом позвоночного столба, по бокам – медиастинальными плевами, снизу – сухожильным центром диафрагмы, а сверху через верхнюю апертуру грудной клетки сообщается с областью шеи. Средостение подразделяют на два отдела – верхнее и нижнее.

Верхнее средостение расположено выше условной горизонтальной плоскости, проведенной от места соединения рукоятки и тела грудицы до межпозвоночного хряща между телами IV и V грудных позвонков. В верхнем средостении расположены: вилочковая железа, плечеголовые вены, верхняя часть верхней полой вены, дуга аорты с отходящими от нее ветвями, трахея, верхние части пищевода и грудного лимфатического протока, симпатических стволов, блуждающих и диафрагмальных нервов.

Нижнее средостение находится ниже этой условной горизонтальной плоскости. В нем выделяют переднее, среднее и заднее средостение.

Переднее средостение лежит между телом грудицы спереди и грудной стенкой сзади. Оно содержит внутренние грудные сосуды (артерии и вены) и лимфоузлы.

Среднее средостение содержит перикард с расположенным в нем сердцем и началом крупных сосудов, главные бронхи, легочные артерии и вены, диафрагмальные нервы с сопровождающими их сосудами, лимфоузлы.

Заднее средостение ограничено перикардом впереди и позвоночником сзади. К нему относятся: пищевод, блуждающие нервы, грудная часть нисходящей аорты, непарная и полунепарная вены, лимфоузлы, нижние части грудного лимфатического протока, блуждающих и диафрагмальных нервов, симпатических стволов. Между органами средостения находится жировая соединительная ткань.

#### *16.5 ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАНИЯ*

##### *16.5.1 Этапы дыхательной функции*

Процесс дыхания может быть разделен на ряд последовательных этапов:

1. внешнее, или легочное дыхание;
2. газообмен между кровью легочных капилляров и альвеолярным воздухом;
3. транспорт газов кровью;
4. внутреннее дыхание - газообмен между кровью и тканями.

Внешнее дыхание – газообмен между атмосферным и альвеолярным воздухом. Внешнее дыхание осуществляется за счет активности аппарата внешнего дыхания.

Аппарат внешнего дыхания включает в себя дыхательные пути, легкие, плевру, скелет грудной клетки и ее мышцы (собственно дыхательные и вспомогательные дыхательные), а также диафрагму – основную дыхательную мышцу. Главной функцией аппарата внешнего дыхания является обеспечение организма кислородом и освобождение его от избытка углекислого газа. О функциональном состоянии аппарата внешнего дыхания можно судить по ритму, глубине, частоте дыхания, по величине легочных объемов, по показателям поглощения кислорода и выделения углекислого газа и т.д.

#### *16.5.2 Дыхательный цикл*

Дыхательный цикл состоит из вдоха, выдоха и дыхательной паузы.

Длительность вдоха у взрослого человека от 0,9 до 4,7 с, длительность выдоха – 1,2-6 с. Дыхательная пауза – непостоянная составная часть дыхательного цикла. Она различна по величине и даже может отсутствовать.

Дыхательные движения совершаются с определенным ритмом и частотой, которые определяют по числу экскурсий грудной клетки в 1 минуту. У взрослого человека частота дыхательных движений составляет 12-18 в 1 минуту. У детей дыхание поверхностное и поэтому более частое, чем у взрослых. Так, новорожденный дышит около 60 раз в минуту, 5-летний ребенок 25 раз в минуту. В любом возрасте частота дыхательных движений меньше количества сердечных сокращений в 4-5 раз.

#### *16.5.3 Механизмы вдоха и выдоха*

Вдох (инспирация) совершается вследствие увеличения объема грудной клетки в трех направлениях – вертикальном, сагиттальном (переднезаднем) и фронтальном. Изменение размеров грудной полости происходит за счет сокращения дыхательных мышц – межреберных и диафрагмы, импульсы к которым посылает дыхательный центр. К вспомогательным мышцам вдоха, которые помогают при одышке, относятся все мышцы, начинающиеся от черепа, позвоночника и костей плечевого пояса и способные поднять ребра. Главные из них: большие и малые грудные, лестничные, грудино-ключично-сосцевидные и передние зубчатые.

В зависимости от преимущественного участия в акте вдоха мышц грудной клетки и диафрагмы различают грудной, или реберный и брюшной, или диафрагмальный тип дыхания. У мужчин преобладает брюшной тип дыхания, у женщин – грудной.

При вдохе легкие пассивно следуют за увеличивающейся в размерах грудной клеткой. Дыхательная поверхность легких увеличивается, а давление в них снижается ниже атмосферного на 2 мм рт. ст. Это способствует поступлению воздуха в легкие. Во время вдоха увеличивается объем плевральной полости: давление в ней снижается и становится отрицательным (на 9 мм рт.ст. ниже атмосферного). Во время вдоха преодолевается эластическая тяга легких. Быстрому выравниванию давления в легких препятствует голосовая щель, так как в этом месте воздухопроводящие пути сужены. Только на высоте вдоха происходит полное заполнение воздухом расширенных альвеол.

Выдох (экспирация) осуществляется в результате расслабления наружных межреберных мышц, опускания ребер и поднятия купола диафрагмы. При этом грудная клетка возвращается в исходное положение, и дыхательная поверхность легких уменьшается. К важнейшим вспомогательным мышцам выдоха относятся мышцы живота, оттягивающие ребра вниз и сдавливающие органы брюшной полости, которые вслед за диафрагмой поднимаются вверх. Сужение воздухоносных путей в области голосовой щели обуславливает медленный выход воздуха из легких. В начале фазы выдоха давление в легких становится на 3-4 мм рт.ст. выше атмосферного, что облегчает выход воздуха из них в окружающую среду. Уменьшению объема легких помогает их эластическая тяга.

#### *16.5.4 Легочные объемы*

Для исследования функционального состояния аппарата внешнего дыхания широко используют определение легочных объемов с помощью специальных приборов – спирометра и спирографа. Спирографический метод позволяет графически (в виде кривой) регистрировать величины легочных объемов.

В состоянии покоя человек вдыхает и выдыхает около 500 мл (300-600 мл) воздуха – это дыхательный объем. Следует знать, что не весь объем вдыхаемого воздуха (500 мл) достигает альвеол. Часть его (140-150 мл) остается в мертвом пространстве (в дыхательных путях). Таким образом, при спокойном дыхании в альвеолы попадает не 500 мл воздуха, а 350 мл.

После спокойного вдоха человек может вдохнуть еще 1500-2000 мл – резервный объем вдоха, а после спокойного выдоха может выдохнуть еще 1500 мл – резервный объем выдоха.

Совокупность дыхательного объема, резервных объемов вдоха и выдоха называется жизненной емкостью легких. Это тот объем воздуха, который может максимально вдохнуть человек после максимального выдоха. Для взрослого здорового мужчины жизненная емкость легких в среднем составляет 4000-5000 мл.

После максимально глубокого выдоха легкие не освобождаются полностью от всего воздуха – в них остается 1000-1500 мл воздуха - это остаточный объем.

Общая емкость легких состоит из жизненной емкости легких и остаточного объема воздуха.

Резервы внешнего дыхания, обеспечивающие вентиляцию легких, велики. Так, в покое частота дыхательных движений человека составляет 16-20 раз в минуту, дыхательный объем легких – 0,5 л.

#### *16.5.5 Легочная вентиляция, ее типы*

Легочная вентиляция (минутный объем дыхания) – количество воздуха, обмениваемое в 1 минуту. Ее определяют путем умножения дыхательного объема на число дыханий в 1 минуту. У взрослого человека в состоянии покоя легочная вентиляция составляет 6-8 л/мин, при средней мышечной работе – 80 л/мин, при тяжелой физической работе – 120-150 л/мин.

На основе учета парциального давления газов в альвеолах используется следующая терминология для разных типов вентиляции:

1) гипервентиляция: усиленная вентиляция, превышающая метаболические потребности организма (парциальное давление углекислоты меньше 40 мм рт.ст.);

2) гиповентиляция: понижение вентиляции (парциальное давление углекислоты больше 40 мм рт.ст.);

3) повышенная вентиляция: любое увеличение альвеолярной вентиляции по сравнению с уровнем покоя независимо от парциального давления газов в альвеолах;

4) гиперпноэ – увеличение глубины дыхания;

5) тахипноэ – увеличение частоты дыхания;

6) апноэ – остановка дыхания.

#### *16.5.6 Состав воздуха: вдыхаемого, выдыхаемого и альвеолярного*

Человек дышит атмосферным воздухом, который имеет следующий состав: 20,94% кислорода, 0,03% углекислого газа, 79,03% азота. В выдыхаемом воздухе обнаруживается 16,3% кислорода, 4% углекислого газа, 79,7% азота.

Состав выдыхаемого воздуха непостоянен и зависит от интенсивности обмена веществ, а также от частоты и глубины дыхания. Стоит задержать дыхание или сделать несколько дыхательных движений, как состав выдыхаемого воздуха изменяется. Сравнение состава вдыхаемого и выдыхаемого воздуха служит доказательством существования внешнего дыхания.

В альвеолах происходит обмен газов между воздухом и кровью, при этом в кровь диффундирует кислород, а из крови – углекислый газ. В результате в альвеолярном воздухе резко уменьшается содержание кислорода и возрастает количество углекислого газа. Процентное содержание отдельных газов в альвеолярном воздухе: 14,2 – 14,6% кислорода, 5,2 – 5,7% углекислого газа, 79,7 – 80% азота. Альвеолярный воздух отличается по составу и от выдыхаемого воздуха. Это объясняется тем, что выдыхаемый воздух содержит смесь газов из альвеол и вредного пространства. В дыхательных путях газообмен не происходит, и состав воздуха не меняется. Пространство, заключенное в этих дыхательных путях называется мертвым, или вредным.

#### *16.5.7 Газообмен в легких*

Газообмен между альвеолярным воздухом и кровью легочных капилляров происходит вследствие разницы парциального давления кислорода и углекислого газа в альвеолах и напряжения этих газов в крови. Парциальным давлением называют часть общего давления в смеси газов, которое приходится на долю конкретного газа. Парциальное давление газа в жидкости называют напряжением.

В связи с тем, что парциальное давление кислорода в альвеолярном воздухе (106 мм рт.ст.) больше, чем в венозной крови легочных капилляров (40 мм рт.ст.), кислород диффундирует в капилляры. С другой стороны, напряжение углекислого газа в крови капилляров (47 мм рт.ст.) больше, чем в альвеолярном воздухе (40 мм рт.ст.), поэтому углекислый газ диффундирует в альвеолы, в сторону меньшего давления.

Следует учесть, что скорость диффузии углекислого газа через стенки альвеол в 20-25 раз выше скорости диффузии кислорода, поэтому обмен углекислого газа в легких происходит достаточно

полно, а обмен кислорода – частично. Скорость диффузии кислорода через альвеолярные стенки в кровь составляет  $\frac{1}{20}$ - $\frac{1}{25}$  скорости диффузии углекислого газа, поэтому в оттекающей от легких артериальной крови парциальное давление кислорода на 6 мм рт.ст. меньше, чем в альвеолярном воздухе.

#### *16.5.8 Транспорт газов кровью*

Транспорт газов осуществляется кровью и обеспечивается разностью парциального давления (напряжения) газов по пути их следования: кислорода от легких к тканям, углекислого газа от клеток к легким.

Кислород плохо растворим в плазме крови, поэтому основную роль в его транспорте выполняет гемоглобин эритроцитов, образующий с ним нестойкое соединение оксигемоглобин. Уменьшение кислорода в крови называется гипоксемией.

Углекислый газ транспортируется к легким в растворенном виде, в виде непрочных соединений – угольной кислоты, бикарбонатов натрия и калия. Только 25-30% - соединяется с гемоглобином, образуя нестойкое соединение – карбгемоглобин.

#### *16.5.9 Газообмен между кровью и тканями*

Пониженное парциальное давление кислорода в тканях (0-20 мм рт.ст.) по сравнению с высоким парциальным давлением его в атмосферном воздухе заставляет этот газ проникать в ткани. Для углекислого газа градиент (перепад) давления направлен в противоположную сторону: в тканях парциальное давление углекислого газа равно 60 мм рт.ст., а в атмосферном воздухе – всего 0,2 мм рт.ст. В результате углекислый газ удаляется из тканей.

На интенсивность газообмена влияют: кислотность среды, температура тела человека, длина капилляров, скорость кровотока и др. Чем интенсивнее обмен веществ в ткани, тем плотнее в ней сеть капилляров: например, в миокарде один капилляр приходится на каждое мышечное волокно. Потребность органов в кислороде различна: она велика в миокарде, коре больших полушарий, печени, корковом веществе почек и уменьшена в мышцах, белом веществе головного мозга. Снабжение кислородом сердца максимально во время диастолы и минимально во время систолы. Потребность миокарда в кислороде на короткое время удовлетворяется дыхательным мышечным белком – миоглобином, но его запасы ограничены. Необходимое напряжение кислорода в крови и тканях обеспечивается лишь при оптимальном содержании  $\text{CO}_2$  и  $\text{O}_2$  в альвеолярном воздухе и крови легочных капилляров, что поддерживается глубиной и частотой дыхания. Снижение парциального давления кислорода в тканях называется тканевой гипоксией или же аноксией (если парциальное давление кислорода в ткани равно нулю).

Снабжение тканей кислородом и удаление углекислого газа обеспечивается согласованной деятельностью нескольких систем: крови, дыхательной, сердечно-сосудистой. Увеличение интенсивности тканевого дыхания в работающих органах осуществляется только при соответствующем увеличении вентиляции легких, работы сердца и объема циркулирующей крови.

#### *16.5.10 Дыхательный центр. Регуляция дыхания*

Дыхание регулируется дыхательным центром, который находится в спинном, продолговатом мозге, мосту, гипоталамусе, коре больших полушарий.

Ведущая роль в организации дыхания принадлежит центру продолговатого мозга, который состоит из центров вдоха (инспираторные нейроны) и выдоха (экспираторные нейроны). Разрушение этой области ведет к остановке дыхания. Здесь находятся нейроны, обеспечивающие ритмичность вдоха и выдоха. Это связано с тем, что дыхательный центр обладает свойством автоматии, т.е. его нейроны способны ритмически самовозбуждаться. Автоматия сохраняется, даже если к дыхательному центру не поступают нервные импульсы по центростремительным нейронам. Автоматия может изменяться в зависимости от гуморальных факторов, нервных импульсов, поступающих по центростремительным нейронам и под влиянием вышележащих отделов мозга. От дыхательного центра нервные импульсы по центробежным нейронам подходят к межреберным мышцам, диафрагме и др. мышцам.

Регуляция дыхания осуществляется с помощью гуморальных, рефлекторных механизмов и нервных импульсов, поступающих из вышележащих отделов головного мозга.

Гуморальные механизмы

Специфическим регулятором активности нейронов дыхательного центра является углекислый газ, который действует на дыхательные нейроны непосредственно и опосредованно. Углекислый газ непосредственно возбуждает инспираторные клетки дыхательного центра. В механизме стимулирующего влияния углекислого газа на дыхательный центр важное место принадлежит хеморецепторам сосудистого русла. В области сонных синусов и дуги аорты обнаружены хеморецепторы, чувствительные к изменениям напряжения углекислого газа в крови. Кстати, первый вдох новорожденного объясняется действием накопившейся в его тканях углекислого газа на дыхательный центр (после перерезки пуповины и отделения от организма матери). Это действие является как прямым, так и опосредованным, рефлекторным – через хеморецепторы сонного синуса и дуги аорты. Избыток углекислого газа в крови вызывает одышку. Недостаток кислорода в крови углубляет дыхание. Установлено, что повышение напряжения кислорода в крови тормозит активность дыхательного центра.

Рефлекторные механизмы. Различают постоянные и непостоянные рефлекторные влияния на функциональное состояние дыхательного центра. Постоянные рефлекторные влияния возникают в результате раздражения рецепторов альвеол (рефлекс Э. Геринга – И. Брейера), корня легкого и плевры (плевропульмональный рефлекс), хеморецепторов дуги аорты и сонных синусов (рефлекс К. Гейманса), проприорецепторов дыхательных мышц.

Рефлекс Э. Геринга и И. Брейера называют рефлексом торможения вдоха при растяжении легких. При вдохе возникают импульсы, тормозящие вдох и стимулирующие выдох, а при выдохе – импульсы, рефлекторно стимулирующие вдох. Регуляция дыхательных движений осуществляется по принципу обратной связи. При перерезке блуждающих нервов рефлекс выключается, дыхание становится редким и глубоким.

Непостоянные рефлекторные влияния на активность дыхательных нейронов связаны с возбуждением разнообразных экстерорецепторов и интерорецепторов. Так, например, при внезапном вдыхании паров аммиака, хлора, табачного дыма и некоторых других веществ происходит раздражение рецепторов слизистой оболочки носа, глотки, гортани, что приводит к рефлекторному спазму голосовой щели (иногда даже мускулатуры бронхов) и рефлекторной задержке дыхания. Сильные температурные воздействия на кожу возбуждают дыхательный центр, увеличивают вентиляцию легких. Резкое охлаждение угнетает дыхательный центр. На дыхание влияют боль, импульсы от сосудистых барорецепторов: так, повышение артериального давления угнетает дыхательный центр, что проявляется уменьшением глубины и частоты дыхания.

При раздражении эпителия дыхательных путей накопившейся пылью, слизью, химическими раздражителями и инородными телами возникают чиханье и кашель (защитные врожденные рефлексы). Чиханье возникает при раздражении рецепторов слизистой оболочки носа, кашель – при возбуждении рецепторов гортани, трахеи, бронхов.

Первый уровень регуляции – спинной мозг. Здесь располагаются центры диафрагмальных и межреберных нервов, обуславливающие сокращение дыхательных мышц. Однако этот уровень регуляции дыхания не может обеспечить ритмичную смену фаз дыхательного аппарата.

Второй уровень регуляции – продолговатый мозг. Здесь находится дыхательный центр, который перерабатывает разнообразные афферентные импульсы, идущие от дыхательного аппарата, а также от основных рефлексогенных сосудистых зон. Этот уровень регуляции обеспечивает ритмичную смену фаз дыхания и активность спинномозговых мотонейронов, аксоны которых иннервируют дыхательную мускулатуру.

Третий уровень регуляции – верхние отделы головного мозга, включающие и корковые нейроны. Только при участии коры большого мозга возможно адекватное приспособление реакций системы органов дыхания к изменяющимся условиям окружающей среды.

## ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

Задание № 1. Выберите одно правильное утверждение:

1. В дыхательную систему не входит:

- А) пищевод
- В) гортань
- С) трахея

- D) легкие
2. Вход в гортань при глотании закрывается:
- A) голосовыми связками
  - B) щитовидным хрящом
  - C) надгортанником
  - D) язычком мягкого неба
3. Наибольшая частота дыхательных движений будет при концентрации углекислого газа в крови:
- A) 0,02%
  - B) 0,03%
  - C) 0,05%
  - D) 0,06%
4. Дыхательный объем легких равен:
- A) 1500 – 2000 мл
  - B) 300 – 700 мл
  - C) 1000 – 1500 мл
  - D) 3000 – 3500 мл
5. Обонятельной областью является:
- A) верхний носовой ход
  - B) средний носовой ход
  - C) нижний носовой ход
  - D) преддверие носа
6. Самый крупный хрящ гортани:
- A) перстневидный
  - B) щитовидный
  - C) надгортанный
  - D) черпаловидный
7. Бифуркация трахеи находится на уровне:
- A) VIII грудного позвонка
  - B) III грудного позвонка
  - C) V грудного позвонка
  - D) II грудного позвонка
8. Количество сегментов верхней доли правого легкого:
- A) пять
  - B) два
  - C) четыре
  - D) три
9. Каждая легочная долька содержит:
- A) 18 ацинусов
  - B) 30 ацинусов
  - C) 10 ацинусов
  - D) 5 ацинусов
10. Увеличение глубины дыхания называется:
- A) гипервентиляцией
  - B) гиперпноэ
  - C) тахипноэ
  - D) апноэ

Задание №2. Ответьте на вопросы ситуационных задач

№1. Жизненная емкость обследуемого 3600 мл, резервный объем выдоха 1500 мл, резервный объем вдоха 1600 мл, частота дыхания 16 в минуту. Каков минутный объем дыхания обследуемого?

№2. Два спортсмена, близких по возрасту и физическому развитию, участвуют в забеге на 1000 метров. В конце дистанции минутный объем дыхания первого - 120 литров, частота дыхательных движений – 80 в минуту, у второго минутный объем дыхания - 120 литров, при частоте дыхательных



движений – 40 в минуту. Кто из обследуемых спортсменов более тренирован? Вычислить дыхательный объем обоих спортсменов.

№3. При исследовании функционального состояния аппарата внешнего дыхания у студента выявлено: дыхательный объем – 600 мл, резервный объем вдоха – 1800 мл, резервный объем выдоха – 1900 мл. Какова жизненная емкость легких студента?

### **ЭТАЛОНЫ ОТВЕТОВ**

Задание №1: 1-А, 2-С, 3-Д, 4-В, 5-А, 6-В, 7-С, 8-Д, 9-А, 10-В.

Задание №2. №1: Минутный объем обследуемого 8000 мл, если дыхательный объем – 500 мл.

№2: Второй спортсмен тренирован в большей степени: он имеет больший дыхательный объем, поэтому частота дыхательных движений у него вдвое реже. Дыхательный объем первого спортсмена – 1,5 литра; второго спортсмена – 3 литра. №3: Жизненная емкость легких – 4300 мл.

## **УЧЕБНЫЙ МОДУЛЬ 17. ПРОЦЕСС ПИЩЕВАРЕНИЯ**

### **УЧЕБНЫЕ ЦЕЛИ**

ПОСЛЕ ИЗУЧЕНИЯ МОДУЛЯ СТУДЕНТ ДОЛЖЕН:

**ИМЕТЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О:** потребности есть, пить; структурах организма, удовлетворяющих потребность есть и пить; функциях желудочно-кишечного тракта; регуляции пищеварения; принципах организации деятельности желудочно-кишечного тракта.

**ЗНАТЬ:** строение стенок полости рта; органов полости рта; строение глотки; пищевода; желудка; тонкой кишки; толстой кишки; миндалин лимфоэпителиального кольца; больших слюнных желез; состав и свойства слюны; строение, расположение, функции поджелудочной железы; расположение, строение и функции печени; строение и функции желчного пузыря; механизм образования желчи; пищеварение в полости рта, в желудке, тонком и толстом кишечнике; формирование каловых масс; механизм дефекации.

**УМЕТЬ:** показывать на таблицах и муляжах органы пищеварительной системы, представлять их расположение и проекции на тело человека; использовать медицинскую терминологию.

### **ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

#### *17.1 АНАТОМИЯ ОРГАНОВ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ*

Пищеварительная система представляет собой комплекс органов, осуществляющих механическую и химическую обработку принимаемой пищи, всасывание переработанных веществ и выведение наружу непереваренных и неусвоенных составных частей пищи. В ней различают пищеварительный канал и пищеварительные железы, сообщающиеся с ним своими выводными протоками.

Пищеварительный канал человека имеет длину 8-10 м и подразделяется на следующие отделы: полость рта, глотку, пищевод, желудок, тонкую кишку и толстую кишку (**рис. 17.1**).

Все отделы пищеварительного канала представляют собой полые (трубчатые) органы, стенки которых состоят из трех оболочек: наружной – адвентиции (для неподвижных, фиксированных органов) или брюшины (для подвижных органов), средней – мышечной и внутренней – слизистой с подслизистой основой. Несколько иной план строения имеют стенки полости рта.

Пищеварительные железы являются важнейшими органами пищеварительной системы. Они вырабатывают пищеварительные соки и выделяют их по выводным протокам в разные отделы пищеварительного канала. В составе этих соков содержатся пищеварительные ферменты и другие вещества. К пищеварительным железам относятся слюнные железы (выделяют слюну), железы желудка (выделяют желудочный сок), железы тонкой кишки (выделяют кишечный сок), поджелудочная железа (выделяет поджелудочный сок) и печень (выделяет желчь). Эти железы различаются по строению и размерам. Одни из них – железы желудка и тонкой кишки – находятся в стенках органов. Слюнные железы, поджелудочная железа и печень представляют собой паренхиматозные органы, выводные протоки которых открываются в пищеварительный канал.

### 17.1.1 Полость рта

Полость рта является начальным отделом пищеварительного канала (рис. 17.2). Здесь происходит оценка качества принимаемой пищи, механическая и начальная химическая обработка. Механическая обработка заключается в размельчении пищи зубами, а химическая – в частичном расщеплении углеводов, содержащихся в пище, ферментами слюны. Из размельченной пищи благодаря склеивающему действию слюны в полости рта формируется пищевой комок.

Полость рта образована сверху небом, снизу – диафрагмой рта, спереди – губами, по бокам – щеками. Она подразделяется на два отдела – преддверие рта и собственно полость рта. Преддверие рта – это узкая щель, стенками которой снаружи являются губы и щеки, а внутри – десны и зубы. Губы и щеки образованы мимическими мышцами и со стороны преддверия рта покрыты слизистой оболочкой. Десны образованы слизистой оболочкой полости рта, покрывающей альвеолярные отростки челюстей и шейки зубов. От каждой губы к десне по средней линии идет складочка слизистой оболочки – уздечка верхней губы и уздечка нижней губы. Преддверие рта сообщается при сомкнутых челюстях с собственно полостью рта через щель позади последних коренных зубов.

Собственно полость рта ограничена сверху небом, снизу – диафрагмой рта, спереди и с боков – деснами и зубами. В ней находится язык. Небо подразделяют на два отдела – твердое небо и мягкое небо. Твердое небо отделяет полость рта от полости носа. Его костная основа предоставлена небными отростками верхних челюстей и горизонтальными пластинками небных костей. Слизистая оболочка твердого неба плотно срастается с надкостницей, имеет много мелких слюнных желез. Твердое небо переходит в мягкое небо. Мягкое небо представляет собой мышечную пластинку, покрытую слизистой оболочкой. Свободная задняя часть его называется небной занавеской, она имеет небольшой выступ – небный язычок. Мышцы мягкого неба произвольные, при их помощи небная занавеска может подниматься, растягиваться и отграничивать во время глотания и речи ротовую часть глотки от носовой части. По бокам небная занавеска переходит в опускающиеся вниз парные складки слизистой оболочки, называемые небными дужками.

Полость рта сообщается с внешней средой с помощью ротовой щели и с глоткой – посредством зева. Ротовая щель ограничена губами, верхней и нижней. Зев представляет собой отверстие, ограниченное сверху мягким небом, снизу – корнем языка, по бокам – парными небными дужками. В каждой дужке заложена мышца, опускающая мягкое небо.

Между дужками каждой стороны имеется углубление, в котором находится небная миндалина. Это крупное скопление лимфоидной ткани, образующей лимфатические фолликулы, продуцирующие лимфоциты. Миндалины играют защитную роль. Кроме двух небных миндалин, в области зева имеется язычная миндалина (в корне языка). Воспаление миндалин называется тонзиллитом.

Язык – мышечный орган, покрытый слизистой оболочкой. Он принимает участие в оценке вкуса пищи, ее передвижении и перемешивании со слюной, а у человека – и в образовании речи. В языке различают три части. Задняя часть языка, прикрепленная к подъязычной кости и надгортаннику, носит название корня языка; средняя часть – тела языка, передняя часть – верхушки (кончика) языка. Верхняя поверхность языка называется спинкой языка.

Слизистая оболочка спинки языка шероховатая и имеет особые выросты – сосочки языка. Различают несколько видов сосочков языка: нитевидные, конусовидные, грибовидные, желобовидные и листовидные. Все сосочки, за исключением нитевидных и конусовидных, содержат вкусовые луковицы. Нитевидные и конусовидные сосочки расположены на теле и верхушке языка, обладают общей чувствительностью (тактильная чувствительность, болевая и температурная). Грибовидные сосочки находятся между нитевидными сосочками по краям тела и на кончике языка. Листовидные сосочки лежат по краям тела языка. Желобовидные сосочки расположены на границе тела и корня языка в один ряд, имеющий форму тупого угла. В слизистой оболочке языка имеются лимфатические фолликулы. Особенно много их в корне языка, где они образуют язычную миндалину.

Верхняя поверхность языка отделяется от нижней краем языка. Нижняя поверхность языка свободна только в передней своей части. Слизистая оболочка нижней поверхности имеет две бахромчатые складки. Переходя на дно полости рта, она образует по средней линии складку, называемую уздечкой языка. С обеих сторон уздечки расположено небольшое возвышение – подъязычный сосочек, на котором открываются выводные протоки подчелюстной и подъязычной слюнных желез.

Различают скелетные и собственные мышцы языка. Скелетные мышцы начинаются от подбородочной ости нижней челюсти, подъязычной кости и шиловидного отростка височной кости. Собственные мышцы языка создают всю его массу. Различные направления мышц языка придают ему большую пластичность, при их сокращении изменяется форма языка. Мышцы языка - произвольные. Воспаление языка – глоссит.

### 17.1.2. Строение слюнных желез

В слизистой оболочке полости рта имеется большое количество мелких слюнных желез. Эти железы называются по месту своего расположения: небные, язычные, губные, щечные и т.д. Помимо мелких, имеется три пары больших слюнных желез: околоушная, поднижнечелюстная и подъязычная. Их выводные протоки открываются в полость рта. По характеру секрета, выделяемого слюнными железами, их делят на белковые, слизистые и смешанные.

Околоушная слюнная железа, является самой крупной. Она лежит в позадичелюстной ямке книзу и кпереди от наружного уха, на наружной поверхности жевательной мышцы. Железа покрыта плотной фасцией. Ее выводной проток открывается в преддверие рта на слизистой оболочке щеки, на уровне второго верхнего большого коренного зуба (на сосочке околоушной железы). По характеру выделяемого секрета околоушную железу относят к группе белковых желез. Воспаление этой железы называется паротитом.

Поднижнечелюстная железа располагается в поднижнечелюстной ямке. Выводной проток открывается на подъязычном сосочке. Ее секрет - белково-слизистый.

Подъязычная железа располагается под языком, на верхней поверхности челюстно-подъязычной мышцы. Выводных протоков несколько, самый крупный открывается вместе с поднижнечелюстным протоком на подъязычном сосочке. Секрет железы слизисто-белковый.

### 17.1.3 Строение зубов

Зубы предназначены для откусывания и размельчения пищи. Вместе с языком они также принимают участие в формировании звуков устной речи. Своими корнями зубы укреплены при помощи пучков соединительно-тканых волокон в ячейках отростков челюстей. У человека различают молочные зубы и сменяющие их постоянные зубы.

В зависимости от формы зубы подразделяют на резцы, клыки, малые коренные (премоляры) и большие коренные (моляры). Для обозначения количества зубов по группам пользуются зубной формулой.

Молочных зубов 20. Формула этих зубов:

012	102
012	102

Она означает, что каждая половина верхнего и нижнего зубных рядов включает два резца, один клык и два больших коренных зуба; малые коренные зубы отсутствуют.

Постоянных зубов 32. Зубная формула их имеет вид:

212	123
212	123

В каждой половине верхнего и нижнего зубных рядов 2 резца, 1 клык, 2 малых коренных зуба (премоляра) и 3 больших коренных зуба (моляра). Третий большой коренной зуб называется «зубом мудрости» (он прорезывается последним).

У человека зубы появляются на 6-8 месяце жизни. В период от 6 мес. до 2,5 лет прорезываются все молочные зубы. С шестилетнего возраста они начинают заменяться постоянными зубами. Процесс прорезывания постоянных зубов продолжается до 12 – 14 лет. Исключение составляют «зубы мудрости», которые появляются в возрасте 17 – 25 лет (иногда позднее или отсутствуют).

Каждый зуб имеет коронку, шейку и корень (корни). Коронка зуба выступает над десной. Суженная часть зуба – шейка – покрыта десной. Корень зуба находится в ячейке – зубной альвеоле. На верхушке корня имеется отверстие верхушки зуба, ведущее в канал корня, переходящий в полость коронки зуба. Через это отверстие и канал в полость коронки зуба проникают сосуды и нервы (**рис. 17.3**).

Резцы (их 8 по 4 в каждом ряду) составляют передний отдел зубного ряда. Клыки (по два в каждом ряду) лежат за резцами. Малые коренные зубы (всего 8) располагаются за клыками. Самые задние – большие коренные зубы. При сомкнутых челюстях каждый зуб одного зубного ряда соприкасается с двумя зубами другого ряда. Только зубы мудрости располагаются один против другого.

Молочные зубы по своей форме сходны с соответствующими постоянными зубами, но отличаются меньшими размерами.

Зубы построены преимущественно из твердых тканей – дентина, эмали и цемента. Только в полости коронки зуба и в канале корня находится мягкая ткань – пульпа зуба. Большая часть вещества зуба состоит из дентина. Коронка зуба покрыта эмалью, корень и шейка – цементом. Дентин сравнивают с костью, но он обладает большей твердостью. Эмаль самая твердая ткань организма, приближающаяся по твердости к кварцу. С поверхности эмаль покрыта тончайшей оболочкой – кутикулой. Цемент зуба более чем дентин напоминает по своему строению кость. Пучки коллагеновых волокон из цемента проходят в костное вещество стенок зубных альвеол и составляют фиксирующий аппарат зуба. Тонкая прослойка соединительной ткани между корнем зуба и стенками альвеол, содержащая большое количество кровеносных сосудов и нервных волокон, называется периодонтом. Соединение корня зуба с ячейкой с помощью периодонта называется вколочиванием.

Пульпа зуба состоит из рыхлой соединительной ткани, богатой сосудами и нервными волокнами. Через сосуды пульпы происходит питание зуба.

#### *17.1.4 Строение глотки*

Глотка вверху прикрепляется к основанию черепа, а внизу, на уровне VI – VII шейных позвонков, переходит в пищевод. Функция глотки – проведение воздуха из полости носа в гортань (и обратно) и проведение пищи во время глотания из полости рта в пищевод. Таким образом, в глотке перекрещиваются пищеварительный и дыхательный пути.

Глотка располагается позади полостей носа, рта и гортани. От шейного отдела позвоночного столба глотка отделяется предпозвоночной фасцией шеи и слоем рыхлой клетчатки. По боковым стенкам глотки проходят крупные сосуды и нервы. Полость глотки делится на три части: носоглотку, ротовую и гортанную.

Носоглотка сообщается посредством хоан с полостью носа, а через правое и левое глоточное отверстие слуховой трубы и слуховые трубы – с барабанной полостью. В слизистой оболочке носоглотки на задней стенке находится непарная глоточная (аденоидная) миндалина, воспаление которой называется аденоидами. Между глоточным отверстием слуховой трубы и мягким небом с обеих сторон расположены трубные миндалины.

Ротовая часть глотки сообщается через зев с полостью рта, а гортанная часть – с пищеводом и с полостью гортани через ее вход (**рис. 17.4**).

Все шесть миндалин: глоточная и две трубные, язычная и две небные образуют лимфоэпителиальное глоточное кольцо Пирогова-Вальдейера (с защитной функцией).

Стенка глотки состоит из слизистой оболочки с подслизистой основой, фиброзной, мышечной и соединительно-тканной оболочек. Слизистая оболочка носоглотки покрыта мерцательным эпителием, а в ротовой и гортанной частях глотки – неороговевающим многослойным плоским эпителием. С помощью подслизистой основы она сращена с фиброзной оболочкой. Фиброзная оболочка представляет собой плотную соединительно-тканную пластинку, которая выполняет функцию мягкого скелета глотки. Мышечная оболочка глотки образована произвольными мышцами и состоит из мышц, сжимающих глотку и поднимающих ее. Сокращения мышц способствуют проталкиванию пищевого комка в пищевод. Соединительно-тканная оболочка является наружным покровом глотки.

#### *17.1.5 Строение пищевода*

Пищевод имеет вид цилиндрической, сплюсненной спереди назад трубки длиной 25-30 см. Функция пищевода – активное проведение пищевого комка перистальтическими сокращениями мышечной оболочки.

Пищевод начинается на уровне VI-VII шейных позвонков от гортанной части глотки и оканчивается на уровне XI грудного позвонка отверстием в желудок. В пищеводе различают шейную, грудную и брюшную части. На шее, располагаясь позади трахеи, пищевод несколько отклоняется влево от срединной плоскости и входит в заднее средостение через верхнюю апертуру грудной клетки вместе с трахеей и блуждающими нервами. На границе тел IV и V грудных позвонков он проходит позади левого главного бронха. Далее пищевод отклоняется вправо, на уровне IX грудного позвонка располагается впереди аорты и над диафрагмой вновь отклоняется влево от срединной плоскости.

На всем протяжении пищевод имеет три сужения: первое – в начале, второе – на уровне IV-V грудных позвонков и третье – на уровне пищеводного отверстия диафрагмы.

Стенка пищевода состоит из адвентициальной, мышечной и слизистой оболочек (последняя имеет подслизистую основу). Адвентиция – наружная оболочка, образована рыхлой волокнистой соединительной тканью. Эту оболочку имеют шейная и грудная части пищевода, а брюшная его часть покрыта брюшиной. Мышечная оболочка представлена в верхней трети пищевода произвольной мышечной тканью, а ниже происходит постепенное замещение произвольной мышечной ткани непроизвольной. В мышечной оболочке различают два слоя: наружный продольный и внутренний – круговой. Круговой мышечный слой в конце пищевода утолщен и выполняет роль сфинктера. Это утолщение у новорожденных плохо развито, чем объясняется частое срыгивание после кормления. Слизистая оболочка пищевода покрыта неороговевающим многослойным плоским эпителием. Подслизистая основа выражена хорошо, состоит из рыхлой волокнистой соединительной ткани и вместе со слизистой образует глубокие продольные складки. В слизистой оболочке и в подслизистой основе имеются слизистые железы и отдельные лимфатические фолликулы.

#### *17.1.6 Строение желудка*

Желудок представляет собой расширенный отдел пищеварительного канала, в котором накапливается проглоченная пища (**рис. 17.5**). Основной функцией желудка является переваривание пищи под влиянием желудочного сока. В результате перемешивания пищи и воздействия сока она принимает в желудке вид жидкой кашицы – химуса.

Желудок расположен в верхнем этаже брюшной полости: в левом подреберье и в надчревной области. Форма и размеры желудка варьируют индивидуально и зависят также от объема находящейся в нем пищи. Вместимость желудка у разных людей колеблется от 1 л до нескольких литров.

В желудке различают переднюю и заднюю стенки и два края. Вогнутый край, обращенный вправо и вверх, называется малой кривизной желудка. Выпуклый край направлен влево и вниз и носит название большой кривизны желудка. Желудок имеет входное кардиальное отверстие, выходное отверстие – отверстие привратника.

Продольная ось желудка проходит косо – слева направо, сверху вниз и сзади наперед. Наполненный желудок соприкасается со следующими органами: сверху – с нижней поверхностью левой доли печени и левым куполом диафрагмы, внизу – с поперечной ободочной кишкой и ее брыжейкой, впереди – с передней брюшной стенкой, позади – с левой почкой и надпочечником, селезенкой и поджелудочной железой.

Желудок подразделяется на отделы: кардиальную часть (кардия), дно (свод) желудка, тело желудка и привратниковую (пилорическую) часть. Кардиальное отверстие находится на месте входа в желудок пищевода. Отверстие привратника ведет из желудка в двенадцатиперстную кишку; оно расположено на месте выхода из желудка, названного привратником. Кардиальная часть желудка прилежит к кардиальному отверстию. Дно желудка следует за кардиальной частью, имеет форму обращенного кверху купола. Тело желудка – самый обширный отдел. Оно расположено между дном и привратниковой частью. Привратниковая часть находится за телом перед выходом из желудка и делится на две части: привратниковую пещеру и канал привратника.

Стенка желудка состоит из трех оболочек: наружной – серозной, средней – мышечной и внутренней – слизистой оболочкой с подслизистой основой. Наружная серозная оболочка – брюшина – покрывает желудок со всех сторон и переходит с него на соседние органы. Мышечная оболочка желудка построена из неисчерченной мышечной ткани, образующей три мышечных слоя: продольный

(наружный), круговой (средний) и косой (внутренний). Продольный слой хорошо выражен в области малой и большой кривизны желудка, круговой – во всех отделах; на месте выхода из желудка он образует утолщение – сфинктер привратника. При сокращении косых волокон от общей полости желудка может отделяться канал вдоль малой кривизны для прохождения жидкой части пищи.

Подслизистая соединительно-тканная основа содержит много кровеносных, лимфатических сосудов и нервных сплетений. Слизистая оболочка желудка выстлана цилиндрическим эпителием. Эта оболочка имеет характерную складчатость. В области малой кривизны складки желудка направлены продольно. В области дна и тела складки имеют вид сетки, а в привратниковой части – расположены преимущественно продольно. Помимо складок, на слизистой оболочке различают возвышения – желудочные поля, на которых имеются небольшие углубления с многочисленными отверстиями желез – желудочные ямочки.

На границе желудка и двенадцатиперстной кишки, в месте нахождения сфинктера привратника, слизистая оболочка образует круговую складку - заслонку привратника.

В слизистой оболочке желудка имеются многочисленные мелкие железы, выделяющие свой секрет – желудочный сок - в полость желудка. Различают три вида трубчатых желез: железы тела и дна желудка – собственные железы желудка, железы кардиальной части – кардиальные железы и железы привратниковой части – пилорические или привратниковые железы. Преобладают собственные железы желудка. Они относятся к железам.

В каждой железе различают дно, тело и шейку; которая является выводным протоком и открывается в желудочную ямочку. Эти железы состоят из нескольких видов клеток. Главные клетки вырабатывают профермент пепсиноген (под воздействием соляной кислоты превращается в пепсин). Обкладочные (париетальные) клетки секретируют соляную кислоту. Добавочные (слизистые) клетки выделяют слизь. Кардиальные железы желудка также относятся к трубчатым железам, но в них мало главных и обкладочных клеток, преобладают добавочные клетки, продуцирующие слизь. Одним из популярных методов исследования функций желудка является его зондирование с последующим изучением желудочного содержимого. Воспаление желудка – гастрит.

#### *17.1.7. Строение тонкой кишки*

Тонкая кишка – следующий за желудком самый длинный отдел пищеварительного канала (около 5-7 м). Выделяют три его части: двенадцатиперстную кишку, тощую кишку и подвздошную кишку. Подвздошная кишка в правой подвздошной ямке переходит в толстую кишку.

Двенадцатиперстная кишка - наиболее короткая часть тонкой кишки длиной около 25 см. Она фиксирована на задней брюшной стенке и лежит спереди и справа от поясничной части диафрагмы, под квадратной долей печени. Начинаясь от привратника желудка, двенадцатиперстная кишка подковообразно изгибается, охватывая головку поджелудочной железы.

В кишке различают четыре части: верхнюю, нисходящую, горизонтальную (нижнюю) и восходящую. Верхняя часть расположена на уровне I поясничного позвонка. Начальный отдел двенадцатиперстной кишки расширен и называется луковицей, которая заметна только у живого человека.

Нисходящая часть спускается по правой стороне II-III поясничных позвонков. Слизистая оболочка нисходящей части двенадцатиперстной кишки, помимо множества круговых складок, имеет одну продольную складку. На ней расположен большой сосочек двенадцатиперстной кишки, на котором открываются общим отверстием выводной проток поджелудочной железы и общий желчный проток (**рис.17.6**). Отток пищеварительных соков в двенадцатиперстную кишку здесь регулирует сфинктер Одди, расположенный в толще большого сосочка. Выше большого сосочка может находиться непостоянный малый сосочек двенадцатиперстной кишки, являющийся местом впадения непостоянного добавочного протока поджелудочной железы.

Горизонтальная часть двенадцатиперстной кишки расположена спереди от III поясничного позвонка; восходящая часть поднимается к левой стороне тела II поясничного позвонка и в этом месте переходит в тощую кишку. В месте перехода образуется постоянный двенадцатиперстно-тощекишечный изгиб.

Одним из популярных методов исследования функций двенадцатиперстной кишки, печени является ее зондирование с последующим изучением кишечного содержимого.

Тощая кишка и подвздошная кишка переходят одна в другую без выраженной границы. Обе кишки образуют множество петель, которые занимают большую часть среднего отдела брюшной полости и спускаются частично в полость таза. Посредством общей брыжейки кишечные петли подвешены к задней брюшной стенке и очень подвижны.

Стенка тонкой кишки состоит из трех оболочек. Наружной, серозной оболочкой является брюшина. Она покрывает тощую и подвздошную кишку со всех сторон, образуя длинную брыжейку. Большая часть двенадцатиперстной кишки (кроме луковицы) покрыта брюшиной только спереди, расположена в забрюшинном пространстве и брыжейки не имеет. Средняя, мышечная оболочка представлена двумя слоями гладкой мышечной ткани: наружным продольным и внутренним круговым. Внутренняя оболочка, слизистая связана с мышечной оболочкой подслизистой основой и образует многочисленные постоянные круговые складки. Они отсутствуют только в верхней части двенадцатиперстной кишки и в конечном отделе подвздошной кишки. Благодаря складкам поверхность слизистой оболочки значительно увеличивается.

На границе подвздошной кишки и толстой кишки слизистая оболочка образует вместе с мышечной оболочкой илеоцекальный клапан. Он состоит из двух частей, именуемых губами. Губы обращены в просвет толстой кишки и ограничивают отверстие, которым подвздошная кишка открывается в слепую кишку. Илеоцекальный клапан выполняет роль сфинктера: допускает свободное продвижение содержимого тонкой кишки в толстую кишку и препятствует обратному его перемещению.

Слизистая оболочка тонкой кишки выстлана однослойным каемчатым цилиндрическим эпителием. Среди эпителиальных клеток, покрывающих слизистую оболочку тонкой кишки, располагаются бокаловидные клетки, выделяющие слизь. В толще слизистой оболочки имеются одиночные лимфатические фолликулы. 20-60 крупных (длиной до 10 см) овальных групповых лимфатических фолликулов (пейеровых бляшек) находятся в подвздошной кишке.

Поверхность слизистой оболочки бархатиста из-за выростов слизистой оболочки – кишечных ворсинок (**рис. 17.7**). Внутри ворсинки проходят кровеносные и лимфатические капилляры и нервные волокна. Широкий лимфатический сосуд в центре ворсинки называется млечным синусом. Высота ворсинок от 0,5 до 1,5 мм. Общее количество ворсинок достигает более 4 млн. Кишечный эпителий, покрывающий ворсинки, тоже образует выросты – микроворсинки. Ворсинки и микроворсинки увеличивают поверхность слизистой оболочки во много раз и служат для всасывания питательных веществ.

В стенке тонкой кишки имеются железы, выделяющие кишечный сок. Различают дуоденальные и кишечные железы. Воспаление тонкой кишки – энтерит.

#### *17.1.8. Строение печени*

Печень – массивная железа красно-бурого цвета, массой около 1,5 кг. Печень расположена в верхнем отделе брюшной полости, преимущественно в правом подреберье и меньшей частью в надчревной области и в левом подреберье. Сверху к печени прилежит диафрагма.

При определении проекции печени на поверхность тела различают верхнюю и нижнюю границы. Обе границы сходятся справа по средней подмышечной линии на уровне X межреберья и слева – по левой окологрудной линии на уровне V межреберья. Высшая точка верхней границы печени находится в IV межреберном промежутке по правой среднеключичной линии. Нижняя граница проходит в области правого подреберья по реберной дуге, а в надчревной области по срединной линии пересекает середину расстояния между пупком и мечевидным отростком грудины.

Печень имеет неправильную форму, напоминающую шляпку большого старого гриба. На ней различают верхнюю диафрагмальную поверхность, нижнюю висцеральную поверхность и острый край, который отделяет одну поверхность от другой, он обращен вперед и вниз и называется нижним краем. Диафрагмальная поверхность на большом протяжении только прилежит к диафрагме и лишь задней своей частью сращена с ней. Посредством серповидной связки, идущей с диафрагмы на верхнюю поверхность печени, она подразделяется на большую правую и меньшую левую доли.

Под печенью находятся желудок, двенадцатиперстная кишка, правый изгиб ободочной кишки, правые почка и надпочечник. На висцеральной поверхности печени различают три борозды: правую и левую продольные и поперечную. Эти борозды разделяют печень снизу на четыре доли: правую, квадратную, хвостатую и левую. Передний отдел правой продольной борозды называется ямкой

желчного пузыря, а задний – бороздой нижней полой вены; в них лежат одноименные органы. Передний отдел левой продольной борозды называется щелью круглой связки, а задний – щелью венозной связки; в них находятся соответствующие связки: круглая связка печени – заросшая пупочная вена плода и венозная связка – заросший венозный проток. Поперечная борозда ограничена спереди квадратной долей печени, сзади – хвостатой долей. Она является воротами печени, через которые проходят печеночная артерия, воротная вена, общий печеночный проток, лимфатические сосуды и нервы.

Брюшина покрывает большую часть печени; не покрыта ею только задняя часть диафрагмальной поверхности, сращенная с диафрагмой и участки висцеральной поверхности, к которым прилежат желчный пузырь и нижняя полая вена. Под серозной оболочкой печени находится тонкая фиброзная оболочка. Она плотно сращена с веществом печени и в области ворот проникает внутрь органа, где образует соединительно-тканые прослойки между дольками печени.

Доли печени состоят из множества долек. Долька – структурно-функциональная единица печени. Долька призматической формы, высотой 1,5-2,0 мм, диаметром 1,0-1,5 мм. Печеночные дольки построены из печеночных клеток (гепатоцитов), которые располагаются рядами, имеющими радиальное направление от периферии дольки к ее центру. В центре дольки проходит кровеносный сосуд – центральная вена. Внутри дольки между рядами печеночных клеток проходят широкие кровеносные капилляры, называемые синусоидами, и находятся желчные проточки.

Кровеносные капилляры являются разветвлениями более крупных кровеносных сосудов, расположенных между дольками. Впадают капилляры в центральные вены. Стенки кровеносных капилляров построены из эндотелиоцитов, обладающих свойством поглощать из крови различные вещества, а также захватывать бактерии. Желчные проточки представляют собой микроскопические щели, образованные самими печеночными клетками; они впадают в более крупные междольковые проточки, находящиеся между дольками печени. Всего в печени человека насчитывается до 500000 долек.

В отличие от других органов в печень притекает не только артериальная, но и венозная кровь. Артериальную кровь доставляет печеночная артерия, а венозную – воротная вена. Печеночная артерия и воротная вена, войдя в печень последовательно делятся на все более мелкие ветви. Эти сосуды, находящиеся между дольками печени, называются междольковыми артериями и венами. От них берут свое начало внутридольковые кровеносные капилляры, впадающие в центральные вены. Центральные вены нескольких долек сливаются в более крупные венозные сосуды, которые в свою очередь соединяются между собой, в результате чего образуются 2 – 3 печеночные вены. Эти вены впадают в нижнюю полую вену в том месте, где она прилежит к печени.

В долях печени выделяют сравнительно крупные части - сегменты, имеющие относительно обособленное кровоснабжение за счет крупных ветвей печеночной артерии и воротной вены. Всего в печени различают 8 сегментов: 4 - в правой и 4 - в левой долях. Сегментарное строение учитывается при хирургических вмешательствах на печени. Воспаление печени – гепатит.

#### *17.1.9. Строение желчного пузыря*

Желчный пузырь представляет собой полый орган, являющийся резервуаром желчи. Он расположен на висцеральной поверхности печени в ямке желчного пузыря. В желчном пузыре, имеющем грушевидную форму, различают дно, тело и шейку. Дно желчного пузыря обращено кпереди, выступает немного за край печени и прилежит к передней брюшной стенке. Тело желчного пузыря – это средняя часть, а шейка – суженный задний конец, переходящий в пузырный проток. Желчный пузырь покрыт брюшиной с трех сторон, не покрыта брюшиной поверхность пузыря, прилежащая к печени. В состав стенки пузыря входят серозная оболочка, мышечная оболочка и слизистая оболочка. Мышечная оболочка представлена тонким слоем гладкой мышечной ткани. Слизистая оболочка образует складки; складка в пузырном протоке называется спиральной. Воспаление желчного пузыря – холецистит.

Помимо протоков, расположенных внутри печени, вне органа имеется три желчных протока: общий печеночный, пузырный и общий желчный. Общий печеночный проток образуется в воротах печени в результате слияния правого и левого печеночных протоков. Пузырный проток является продолжением шейки желчного пузыря. Общий желчный проток образуется путем слияния общего печеночного и пузырного протоков. Он проходит в толще печеночно-двенадцатиперстной связки и



открывается вместе с протоком поджелудочной железы общим отверстием на большом сосочке двенадцатиперстной кишки. Перед впадением в кишку протоки образуют расширение – печечно-поджелудочную ампулу, которая имеет сфинктер Одди из гладкой мышечной ткани.

#### *17.1.10. Строение поджелудочной железы*

Поджелудочная железа представляет собой паренхиматозный орган дольчатого строения массой около 70 – 80 г. Она является железой внешней и внутренней секреции. В качестве железы внешней секреции она вырабатывает поджелудочный сок, который поступает в двенадцатиперстную кишку и участвует в пищеварении (содержит ферменты, расщепляющие белки, жиры и углеводы). Внутрисекреторная функция поджелудочной железы состоит в образовании и выделении в кровь гормонов (инсулина, глюкагона).

Поджелудочная железа расположена позади желудка, на задней стенке полости живота, в забрюшинном пространстве. По отношению к позвоночному столбу она лежит поперечно. В поджелудочной железе различают головку, тело и хвост. Головка поджелудочной железы – правая утолщенная ее часть, прилежит к двенадцатиперстной кишке. Тело – средняя часть железы, лежит на уровне I поясничного позвонка. Хвост – суженная часть железы, направлена влево, прилежит к селезенке и левому изгибу ободочной кишки. Поджелудочная железа снаружи покрыта очень тонкой соединительнотканной капсулой. Брюшина покрывает железу только спереди.

В толще железы на всем ее протяжении проходит проток железы; он открывается вместе с общим желчным протоком на большом сосочке двенадцатиперстной кишки. Нередко бывает добавочный проток поджелудочной железы, отверстие которого находится на малом сосочке двенадцатиперстной кишки.

Поджелудочная железа состоит из множества долек, между которыми находятся прослойки рыхлой волокнистой соединительной ткани. В этих прослойках проходят сосуды и нервы. Выводные протоки долек впадают в проток железы. Дольки железы вместе с протоками в совокупности составляют экзокринную (внешнесекреторную) часть поджелудочной железы. Ее эндокринная (внутрисекреторная) часть состоит из скоплений особых железистых клеток, называемых островками, не имеющими выводных протоков. Воспаление поджелудочной железы – панкреатит.

#### *17.1.11 Строение толстой кишки*

Толстая кишка – конечный отдел пищеварительного канала. Ее длина 1,5-2,0 м. Толстая кишка подразделяется на три части: слепую кишку с червеобразным отростком, ободочную кишку и прямую кишку.

Слепая кишка является начальной частью толстой кишки, располагается в правой подвздошной ямке. Ее длина около 6 см, а диаметр может достигать 7,0-7,5 см.

Червеобразный отросток (аппендикс) отходит от нижнего края слепой кишки и обычно спускается к входу в малый таз. В редких случаях он располагается позади слепой кишки и, поднимаясь кверху, может достигать печени. Толщина аппендикса 0,5-1,0 см, а длина - чаще 7-9 см). Отросток имеет узкую полость, которая открывается в слепую кишку отверстием аппендикса, окруженным маленькой складкой слизистой оболочки (заслонка). У червеобразного отростка имеется брыжейка.

Ободочная кишка следует за слепой и в виде обода окружает петли тонкой кишки. В ней выделяют: восходящую ободочную кишку, поперечную ободочную кишку, нисходящую ободочную кишку и сигмовидную ободочную кишку. Воспаление ободочной кишки – колит.

Восходящая ободочная кишка расположена в брюшной полости справа и прилежит к задней ее стенке. Она поднимается от слепой кишки до печени и, образуя изгиб (правый изгиб ободочной кишки), переходит в поперечную ободочную кишку.

Поперечная ободочная кишка проходит в брюшной полости справа налево, располагаясь ниже желудка, над петлями тонкой кишки. Она имеет брыжейку, посредством которой прикреплена к задней брюшной стенке. Впереди поперечной ободочной кишки, срастаясь с ней, спускается большой сальник. Позади ее на задней стенке полости живота располагается двенадцатиперстная кишка и поджелудочная железа. В области левого подреберья, под селезенкой, поперечная ободочная кишка образует изгиб (левый изгиб ободочной кишки) и переходит в нисходящую кишку.

Нисходящая ободочная кишка лежит в левой боковой области живота, прилегая к задней брюшной стенке. На уровне гребня левой подвздошной кости она переходит в сигмовидную ободочную кишку.

Сигмовидная ободочная кишка имеет брыжейку, посредством которой подвешена к левой подвздошной ямке. Она образует петли, положение которых может меняться в зависимости от степени наполнения ее и соседних органов. Так, при опорожненных мочевом пузыре и прямой кишке петли сигмовидной кишки спускаются в полость малого таза. На уровне III крестцового позвонка сигмовидная кишка переходит в прямую кишку. В клинке сигмовидную кишку называют S – gomanum.

Стенка слепой и ободочной кишки состоит из наружной серозной, средней мышечной оболочек и внутренней слизистой оболочки с подслизистой основой. Серозная оболочка – брюшина. Мышечная оболочка слепой и ободочной кишки представлена двумя слоями гладкой мышечной ткани: внутренним круговым и наружным продольным. Последний формирует не сплошную пластинку, а в виде трех продольных тяжей – лент ободочной кишки. Ленты называются: брыжеечной (на протяжении поперечной ободочной кишки вдоль этой ленты прикрепляется брыжейка кишки), сальниковой (вдоль нее на поперечной ободочной кишке прирастает большой сальник) и свободной. Ленты несколько короче остальной части стенки кишки, поэтому на поверхности кишки между лентами образуется три ряда вздутий, называемых гаустрами ободочной кишки. Вдоль сальниковой и свободной лент имеются пальцевидные выросты брюшины, обычно наполненные жиром, – сальниковые отростки. Продольные ленты, гаустры и сальниковые отростки имеются только на толстой кишке (за исключением прямой кишки) и являются характерными признаками, по которым можно отличить толстую кишку от тонкой. Подслизистая основа стенки толстой кишки выражена хорошо.

Слизистая оболочка слепой и ободочной кишки образуют три ряда поперечных складок, называемых полулунными. На ней имеются также многочисленные крипты. В собственном слое слизистой оболочки и в подслизистой основе располагаются одиночные лимфатические фолликулы. Слизистая оболочка выстлана однослойным цилиндрическим эпителием с микроворсинками (ворсинки отсутствуют). В криптах много бокаловидных клеток, выделяющих слизь.

Стенка аппендикса состоит из тех же оболочек, что и стенка слепой и ободочной кишки. Однако, поверхность отростка гладкая, отсутствуют внешние признаки, характерные для толстой кишки. В слизистой оболочке червеобразного отростка имеется большое количество лимфатических фолликулов, поэтому его считают «кишечной миндалиной».

#### *17.1.12 Строение прямой кишки*

Прямая кишка является конечной частью толстой кишки и всего пищеварительного канала. Она расположена в полости малого таза и заканчивается в области промежности отверстием – задним проходом. Впереди прямой кишки находятся у мужчин мочевого пузырь, семенные пузырьки и предстательная железа, а у женщин – матка и влагалище. Позади прямой кишки расположены крестец и копчик. Длина прямой кишки у взрослых 15-20 см, а диаметр в разных отделах колеблется от 5 до 20 см, она образует изгибы. Два изгиба в сагиттальной плоскости – крестцовый и промежностный – соответствуют вогнутости крестца и выпуклости копчика.

В прямой кишке различают две части: верхнюю – более длинную и нижнюю короткую и узкую – заднепроходный (анальный) канал. Верхняя часть в своем начале сравнительно узкая, а затем образует расширение – ампулу прямой кишки, в которой скапливаются каловые массы.

Стенка прямой кишки имеет те же оболочки, что и ободочная кишка, но на ней отсутствуют ленты, гаустры и сальниковые отростки. Брюшина покрывает верхнюю треть кишки со всех сторон, среднюю треть – с трех сторон; нижняя треть кишки не покрыта брюшиной и окружена соединительной тканью. Мышечная оболочка состоит из наружного продольного и внутреннего кругового слоев, состоящих из гладкой мышечной ткани. Продольный мышечный слой сплошной. Круговой слой вокруг заднего прохода образует утолщение – внутренний сфинктер заднего прохода. Этот сфинктер является непроизвольным и обычно находится в сокращенном состоянии (расслабляется во время дефекации – опорожнении прямой кишки). От внутреннего сфинктера расположен наружный сфинктер заднего прохода. Он образован мышцами диафрагмы таза и сокращается произвольно.

Подслизистая основа стенки прямой кишки представлена рыхлой волокнистой соединительной тканью, в которой находятся сосуды и нервные волокна, образующие сплетения. Слизистая оболочка прямой кишки образует поперечные и продольные складки. 5-7 поперечных складок расположены в верхней части кишки. Продольные складки расположены и в верхней части кишки, и в верхнем отделе анального канала. В анальном канале они имеют форму валиков и называются заднепроходными (анальными) столбами. Между столбами находятся продольные борозды – заднепроходные (анальные) пазухи, ограниченные снизу маленькими складочками слизистой оболочки – заднепроходными (анальными) заслонками. Небольшой круговой участок слизистой оболочки заднепроходного канала, расположенный ниже анальных столбов, складок не имеет. В подслизистой основе этого участка расположено нижнее прямокишечное венозное сплетение. У некоторых людей наблюдаются расширение вен сплетения и кровотечение из них (геморрой).

Воспаление прямой кишки – проктит.

#### *17.1.13 Брюшина и ее производные*

Брюшина – серозная оболочка, выстилающая стенки полости живота и переходящая на внутренние органы, образуя их наружную оболочку. Это соединительно-тканная оболочка, имеющая большое количество эластических волокон, покрытая однослойным плоским эпителием. Серозная жидкость, вырабатываемая эпителием брюшины, смазывает поверхности органов и стенки полости живота, уменьшая трение между ними. При воспалительных процессах брюшина образует спайки, ограничивающие этот процесс. Воспаление брюшины – перитонит.

Брюшина, выстилающая стенки живота, называется париетальной (пристеночной) брюшиной, а покрывающая органы – висцеральной (внутренностной) брюшиной. Разные органы полости живота покрыты брюшиной неодинаково: одни органы – со всех сторон (брюшная часть пищевода, желудок, верхняя горизонтальная часть двенадцатиперстной кишки, тощая и подвздошная кишка, слепая кишка с аппендиксом, поперечная ободочная и сигмовидная кишка, верхняя треть прямой кишки; другие – с трех сторон (печень и желчный пузырь, восходящая и нисходящая ободочная кишка, средняя треть прямой кишки), третьи покрыты брюшиной с одной стороны, обычно спереди, расположены за брюшиной (большая часть двенадцатиперстной кишки, поджелудочная железа, почки с надпочечниками и мочеточниками).

Следует отличать полость живота от полости брюшины. Полостью живота, или брюшной полостью, называют выстланную внутрибрюшной фасцией полость, ограниченную сверху диафрагмой, спереди и с боков – широкими мышцами живота, сзади – поясничным отделом позвоночного столба и прилежащими к нему мышцами. Внизу она переходит в полость таза, являющуюся нижним отделом брюшной полости. В полости живота находятся внутренние органы вместе с покрывающей их брюшиной, а также сосуды и нервы.

Задний отдел полости живота носит название забрюшинного пространства. Оно находится позади брюшины, между ее париетальным листком и внутрибрюшной фасцией, выстилающей заднюю стенку живота. В забрюшинном пространстве имеется клетчатка, в которой лежат органы, покрытые брюшиной только спереди: почки, мочеточники, надпочечники, а также нервы, брюшная аорта, нижняя полая вена и другие сосуды.

Полость брюшины (брюшинная полость) – это щелевидное пространство между париетальной и висцеральной брюшиной. Оно содержит небольшое количество серозной жидкости. Полость брюшины у мужчин замкнута. У женщин она сообщается с внешней средой через маточные трубы, полость матки и влагалище.

Париетальная и висцеральная брюшина – две части единой серозной оболочки, которые в разных местах переходят одна в другую. При переходе брюшины со стенки полости живота на органы и с одних органов на другие образуются складки брюшины. В зависимости от положения и строения эти складки брюшины называются брыжейками, связками и сальниками.

Брыжейки – это двойные листки брюшины, на которых некоторые органы прикреплены к задней стенке живота. Между двумя листками брыжейки проходят кровеносные и лимфатические сосуды и нервы, а также расположены лимфатические узлы.

Связкой называется складка брюшины, переходящая со стенки живота на внутренний орган или с органа на орган. Связки могут состоять как из одного, так и из двух листков брюшины, причем каждая имеет свое название. Так, переходные складки брюшины, идущие с передней стенки живота и с

диафрагмы на печень, называются венечной связкой и серповидной связкой (печени). Желудочно-селезеночная и диафрагмально-селезеночная связка – переход брюшины с желудка и диафрагмы на селезенку. Печеночно-желудочная и печеночно-дуоденальная связки образованы при переходе брюшины с печени на желудок и двенадцатиперстную кишку.

Сальники представлены листками брюшины, между которыми находится жировая ткань. Различают малый и большой сальники. Малый сальник образуют связки: печеночно-дуоденальная и печеночно-желудочные. Между двумя листками правой части малого сальника проходят: общий желчный проток, печеночная артерия, воротная вена, нервы и лимфатические сосуды. Большой сальник начинается от большой кривизны желудка двумя листками брюшины, которые спускаются вниз до уровня лобкового симфиза, затем подворачиваются и поднимаются вверх до поперечной ободочной кишки, пройдя впереди ее, отклоняются назад к задней стенке живота. Спускающаяся часть двух листков брюшины у взрослого срастается с поднимающейся частью этих же листков. В результате образуется большая складка брюшины, состоящая из четырех листков – большой сальник. Он прирастает к поперечной ободочной кишке в области ее сальниковой ленты и в виде фартука прикрывает спереди не только эту кишку, но и петли тонкой кишки.

Пристеночная брюшина соединена со стенками живота слоем рыхлой клетчатки.

## *17.2 ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ*

### *17.2.1. Сущность и значение пищеварения*

Под пищеварением понимается совокупность физических, химических и физиологических процессов, обеспечивающих обработку и превращение пищевых продуктов в простые химические соединения, способные усваиваться клетками организма.

Физические изменения пищи заключаются в механической ее обработке, размельчении, перемешивании и растворении под влиянием ферментов, содержащихся в соках пищеварительных желез. Ферменты расщепляют белки, жиры, углеводы до более простых химических соединений (аминокислоты, глицерин, жирные кислоты, моносахара). Вода, минеральные соли, витамины поступают в кровь в неизменном виде. В результате обработки пищевых продуктов организм снабжается строительным (пластическим) материалом, который используется в процессе роста и воспроизведения клеток. Питательные вещества являются также источником энергии, покрывающим расходы организма.

Содержание белков, углеводов и жиров в различных пищевых продуктах подвержено значительным колебаниям. Так, например, белков больше в пище животного происхождения, углеводов – в растительной. Необходимой составной частью любой пищи являются неорганические соли и вода. Они принимают в построении тела человека такое же участие, как белки, углеводы и жиры. Кроме того, есть вещества, которые подобно солям и воде не имеют значения как носители энергии, но присутствие их в пище необходимо. К ним относятся липоиды и витамины.

Выделяют следующие функции желудочно-кишечного тракта: двигательную (моторную), секреторную (внешняя секреция), инкреторную (внутренняя секреция), экскреторную, всасывательную функцию, связанную с деятельностью бактерий.

Моторная или двигательная функция осуществляется мускулатурой пищеварительного аппарата и заключается в жевании, глотании, передвижении пищи по пищеварительному тракту и удалении из организма непереваренных остатков. Секреторная функция заключается в выработке железистыми клетками пищеварительных соков: слюны, желудочного, поджелудочного, кишечного соков и желчи. Инкреторная функция связана с образованием в пищеварительном тракте ряда гормонов, которые оказывают специфическое воздействие на процесс пищеварения. Экскреторная функция пищеварительного аппарата обеспечивается выделением пищеварительными железами в полость желудочно-кишечного тракта продуктов обмена (например, мочевины, аммиака, желчных пигментов), воды, солей тяжелых металлов, лекарственных веществ, которые затем удаляются из организма. Всасывательная функция осуществляется слизистой оболочкой желудка и кишечника. В различных отделах желудочно-кишечного тракта имеется характерная для них бактериальная флора, которая оказывает существенное влияние на организм животных и человека.

### *17.2.2 Значение работ И.П. Павлова по физиологии пищеварительных желез*

В конце XIX-начале XX века И.П. Павловым и его школой был разработан и широко внедрен в практику лабораторного эксперимента новый метод исследования пищеварительных процессов –

метод хронических фистул. В классических опытах на здоровых собаках И.П. Павлов изучил основные закономерности деятельности различных отделов пищеварительного канала. Была дана подробная характеристика работы желудочно-кишечного тракта при приеме различных видов пищи, вскрыты особенности секреторного процесса и определены основные физиологические механизмы его регуляции. Результаты исследований И.П. Павлова по физиологии пищеварения обобщены в его книге «Лекции о работе главных пищеварительных желез», изданной в 1897 году. В 1904 году И.П. Павлову за его работы по физиологии пищеварения была присуждена Нобелевская премия.

Процесс пищеварения происходит в полости рта, желудке, двенадцатиперстной кишке, тонком и толстом кишечнике.

### *17.2.3 Пищеварение в полости рта*

В ротовой полости пища измельчается, пропитывается слюной, растворяется. Крахмал пищи частично расщепляется под действием слюны. Сформировавшийся пищевой комок проталкивается языком через зев в глотку и далее в пищевод. В процессе пережевывания пищи участвуют: челюсти, произвольные мышцы нижней челюсти и дна ротовой полости, язык, зубы. Твердая пища измельчается до кусочков диаметром в несколько миллиметров. Жевание стимулирует слюноотделение.

Количество слюны, выделяемой слюнными железами, составляет 1 л/сутки. В состав слюны входит 99% воды, ионы  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ , амилаза, мальтаза, лизоцим, иммуноглобулины, слизистый белок – муцин. Ферменты амилаза (птиалин) и мальтаза расщепляют углеводы соответственно до моно- и дисахаридов. Лизоцим оказывает бактерицидное действие.

Слюна важна для сохранения зубов: в ее отсутствии развивается кариес. Она очищает и увлажняет полость рта. При уменьшении слюноотделения возникает чувство жажды. Слюна обволакивает пищевой комок слизью, делая его скользким и уменьшая трение. Она растворяет компоненты пищи, вкус которых затем определяется с помощью вкусовых сосочков языка. Количество и состав слюны зависят от свойств пищи: ее температуры, консистенции, химического состава. Подчелюстная и подъязычная железы выделяют более густую и вязкую слюну, чем околоушная. В состоянии покоя 71% слюны выделяют подчелюстные железы, 25% - околоушные и 4% - подъязычные.

Слюноотделение находится под контролем вегетативной нервной системы. Парасимпатическая стимуляция вызывает образование большого количества слюны с низким содержанием белка. Симпатическая стимуляция суживает кровеносные сосуды слюнных желез и вызывает выделение небольшого количества вязкой слюны. Слюноотделение повышают условные рефлексы, связанные с видом, запахом пищи или мыслями о ней. Центрами слюноотделения являются расположенные в ромбовидной ямке слюноотделительные парасимпатические ядра: верхние, относящиеся к VII и IX парам ЧМН.

### *17.2.4 Глоточный рефлекс*

Заключается в проглатывании пищевого комка, пропитанного слюной сокращением мускулатуры глотки. При этом язычок мягкого неба поднимается и закрывает вход в носоглотку, а надгортанник опускается, преграждая вход в гортань. Является безусловным рефлексом, центр которого находится в продолговатом мозге.

### *17.2.5 Состав и свойства желудочного сока*

Желудочный сок выделяется в количестве 1,5-3 л/сутки и содержит воду, электролиты, ферменты, соляную и др. кислоты, лизоцим, муцин (слизь) и гормон гастрин. В межпищеварительный период наблюдается самопроизвольная секреция, усиление которой совпадает с усилением моторики («голодная моторика») и которая резко уменьшается ночью и утром.

Слизь секретируют добавочные клетки желудочных желез. Она формирует защитный слизистый слой желудка толщиной 0,6 мм, который предохраняет желудок от механического, химического повреждения и самопереваривания. Концентрированная соляная кислота выделяется обкладочными клетками. Натощак кислотность низкая – рН 6,0 и выше. При пищеварении рН желудочного сока достигает 1,0-1,5. Соляная кислота активизирует пепсиногены, создает оптимальное рН для действия протеаз, денатурирует пищевые белки, оказывает бактерицидное действие.

Ферментами, расщепляющими пищевые белки, являются протеазы - пепсин, гастриксин, ренин (химозин или сычужный фермент). Пепсин и гастриксин продуцируются главными клетками в виде

неактивных предшественников - пепсиногенов. Активные формы, образуемые под действием соляной кислоты, осуществляют начальный гидролиз сложных белков до более простых – пептидов. Всего расщепляется в желудке не более 10-15% белков пищи. Ренин створаживает молоко. Желудочный сок грудных детей содержит липазу, расщепляющую эмульгированный жир молока. Фермент лизоцим действует бактерицидно. Гормон гастрин выделяется слизистой оболочкой привратника, стимулирует секрецию желудочного сока.

#### *17.2.6 Регуляция желудочной секреции*

В регуляции отделения желудочного сока различают 3 фазы.

I фаза: выделение аппетита («запального», по И.П. Павлову) сока, происходит на основе рефлекторных механизмов. Безусловно-рефлекторная и условно-рефлекторная активация пищевого центра гипоталамуса, вызванная возбуждением зрительных, обонятельных и вкусовых рецепторов, стимулирует выделение желудочного сока с относительно слабыми переваривающими свойствами.

II фаза – желудочная: стимулы секреции возникают в самом желудке при его растяжении пищей, действии на слизистую продуктов расщепления белка, экстрактов мяса и овощей. В основе лежат нервно-гуморальные механизмы. Парасимпатические нервы стимулируют выделение желудочного сока с высоким содержанием ферментов и соляной кислоты. Гуморальную регуляцию осуществляют гормон гастрин и гистамин. Полипептид гастрин образуется в слизистой привратника и через кровь, гуморально стимулирует секрецию пепсина и соляной кислоты желудочного сока и через кровь стимулирует секрецию пепсина и соляной кислоты желудочного сока и выделение поджелудочного сока. Обнаружено и прямое стимулирующее влияние гастрина на желудочную секрецию.

III фаза – кишечная – обусловлена влиянием пищеварительных гормонов, тормозящих желудочную секрецию - энтерогастроны, секретина, холецистокинина. Кишечная фаза начинается с перехода пищи в тонкий кишечник и растяжения его стенки, что стимулирует выделение энтерогастроны. Под влиянием находящихся в кишечнике продуктов расщепления пищи – жиров, аминокислот и т.д. в слизистой двенадцатиперстной и верхнем отделе тонкой кишки выделяются секретин и холецистокинин.

#### *17.2.7 Моторика желудка*

Перистальтика желудка регулируется вегетативной нервной системой при участии гормонов и внутриорганных нервных узлов, обеспечивающих саморегуляцию. Парасимпатические волокна блуждающего нерва, гормоны гастрин, холецистокинин усиливают перистальтику и опорожнение желудка. Симпатические нервы, гормоны секретин, глюкагон, адреналин тормозят желудочную перистальтику. Пилорический сфинктер регулирует поступление химуса из желудка в двенадцатиперстную кишку. Сфинктер рефлекторно закрывается при поступлении порции кислого содержимого из желудка и открывается, когда содержимое двенадцатиперстной кишки опять становится щелочным. На время пребывания пищи в желудке влияют: кислотность, консистенция пищи, ее объем, осмотическое давление и качественный состав пищи. Жирная пища может находиться в желудке много часов.

#### *17.2.8 Секреция поджелудочного сока*

Поджелудочный сок выделяется в количестве до 2-х л/сутки. Наиболее важными его компонентами являются сода (бикарбонат), нейтрализующая кислое содержимое желудка, и ферменты, активные в нейтральной среде – пептидазы (трипсин, химо трипсин и др.), расщепляющие белки, липаза, влияющая на жиры и амилаза, расщепляющая углеводы. Пептидазы выделяются в неактивной форме (трипсиногена, химо трипсиногена и др.) и активируются в просвете кишки ферментом энтерокиназой, выделяемой слизистой двенадцатиперстной кишки. Под влиянием поджелудочного сока происходит массивная химическая обработка всех компонентов пищи, процессы полостного пищеварения с расщеплением крупномолекулярных соединений.

Регуляция сокоотделения нервная и гуморальная, эффективные стимуляторы – секретин и холецистокинин. Блуждающий нерв вызывает образование ферментов. Фазы секреции поджелудочного сока – сложнорефлекторная, желудочная и кишечная. В I фазу сокоотделение вызвано запахом, вкусом пищи, актом глотания. Этот сок содержит бикарбоната до 10-15%, а ферментов – до 25% максимального уровня. Наиболее важна II фаза (кишечная), связанная с поступлением химуса в двенадцатиперстную кишку и выделением секретина и холецистокинина.

### *17.2.9 Секреция желчи*

Печеночные клетки вырабатывают в сутки до 1 л желчи, жидкости золотистого цвета. Половина этого количества перед поступлением в кишечник накапливается в желчном пузыре, объем которого – 50-60 мл. Здесь желчь подвергается концентрации за счет всасывания воды и приобретает вязкость и коричневый цвет. Желчь секретируется постоянно, а выделяется в двенадцатиперстную кишку только во время пищеварения. В состав желчи входят вода, минеральные соли, органические соединения - слизь, желчные кислоты и пигменты, лецитин, холестерин, мыла, жиры. Билирубин – желчный пигмент, конечный продукт распада гемоглобина.

Желчеотделение регулируется рефлекторно и гуморально. Безусловно-рефлекторное выделение желчи происходит при поступлении пищи в желудок и кишечник. Такое же действие оказывают и условные раздражители. Парасимпатические нервы вызывают сокращение желчного пузыря и расслабление сфинктера общего желчного протока. Сокращение желчного пузыря также происходит под влиянием холецистокинина, выделяющегося в двенадцатиперстной кишкой при поступлении туда химуса, содержащего жиры. Гастрин, секретин тоже стимулируют выделение желчи.

При нарушении образования и застое желчи нарушается обмен углеводов, жиров, витаминов, воды, пигментов и электролитов. Желчь нужна для всасывания жирных кислот, витаминов D, E, K, аминокислот, холестерина, солей кальция. Она тормозит размножение бактерий, предупреждает развитие гнилостных процессов, участвует в пристеночном пищеварении, эмульгирует жиры, активизирует фермент липазу поджелудочного сока, стимулирует сокращение стенки кишки.

### *17.2.10 Функции печени*

Кроме желчеотделительной, печень имеет и другие важные функции. Она участвует в обмене белков, жиров, углеводов. В печени образуются иммуноглобулины и др. белки плазмы крови, свертывающие кровь и противосвертывающие факторы. Печень (и скелетные мышцы) – депо гликогена, полимера глюкозы. Велика роль печени в синтезе витаминов A, B<sub>12</sub>, в инаktivации гормонов. Барьерная функция печени состоит в детоксикации образующихся в кишечнике ядовитых продуктов обмена – фенола, индола, скатола и др. У плода печень является кроветворным органом. У взрослого печень выделяет продукты распада гемоглобина в виде желчных пигментов и накапливает железо, используемое для синтеза гемоглобина. Печень – депо крови. Популярным методом исследования функций печени является зондирование двенадцатиперстной кишки с последующим изучением порций выделившейся в кишку желчи (A, B, C).

### *17.2.11 Пищеварение в тонкой кишке*

Из желудка пищевые массы поступают в тонкую кишку: сначала - в двенадцатиперстную, затем в тощую и подвздошную.

В покое реакция содержимого двенадцатиперстной кишки щелочная. Пищеварение в двенадцатиперстной кишке происходит под влиянием желчи, поджелудочного и кишечного соков. Последний выделяется дуоденальными железами в количестве 2-3 л/сутки. Под действием соков происходит расщепление основных пищевых продуктов и образование низкомолекулярных пептидов, моносахаридов и дисахаридов, жирных кислот. В тощей кишке пищеварение продолжается под воздействием кишечного сока, содержащего ферменты, расщепляющие белки, жиры, углеводы.

На моторику кишечника влияют количество и состав химуса. Различают волнообразные, перистальтические движения, продвигающие химус по ходу пищеварительного тракта и маятникообразные движения, благодаря которым химус лучше пропитывается пищеварительными соками. Перемешиванию и взбалтыванию химуса помогают движения ворсинок. Все эти ритмические движения тонкой кишки происходят на фоне постоянного тонуса, обусловленного автоматизмом гладких мышц. Координируют сокращения кишки внутристеночные нервные сплетения. Парасимпатические нервы, гормоны гастрин, холецистокинин усиливают мышечные сокращения и повышают тонус. Симпатические нервы угнетают двигательную активность тонкой кишки. Так же действуют отрицательные эмоции («медвежья болезнь» при сильном страхе)..

### *17.2.12 Полостное и мембранное переваривание*

Пищевые массы перевариваются как в полости кишечника, так и на поверхности его стенок. Пристеночное пищеварение осуществляется ферментами, сосредоточенными на поверхности мембран клеток, поэтому оно еще называется мембранным. Полостное пищеварение происходит в полости кишечника благодаря ферментам пищеварительных желез. Оно эффективно для крупных молекул

пищевых веществ. Мембранное пищеварение эффективно для расщепления промежуточных продуктов гидролиза с меньшими размерами молекул. Оно осуществляется фиксированными на мембране ферментами, которые или адсорбируются из полости кишки, или синтезируются клетками ее слизистой.

Таким образом, по мере полостного переваривания молекулы пищевых веществ приобретают меньшие размеры и подвергаются мембранному перевариванию на поверхности микроворсинок. Полостное пищеварение максимально выражено в двенадцатиперстной кишке, а пристеночное пищеварение - в проксимальном отделе тощей кишки.

#### *17.2.13 Всасывание*

Всасывание – активный процесс, протекающий в течение 3-7 часов. В основном всасывание происходит в тонком кишечнике. Огромная всасывательная поверхность тонкого кишечника – до 500м<sup>2</sup> - обеспечивается особенностями строения слизистой оболочки: сплошными кольцевыми складками, ворсинками и микроворсинками. Внутрь всасываются: моносахариды, аминокислоты, вода, ионы K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Cl<sup>-</sup>, витамины. Моносахариды, аминокислоты всасываются в кровь, а продукты расщепления жиров – в основном в лимфу.

Всасывание – сложный процесс, осуществляющийся через клетки кишечного эпителия активно и пассивно. Пассивный транспорт питательных веществ из просвета кишки во внутреннюю среду всегда связан с разницей осмотического давления по обе стороны мембраны и происходит в сторону более низкого давления. Так всасываются вода, моносахариды (при условии их высокой концентрации в просвете кишечника), витамины, растворимые в воде – C и B<sub>2</sub>. Транспорт воды тесно связан с транспортом ионов Na<sup>+</sup> и зависит от него. Активный транспорт происходит с помощью специальных транспортных систем с участием белков-переносчиков даже при низкой концентрации вещества в просвете кишечника. Так всасывается большинство веществ.

Различные вещества всасываются с разной скоростью. Глюкоза всасывается быстрее, чем другие моносахариды. Выявлена определенная последовательность в скорости всасывания отдельных аминокислот. Жиры – моноглицериды и жирные кислоты - после эмульгирования желчью и взаимодействия с липазой всасываются в лимфу только – в сложном комплексе с холестерином, белком и фосфатами. Жирные кислоты с короткой молекулой всасываются непосредственно в кровь. Всасывание жиров тесно связано с всасыванием жирорастворимых витаминов – A, D, E, K. Общее количество воды, которое всасывается в кишечнике человека, составляет 8-10 л/сут. Вода из гипертонических растворов всасывается быстрее, чем растворенные в ней вещества. На этом эффекте основывается применение слабительных средств (сульфатов натрия и магния). Растворенные в воде соли натрия, кальция, магния в виде фосфатов и хлоридов всасываются преимущественно в тонком кишечнике. На всасывание этих солей влияет их содержание в организме. Так, при понижении кальция в крови всасывание его происходит гораздо быстрее.

В полости рта всасываются некоторые лекарственные препараты – валидол, глицин и др. В желудке всасываются вода, глюкоза, минеральные соли, соли тяжелых металлов, лекарственные средства, алкоголь, никотин. В толстом кишечнике всасываются вода и минеральные соли.

#### *17.2.14 Регуляция всасывания*

Парасимпатические импульсы усиливают, а симпатические тормозят всасывание углеводов и жиров. Всасывание повышается под влиянием секретина, энтерокинина, вилликинина, усиливающих как движение ворсинок, так и проницаемость мембран клеток эпителия ворсинок. Инсулин и тироксин стимулируют всасывание моносахаридов и аминокислот, а адреналин тормозит всасывание глюкозы. Минералокортикоиды тормозят всасывание моносахаридов, аминокислот, жира. На всасывание влияет функциональное состояние ЦНС: пищевое возбуждение при приеме пищи повышает все виды всасывания.

#### *17.2.15 Пищеварение в толстом кишечнике*

Роль толстого кишечника в процессе пищеварения незначительна. Тем не менее, здесь всасываются в небольшом количестве глюкоза и аминокислоты, на чем основано применение питательных клизм. В толстой кишке осуществляется всасывание воды и формирование каловых масс.

Моторика толстого кишечника регулируется внутриорганными нервными сплетениями. Парасимпатические импульсы стимулируют мышечные сокращения, а симпатические – их угнетают. Гастрин и холецистокинин усиливают моторику, а секретин, глюкагон – ослабляют ее. Перистальтика



не имеет большого значения для продвижения содержимого толстого кишечника. Велика роль масс-сокращения, которое возникает 3-4 раза в сутки и вызывает быстрое опорожнение больших участков толстого кишечника. Время нахождения содержимого с низким содержанием пищевых волокон в толстой кишке составляет 2-3 суток. При наличии грубо-волокнистых компонентов время уменьшается почти вдвое, поэтому присутствие пищевых волокон в рационе обязательно.

За день в слепую кишку поступает 1,5-2л жидкости. Около 90% ее всасывается в толстом кишечнике и только 100г выделяется с калом.

В то время как верхний отдел тонкого кишечника стерилен, число бактерий на протяжении кишечника увеличивается, особенно в начале толстого кишечника. Большинство бактерий – анаэробы, сапрофиты. В толстом кишечнике присутствует более 400 видов бактерий, составляющих 30-50% сухого вещества каловых масс. Существенная роль в пищеварении принадлежит кишечной палочке и бактериям молочнокислого брожения, образующим молочную кислоту, имеющую антисептическое действие. Микробы синтезируют витамины группы В и К и др., расщепляют растительную клетчатку, подавляют рост патогенной микрофлоры, инактивируют ферменты, поступившие из тонкого кишечника. В результате распада с помощью микрофлоры толстого кишечника невсосавшихся в тонком кишечнике аминокислот, углеводов образуются органические кислоты, газы (углекислый газ, метан, сероводород), ядовитые вещества (фенол, скатол), обезвреживающиеся в печени. Образующиеся каловые массы выводятся из организма. В состав кала входят непереваренные частицы пищи, склеенные слизью, погибшие клетки кишечного эпителия, желчные пигменты (стеркобилин), вода и бактерии.

#### *17.2.16 Дефекация*

Дефекация – это опорожнение кишечника от каловых масс благодаря сокращению гладких мышц толстой кишки и расслабления ее сфинктеров. Внутренний сфинктер гладкомышечный и функционирует произвольно. Наружный сфинктер образован поперечно-полосатыми мышцами промежности, его деятельность регулируется произвольно влияниями коры головного мозга на мотонейроны спинного мозга, иннервирующие наружный сфинктер.

Позывы к дефекации возникают в результате растяжения стенок толстой кишки калом и возбуждения механорецепторов в ее стенках. Акту дефекации способствует повышение внутрибрюшного давления благодаря сокращению мышц брюшного пресса, опускание диафрагмы и тазового дна. Акт дефекации регулируется местными рефлексам, вегетативной нервной системой и мотонейронами крестцового отдела спинного мозга. При повреждении крестцового отдела спинного мозга сфинктеры расслабляются и произвольное удержание кала становится невозможным.

#### *17.2.17 Регуляция пищеварения*

В организме существует функциональная система, поддерживающая уровень питательных веществ во внутренней среде. Полезным приспособительным результатом этой системы является определенный уровень белков, жиров и углеводов в крови. Саморегуляторные механизмы системы включают поведенческие реакции поиска и потребления пищи и внутренние процессы, направленные на поддержание определенных концентраций и состава питательных веществ в крови.

Пищевая потребность возникает при отклонении уровня питательных веществ от уровня, обеспечивающего оптимальное течение обменных процессов. Регуляция этой потребности тесно связана с аппетитом и насыщением.

Аппетит, по И.П. Павлову, – это «страстное желание еды». Для сохранения аппетита нужно «есть несколько раз в день и понемногу, не до полного насыщения». Аппетит возникает при привлекательном виде, запахе пищи и т.д. и имеет сигнальное значение, возникая заранее, т.е. до того момента, когда уровень питательных веществ в организме значительно снизится. Переваривание пищи при наличии аппетита осуществляется более полноценно, пищеварительные соки содержат больше ферментов, они более активны. В результате под воздействием аппетита формируется пищевая мотивация, направляющая субъект на поиски пищи.

Гуморальные изменения («голодная кровь»), импульсы от механорецепторов опорожняющегося желудка стимулируют «центр голода», расположенный в латеральных ядрах гипоталамуса. Чувство голода сопровождается возникновением отрицательных эмоций: «сосанием под ложечкой», появлением слабости, тошноты, головной боли. Пищевое возбуждение распространяется на лимбические области, ретикулярную формацию, кору больших полушарий. Все это приводит к

формированию пищедобывательного поведения, завершающегося приемом пищи и появлением чувства насыщения.

Восстановление нормального уровня питательных веществ в организме осуществляется на основе нейрогуморальных механизмов насыщения. Во время приема пищи, через 15-20 мин после начала еды происходит «сенсорное насыщение» на основе нервных механизмов. Импульсы от рецепторов полости рта, глотки, пищевода и желудка поступают в «центр насыщения», расположенный в вентромедиальных ядрах гипоталамуса. В результате подавляется «центр голода», устраняется пищевое мотивационное возбуждение. Сигнальное значение для прекращения еды имеет также импульсация от хеморецепторов депо и сосудов, сигнализирующая о восстановлении оптимального уровня обменных процессов в организме в результате ассимиляции питательных веществ в кишечнике и пополнения депо. Через 1,5-2 часа после приема пищи возникает вторичное, «обменное или метаболическое насыщение».

Внутреннее звено саморегуляции, включающее механизмы перераспределения питательных веществ в организме, изменение интенсивности внутриклеточных обменных процессов при дефиците пищи, а также деятельность депо, обеспечивают поддержание постоянного уровня питательных веществ в организме и снабжение глюкозой мозга, эритроцитов, почек даже при длительном голодании.

Жажда – это субъективное ощущение сухости во рту и потребности пить воду. Объективно проявляется поведенческой двигательной реакцией субъекта к источнику воды. Взрослый человек в покое с выдыхаемым воздухом, потом, мочой, калом теряет около 3,5 л воды в сутки. Следовательно, пищевой рацион должен содержать достаточное количество жидкости, чтобы в организме не нарушался водно-солевой баланс.

Истинное чувство жажды связано с обеднением организма водой в результате: недостаточного количества воды или избыточного содержания минеральных веществ в пищевом рационе; большой потери воды при тяжелой физической нагрузке; при высокой окружающей температуре; кровопотере; диабете и др. В результате изменяется осмотическое давление в клетках и жидкостях организма, возбуждаются осмотические рецепторы, нервные импульсы от которых поступают в пищевой центр и обуславливают возникновение чувства жажды.

Ложное чувство жажды возникает при нормальном содержании воды в организме: при продолжительном разговоре, пении, эмоциональном перенапряжении.

Регулирующий всю эту сложную систему пищевой центр – комплексное образование, компоненты которого расположены в продолговатом мозге, гипоталамусе, лимбической и лобной коре больших полушарий, ретикулярной формации и функционально взаимосвязаны.

## ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

Задание №1. Выберите один или несколько правильных ответов:

- Сфинктер Одди расположен:
  - в пилорическом отделе желудка
  - в большом соске двенадцатиперстной кишки
  - между подвздошной и слепой кишкой
  - в анальном канале прямой кишки
- Пищеварительный канал имеет длину:
  - 3-4 м
  - 5-7 м
  - 8-10 м
  - 10-12 м
- Аденоидной называется миндалина:
  - глоточная
  - трубная
  - небная
  - язычная
- Обкладочные клетки желудочных желез выделяют:
  - слизь

- В) пепсиноген
  - С) соляную кислоту
  - Д) гастрин
5. Коронка зуба покрыта:
- А) цементом
  - В) эмалью
  - С) дентином
  - Д) кутикулой
6. Слуховая труба сообщает:
- А) гортанную часть глотки с наружным ухом
  - В) ротоглотку со средним ухом
  - С) носоглотку со средним ухом
  - Д) полость рта с зевом
7. Место перехода пищевода в желудок называется:
- А) кардиа
  - В) привратниковый канал
  - С) дно
  - Д) тело
8. Брюшина покрывает желудок:
- А) с одной стороны
  - В) с трех сторон
  - С) со всех сторон
  - Д) желудок не покрыт брюшиной
9. Отдел кишки, расположенный между нисходящей ободочной и прямой кишкой:
- А) поперечная ободочная кишка
  - В) сигмовидная ободочная кишка
  - С) восходящая ободочная кишка
  - Д) слепая кишка
10. Воспаление поджелудочной железы называется:
- А) панкреатит
  - В) дуоденит
  - С) гастрит
  - Д) гепатит
11. Соляная кислота желудочного сока:
- А) тормозит ферменты, расщепляющие белки
  - В) способствует образованию энтерокиназы и секретина
  - С) расщепляет углеводы
  - Д) оказывает бактерицидное действие
12. Ферменты желудочного сока, расщепляющие белки:
- А) выделяются в неактивной форме
  - В) расщепляют белки до аминокислот
  - С) расщепляют белки до пептидов
  - Д) действуют в кислой среде
13. Выделение желчи в двенадцатиперстную кишку усиливают:
- А) поступление химуса желудка в двенадцатиперстную кишку
  - В) поступление жира в двенадцатиперстную кишку
  - С) поступление углеводов в двенадцатиперстную кишку
  - Д) холецистокинин
14. Желчь:
- А) активирует все ферменты поджелудочного сока
  - В) эмульгирует жиры
  - С) усиливает моторику тонкой кишки
  - Д) оказывает бактерицидное действие

15. Секретию желудочного сока усиливают
- A) гастрин
  - B) гистамин
  - C) секретин
  - D) энтерокиназа
16. Секретию поджелудочного сока усиливают
- A) гастрин
  - B) секретин
  - C) холецистокинин
  - D) гистамин
17. Моторику тонкой кишки усиливают:
- A) механические раздражения слизистой тонкой кишки
  - B) химические раздражения слизистой тонкой кишки
  - C) возбуждение парасимпатической нервной системы
  - D) возбуждение симпатической нервной системы
18. Возбуждение симпатической нервной системы вызывает:
- A) увеличение силы и частоты сердечных сокращений
  - B) увеличение просвета бронхов
  - C) уменьшение тонуса и перистальтики желудка и кишечника
  - D) усиление тонуса и перистальтики желудка и кишечника
19. Возбуждение парасимпатической нервной системы вызывает:
- A) уменьшение силы и частоты сердечных сокращений
  - B) спазм бронхов
  - C) уменьшение тонуса и перистальтики желудка и кишечника
  - D) усиление тонуса и перистальтики желудка и кишечника
20. Липаза поджелудочного сока активируется:
- A) желчными кислотами
  - B) ионами кальция
  - C) энтерокиназой
  - D) соляной кислотой

Задание №2. Ответьте на вопросы ситуационных задач

№ 1. У обследуемого при дуоденальном зондировании были получены две порции желчи: сначала – золотисто-желтая, свободно вытекающая через зонд в количестве 30 мл. После интрадуоденального введения яичного желтка получено 15 мл вязкой желчи коричневого цвета. Какие порции желчи были получены у обследуемого? Объясните физиологический механизм изменения состава пузырной желчи.

№ 2. С целью изучения пищеварения в тонкой кишке был проведен следующий эксперимент. В 2 пробирки налили одинаковое количество кишечного сока и добавили по 10 капель раствора крахмала. Во 2-ю пробирку дополнительно опустили полоску тонкой кишки крысы. В какой из пробирок быстрее произойдет гидролиз крахмала? Какие основные типы пищеварения Вам известны?

№ 3. Перед инструментальным исследованием толстой кишки обследуемому рекомендуют очистительную клизму объемом 1,0 – 1,5 л воды комнатной температуры. Почему при этом ускоряется эвакуация содержимого толстой кишки? Чем объяснить отсутствие всасывания данного объема воды в толстой кишке?

№ 4. Некоторые лекарственные препараты резорбтивного действия вводят больным с помощью микроклизм (30 – 100 мл). Какая функция толстой кишки обеспечивает попадание препарата в кровь?

№ 5. Известно, что животныелизывают свои раны. Вопрос: какое это имеет значение?

**ЭТАЛОНЫ ОТВЕТОВ**

Задание №1: 1-В , 2-С , 3-А , 4-С , 5-В , 6-С , 7-А , 8-С , 9-В , 10-А , 11-Д, 12-А,С,Д, 13-А,В,Д, 14-А,В,С,Д, 15-А,В, 16-В,С, 17-А,В,С, 18-А,В,С, 19-А,В,Д, 20-А.

Задание №2.

№1. Сначала у обследуемого была получена желчь из двенадцатиперстной кишки – порция «А», а затем, после введения яичного желтка, пузырная желчь – порция «Б». Желчь, поступающая из печени в желчный пузырь, подвергается концентрации за счет всасывания воды, что и обуславливает ее вязкость и коричневый цвет.

№2. Гидролиз крахмала быстрее произойдет во 2-й пробирке, так как в ней реализуется пристеночное пищеварение. Основными типами пищеварения являются внутриклеточное и внеклеточное, которое в свою очередь подразделяется на полостное и пристеночное.

№3. Ускорение эвакуации содержимого толстой кишки обусловлено активацией ее моторной функции большим объемом воды и повышением в ней давления до 40 – 50 мм рт.ст. Всасывание воды комнатной температуры практически не происходит, так как из полости толстой кишки всасываются только изотонические и изометрические растворы (вода к ним не относится).

№4. Попадание препарата в кровь обеспечивается за счет всасывательной функции толстой кишки.

№ 5. Животныелизывают свои раны, потому что в слюне содержится лизоцим, бактерицидно действующий на микрофлору, попавшую в рану.

## **УЧЕБНЫЙ МОДУЛЬ 18. ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ**

### **УЧЕБНЫЕ ЦЕЛИ**

ПОСЛЕ ИЗУЧЕНИЯ МОДУЛЯ СТУДЕНТ ДОЛЖЕН:

ИМЕТЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О: рациональном питании; авитаминозе, гипервитаминозе, гиповитаминозе; проявлениях авитаминоза А, группы В, С; критериях оценки процесса питания (самочувствие, аппетит, масса тела, состояние кожи и слизистых оболочек, цвет и тургор кожи, выраженность подкожно-жирового слоя); режиме питания.

ЗНАТЬ: что такое обмен веществ и энергии; характеристика пластического и энергетического обмена; превращение веществ и энергии в организме человека; использование энергии АТФ; три этапа освобождения энергии в организме человека; энергетический баланс; методы определения поступления и расхода энергии в организме; основной обмен, факторы, на него влияющие; биологическую и энергетическую ценность белков, жиров, углеводов; характеристику водно-солевого обмена; значение витаминов;

### **ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

#### ***18.1 ПОНЯТИЕ ОБ ОБМЕНЕ ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ***

В процессе жизнедеятельности организм использует питательные вещества – белки, жиры, углеводы, воду, минеральные вещества, витамины - и превращает их в вещества, необходимые для его роста, развития и получения энергии. Питательные вещества поступают в пищеварительный тракт, где осуществляются процессы диссимиляции (катаболизма), в результате которых крупные молекулы распадаются до более мелких молекул с выделением энергии. Белки расщепляются до аминокислот, жиры – до жирных кислот и спиртов, углеводы – до моносахаридов. В кишечнике происходит их всасывание в кровь и лимфу. Ненужные организму продукты обмена веществ и излишки питательных веществ выводятся через выделительные органы.

Из крови и лимфы мелкие молекулы питательных веществ поступают в клетки тканей и органов, где происходят процессы ассимиляции (анаболизма), которые заключаются в синтезе крупных молекул белков, жиров и углеводов. Этот процесс происходит при затратах энергии.

Совокупность процессов ассимиляции и диссимиляции называется обменом веществ (метаболизмом). Различают пластический обмен и энергетический обмен. Метаболизм жиров и углеводов обеспечивает главным образом физиологические функции клеток (энергетический обмен). Все энергетические процессы, протекающие при участии кислорода, относятся к системе аэробного обмена, а осуществляющиеся без участия кислорода – к системе анаэробного обмена. Основная

функция белкового обмена заключается прежде всего в поддержании и изменениях строения клеток (пластический обмен).

Таким образом, функции обмена веществ заключаются:

в превращении макромолекулярных частиц органических питательных веществ в микромолекулярные компоненты, способные всасываться в кровь и лимфу и усваиваться клетками;

в получении при этом химической энергии питательных веществ;

в синтезе белков и других структурных элементов клеток из микромолекулярных компонентов;

в синтезе и разрушении тех молекул, которые необходимы для выполнения специфических функций клеток.

Основными конечными продуктами катаболизма являются: углекислый газ, окись углерода, вода, мочевины, другие азотсодержащие вещества.

Следует подчеркнуть, что окончательное превращение веществ осуществляется именно в клетках тканей и органов. Здесь образуются углекислый газ и вода, происходят процессы превращения и выделения энергии, пластические реакции синтеза собственных белков, жиров, углеводов и других соединений. Из этих веществ, при участии ферментов формируются внутриклеточные структуры, межклеточное вещество и новые клетки. При нарушении функций ферментов, при действии токсинов (ядов) и др. страдает трофика клеток, нарушается обмен веществ, и возникают дистрофии.

### *18.2 РЕГУЛЯЦИЯ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ*

Взаимодействие внутриклеточного обмена веществ и внутренней среды регулируется как наследственными, генетическими факторами, так и нервными, гуморальными механизмами, адаптирующими тканевый обмен к изменяющимся условиям внутренней среды. При наследственных нарушениях чаще всего страдает внутриклеточный биосинтез ферментов.

Велико значение высшей нервной деятельности для регуляции обмена веществ. Так, при чрезмерном реагировании на различные стрессовые воздействия возникают эмоции страха, гнева, тоски, агрессии. При длительном воздействии они приводят к психосоматическим болезням, в основе которых лежит нарушение физиологических механизмов регуляции обменных процессов со стороны коры больших полушарий, подкорковых вегетативных нервных центров, лимбической системы, гипоталамуса, гипофиза. Появляются сердечно-сосудистые заболевания, преждевременное старение, ожирение.

Нервные и гормональные воздействия регулируют синтез и концентрацию ферментов и, следовательно, скорость обменных реакций, протекающих с их участием. Гормоны контролируют мембранный транспорт веществ, изменяя интенсивность обменных процессов (см. модуль 10). Симпатический отдел вегетативной нервной системы регулирует анаболические процессы с расходом энергии, парасимпатический отдел – катаболические процессы с сохранением энергии. Повреждение нервных и гормональных механизмов регуляции функций органов и систем организма вызывает атрофические и дистрофические изменения в них и может приводить к глубокому дисбалансу процессов анаболизма и катаболизма. Крайними формами нарушения обмена веществ и энергии являются ожирение и кахексия.

Представление об обменных процессах в организме дают клинические и биохимические анализы крови. При нарушениях белкового, водно-солевого обмена информативны анализы мочи.

### *18.3 ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОБМЕН*

#### *18.3.1 Образование и расход энергии*

В организме человека при расщеплении пищевых продуктов до конечных элементов – углекислого газа и воды – выделяется энергия, которая частично накапливается в макроэргических фосфорных связях аденозинтрифосфата (АТФ) и в меньшей степени – в креатинфосфате (КФ). АТФ служит также переносчиком энергии. АТФ содержится в каждой клетке организма. Больше всего его в скелетных мышцах – 0,2-0,5%. Любая жизнедеятельность клетки сопровождается распадом АТФ, которая является единственным и универсальным источником энергии для каждой клетки и организма в целом. Образование и распад АТФ связан с процессами, требующими затрат энергии. Энергия, освобождающаяся в процессе диссимиляции, используется для жизнедеятельности клеток: реакций биосинтеза веществ и их активного транспорта, клеточного деления, мышечного сокращения,

секреции желез, биоэлектрических процессов и др. Восстановление разрушенных молекул АТФ происходит при распаде углеводов и других веществ.

Общее количество выработанной организмом энергии – это сумма внешней работы, тепловых потерь и запасенной энергии.

### *18.3.2 Параметры обмена веществ и энергии*

В связи с разнообразием метаболических функций клеток выделяют три уровня метаболической активности:

- 1) уровень активного обмена;
- 2) уровень готовности, который каждая клетка обязана поддерживать, чтобы сохранить способность к немедленному переходу к уровню активности из состояния покоя;
- 3) уровень поддержания – минимальная интенсивность обмена веществ, необходимая и достаточная для сохранения клеточных структур; при неудовлетворении этой потребности клетка погибает.

Уровни метаболизма следует учитывать при оценке нарушений энергетического обмена отдельной клетки, органа и организма в целом. Причины нарушения метаболизма различны: отравление, уменьшение скорости тока крови, транспорта кислорода и др. Уровень обмена веществ организма в целом отличается от уровня метаболизма клетки или отдельного органа. Так, если метаболизм дыхательных мышц, сердца, почек, головного мозга со свойственного им в норме постоянного уровня активности снизится до уровня готовности, то эти жизненно важные органы потеряют активность, и организм погибнет, т.к. погибнут все его клетки.

Прекращение энергоснабжения, однако, не вызывает немедленного нарушения функций клеток из-за наличия в них энергетического резерва, различного для разных органов. Так, в результате полной ишемии (отсутствия артериального кровоснабжения) головного мозга уже через 10 сек наступает бессознательное состояние, а через 3-8 мин в нейронах возникают необратимые повреждения. Если же в такую ситуацию попадет скелетная мышца, находящаяся в состоянии покоя, обменные процессы в ней остаются на уровне поддержания в течение 1-2 час.

Интенсивность процессов обмена веществ подвержена суточным колебаниям: она высока утром и снижается ночью. Она повышается во время приема пищи и ее переваривания (специфическое динамическое действие пищи). Она возрастает, если температура окружающей среды отклоняется от комфортной, причем больше – при понижении температуры.

Интенсивность обмена веществ возрастает при физической нагрузке, поэтому многие виды работы можно классифицировать по затраченным усилиям, а нагрузки нормировать с помощью показателей энергетического обмена. При кратковременных нагрузках используется энергия окисления углеводов. При длительных нагрузках расщепляются преимущественно жиры (80% энергии).

Интенсивность обменных процессов резко увеличивается после травм, ожогов, при высокой температуре тела, при гипертиреозе, понижается при гипотиреозе.

### *18.3.3 Методы измерения затрат энергии*

Энергетические затраты организма можно измерить по количеству тепла, отдаваемого им во внешнюю среду, по количеству поглощенного кислорода и др.

Традиционно энергетический обмен выражают в килокалориях (ккал) в единицу времени. Но в международной системе единиц (СИ) в качестве основной единицы энергии принят джоуль (Дж): 1 Дж=1 ватт 1 сек=2,39 10<sup>-4</sup> ккал. 1ккал=4187 Дж=4,187 кДж.

Если клетка совершает внешнюю работу, то, согласно второму закону термодинамики, часть вырабатываемой при этом энергии обязательно выделяется в виде тепла. Коэффициент полезного действия функционирующей клетки представляет ту часть энергии, которая затрачивается на внешнюю работу. Его величина всегда меньше 100%: например, при мышечной работе целого организма его величина редко превышает 25%.

Измеряют интенсивность обмена веществ методом непрямой калориметрии – методом неполного газового анализа, основанного на расчете энергозатрат по количеству кислорода, поступающего в организм через легкие и использованного для окисления жиров и углеводов. Вначале определяют объем легочной вентиляции, затем количество поглощенного кислорода и выделенного углекислого газа. Отношение объема выделенного углекислого газа к объему поглощенного кислорода

называется дыхательным коэффициентом. По его величине можно судить о типе пищевых продуктов, используемых в обмене веществ, а также можно рассчитать энергетическую ценность окисляемого продукта.

#### *18.3.4 Основной обмен*

Энергетический обмен живого организма состоит из основного обмена и рабочей прибавки к нему. Рабочая прибавка – это повышение энергетического обмена сверх основного обмена в основном в связи с приемом пищи, изменением внешней температуры и работой мышц.

Основной обмен – это количество энергии, необходимой организму для поддержания процессов жизнедеятельности в состоянии физического и психического покоя, натошак (через 12-18 часов после приема пищи), при исключении белков из рациона за 2-3 суток до исследования, при температуре окружающей среды 15-18°. У взрослого человека со средней массой тела 70 кг основной обмен составляет 4,2 кДж/час на 1 килограмм веса (1600-1700 ккал/сутки). У здорового человека основной обмен является постоянной величиной, характеризующей окислительные процессы в организме. Энергетические затраты организма в покое идут на поддержание уровня обмена веществ, необходимого для работы сердца, дыхательных мышц, печени, почек, поддержания мышечного тонуса, температуры тела и т.д.

На величину основного обмена влияют: интенсивность окислительных процессов, условия внешней среды и климат, возраст, пол, физическая нагрузка. Интенсивность основного обмена примерно наполовину обусловлена метаболизмом печени и покоящихся скелетных мышц. При голодании она снижается из-за ослабления работы печени. При гиперфункции щитовидной железы она увеличивается на 150%, при гипофункции – снижается.

#### *18.4 ОБМЕН БЕЛКОВ*

Белки составляют 10-12% от общей массы клетки и являются высокомолекулярными полимерами-полипептидами, состоящими из десятков и сотен аминокислот. Все многообразие белков в живых организмах представлено комбинациями всего 20 аминокислот.

Функции белков разнообразны. Они не только служат основным строительным элементом клеток и межклеточного вещества, кератина кожи, волос, генов, ферментов, но имеют защитные, транспортные, двигательные, регуляторные функции. Поэтому белки нельзя заменить углеводами или жирами. Их обмен поддерживается на постоянном уровне. Белки индивидуально специфичны.

Период распада белка составляет около 80 суток и неодинаков для разных белков. У человека в сутки распадается и синтезируется примерно 400 г белка, При этом 70% образовавшихся аминокислот ресинтезируется в белки, а 30% - превращается в энергию, их надо восполнять белками пищи.

По функциональной значимости аминокислот, составляющих белки, их делят на заменимые и незаменимые. 12 незаменимых аминокислот не синтезируется в организме. При их отсутствии в пище возникают тяжелые заболевания. Например, аминокислота триптофан необходима для синтеза гормонов щитовидной железы, для нормального течения беременности. Заменимые аминокислоты образуются из других аминокислот.

Продуктами расщепления белка являются аммиак, мочевины, мочевая кислота, креатин и др., выделяемые с мочой, потом. Ядовитый аммиак в основном превращается в печени в безвредную мочевины, которая выводится почками. Таким образом, в процессе распада белка образуется азот, по количеству которого судят о количестве белка, расщепленного в организме. Состояние, при котором количество поступившего в организм азота равно количеству выделенного, называется азотистым равновесием. Установлено, что 1 г азота соответствует 6,25 г белка. При расчете азотистого баланса исходят из того, что в 100 г белка содержится 16% азота. Если в организм с пищей поступает меньше белка, чем выделяется, азотистый баланс - отрицательный. Распад белка, преобладающий над его синтезом, наблюдается при лихорадках голодании, нарушении нейрогуморальной регуляции белкового обмена. Положительный азотистый баланс, при котором количество выведенного азота меньше, чем его содержание в пище, встречается у беременных, у детей, при выздоровлении от тяжелых болезней.

Недостаточное поступление белков с пищей приводит к использованию внутреннего белка. Запасы белков в организме невелики: всего около 45 г. Источниками аминокислот являются в этих случаях белки плазмы, печени, мышц, слизистой оболочки кишечника, ферменты, что позволяет длительное время поддерживать и обновлять белки мозга и сердца.



Регуляция белкового обмена осуществляется гипоталамусом и гормонами, в основном, соматотропином и тироксином.

Нарушения белкового обмена (диспротеинозы) возникают при заболеваниях кишечника с нарушением его секреторной, моторной и всасывательной функций.

### *18.5 ОБМЕН УГЛЕВОДОВ*

Углеводы подразделяются на моносахариды, дисахариды и полисахариды. Моносахариды – простые сахара, которые являются источником энергии, участвуют в синтезе АДФ и АТФ, используются для синтеза остальных сахаров, входят в состав нуклеиновых кислот и др. Дисахариды образуются при соединении двух моносахаридов. Чаще встречаются мальтоза, лактоза, сахароза. Мальтоза состоит из двух молекул глюкозы, лактоза (молочный сахар) – из глюкозы и галактозы, сахароза или тростниковый сахар обнаруживается в растениях. Полисахариды образуются при соединении множества молекул моносахаридов – это гликоген (животный крахмал), крахмал (продукт растительного происхождения), целлюлоза (клетчатка) и др.

70% углеводов окисляется в тканях до углекислого газа и воды, 25-28% - превращается в жир и 2-5% синтезируется в гликоген.

В организме человека большую роль играет гликоген – полимер глюкозы. Он синтезируется в печени из глюкозы (при отсутствии последней – из жиров и белков) и откладывается в клетках печени и мышц. Резерв гликогена в организме составляет 300-400 г. При уменьшении уровня глюкозы в крови гликоген расщепляется до глюкозы, при увеличении уровня глюкозы снова накапливается гликоген. Процесс контролируется гормонами глюкогоном, инсулином и др.

Наибольшее количество глюкозы необходимо мозгу, который покрывает свои энергетические затраты исключительно за счет глюкозы, потребляя 60% глюкозы, выделяемой печенью. Глюкоза в мозгу окисляется до углекислого газа и воды. Небольшая ее часть превращается в молочную кислоту. При уменьшении количества глюкозы нарушаются обменные процессы в нервной ткани и нарушаются функции мозга.

Распад глюкозы происходит в печени. Большую роль в обмене углеводов играют мышцы, которые захватывают из крови значительную часть глюкозы и синтезируют гликоген. Распад гликогена является одним из источников энергии мышечного сокращения. При распаде гликогена в мышцах образуются пировиноградная и молочная кислоты, попадающие в кровь. Во время отдыха в мышцах (и печени) из этих кислот ресинтезируется гликоген.

Кроме простых полисахаридов, состоящих из мономеров, встречаются полисахариды с более длинной и сложной молекулой. Так, гликопротеиды, гликолипиды входят в состав клеточных оболочек. Функции углеводов – пластическая и энергетическая. В клетках организма происходит расщепление глюкозы до углекислого газа и воды с выделением энергии.

Высшие центры регуляции углеводного обмена расположены в гипоталамусе: при раздражении некоторых его областей возникает гипергликемия – повышение количества глюкозы в крови (в норме 4,44-6,67 ммоль/л). Постоянная гипергликемия и глюкозурия (повышение содержания глюкозы в моче) характерны для сахарного диабета. Важна роль продолговатого мозга: укол в область ромбовидной ямки повышает уровень глюкозы в крови и моче. Парасимпатические воздействия на поджелудочную железу уменьшают количество сахара в крови.

Гипергликемия – наиболее частое нарушение углеводного обмена - отмечается при избыточном выделении глюкагона, глюкокортикоидов, адреналина, тиреоидина, соматотропина. Глюкагон, выделяющийся при симпатической стимуляции  $\alpha$ -клеток поджелудочной железы, усиливает расщепление гликогена в печени. Соматотропный гормон увеличивает выделение глюкагона, уменьшает потребление глюкозы тканями. Глюкокортикоиды стимулируют синтез ферментов, расщепляющих гликоген. При резком увеличении уровня глюкозы в крови возникает гипергликемическая кома.

Гипогликемия – уменьшение количества глюкозы в крови появляется при опухолях гипоталамуса, тяжелой мышечной работе и др. При резком снижении количества глюкозы в крови возникает гипогликемическая кома.

### *18.6 ОБМЕН ЛИПИДОВ*

Липиды (жиры) – соединения высших жирных кислот со спиртом. Различают заменимые и незаменимые жирные кислоты. Заменимые (насыщенные) жирные кислоты синтезируются в

организме и входят в состав преимущественно животных жиров. При чрезмерном потреблении этих жиров развивается гиперхолестеринемия (повышение содержания холестерина в крови), являющаяся фактором риска многих заболеваний (атеросклероза и др.) Незаменимые (ненасыщенные) жирные кислоты – среди них наиболее важная для человека линолевая кислота – не синтезируются в организме, содержатся в основном в растительных маслах. Они используются для синтеза фосфолипидов – компонентов клеточных мембран. Длительное их отсутствие в пищевом рационе приводит к гематурии, кожным заболеваниям, повреждению митохондрий, замедлению роста молодых животных и потере способности к размножению у взрослых из-за нарушения обмена веществ. Кроме того, незаменимые жирные кислоты важны в профилактике атеросклероза (суточная доза содержится в двух столовых ложках растительного масла).

Различают простые, сложные липиды, стероиды. Простые липиды – нейтральные жиры, воски. Сложные липиды содержат кроме спирта и жирных кислот другие вещества – углеводы, белки. Например, гликолипиды входят в состав миелиновых оболочек. Фосфолипиды содержатся в нервной ткани. К стероидам относятся половые гормоны, гормоны коркового слоя надпочечников, холестерин, витамины группы D. Содержание жира в организме колеблется от 10-20% в норме до 50% - при ожирении. Большая часть жира находится в составе жировой ткани и меньшая – в клеточных мембранах.

Функции жиров: энергетическая, пластическая, теплоизоляционная, гормональная (стероиды). Гликолипиды миелиновых оболочек играют роль изоляторов при проведении нервных импульсов. При расщеплении одного грамма жиров выделяется вдвое больше энергии, чем при расщеплении белков и углеводов, поэтому жиры считаются основным энергетическим материалом: за счет окисления нейтрального жира образуется около 50% энергии взрослого человека.

После всасывания жиры или окисляются с выделением энергии, или откладываются в жировых депо как энергетический запас. Жир депонируется в виде жировых капель в депо жира, преимущественно в подкожно-жировом слое. Белки и углеводы в отличие от жиров депонируются лишь в незначительном количестве. При избытке этих веществ в пище они либо выводятся из организма, либо превращаются в жир и в таком виде откладываются. Возможно преобразование жира в гликоген.

Патология жирового обмена чаще всего проявляется в увеличении количества нейтрального жира в организме – ожирении, которое является самым распространенным нарушением обмена веществ. Смертность у людей 40-55 лет, страдающих ожирением, на 50% выше, чем у людей с нормальной массой тела. Чаще всего причиной ожирения является нарушение нейрогуморальной регуляции. При нарушении обмена холестерина возникают атеросклероз и камни в желчном пузыре.

## *18.7 ВОДНО-СОЛЕВОЙ ОБМЕН*

### *18.7.1 Водный обмен*

Вода в среднем составляет до 50-60% массы тела (40-45 л). Физико-химические свойства воды (полярность ее молекул и способность образовывать водородные связи) определяют ее исключительно важную роль в процессах жизнедеятельности. Большинство внутриклеточных химических реакций осуществляется в водной среде. Общее количество водородных связей воды зависит от температуры: при 0° их разрушается 15%, при 40° - половина, при испарении – 100%. Этим объясняется высокая удельная теплоемкость воды. Большое поглощение тепла при испарении делает высокопродуктивным этот механизм теплоотдачи. Вода уменьшает трение соприкасающихся поверхностей в организме человека.

Как растворитель, вода участвует в осмотических процессах. В нашем организме осмос – это односторонняя диффузия молекул воды в растворы. Вода проникает в клетку с помощью осмотического давления и поддерживает водно-солевой баланс. При увеличении концентрации раствора величина осмотического давления возрастает. Растворы с одинаковым осмотическим давлением называются изотоническими (изоосмотическими). Осмотическое давление жидкостей организма человека равно давлению 0,86% раствора хлорида натрия. Растворы большей концентрации – гипертонические, меньшей – гипотонические. Направление диффузии воды (в клетку или из клетки) определяется величиной осмотического давления в межклеточной жидкости. Если какие-либо клетки (например, эритроциты) поместить в гипертонический раствор, они сморщиваются из-за убыли воды в

их клетках. В гипотоническом растворе, наоборот, эритроциты разбухают и их клеточные оболочки могут лопнуть, не выдерживая притока воды в клетки.

Различают воду внутриклеточную (72%) и внеклеточную (28%). Внеклеточная вода размещена в сосудистом русле, входит в состав межклеточной жидкости и др. Вода поступает в организм с пищей, питьем, а также образуется в процессе обмена веществ (350 мл/сутки в состоянии покоя). Суточная потребность в воде составляет 20-45 мл/кг массы тела. При избытке в организме воды возникает водное отравление, при недостатке воды нарушается обмен веществ. Потеря 10% воды приводит к дегидратации (обезвоживанию), при потере 20% воды наступает смерть. При недостатке воды в организме жидкость перемещается из клеток в межклеточное пространство и сосуды. При этом изменяются осмотические свойства клеток.

#### *18.7.2 обмен минеральных веществ*

Минеральные вещества поступают в организм вместе с водой. Они являются необходимой составляющей внутренней среды организма. Их количество должно равняться примерно 4% сухой массы пищи. Большая их часть содержится в организме в виде солей, чаще в виде ионов - электролитов. Микроэлементами называют 15 веществ, необходимых организму и содержащихся в пище в чрезвычайно малых количествах (железо, йод, фтор и др.)

Электролиты участвуют в ферментативных реакциях. Так, ионы магния активируют ферменты, связанные с переносом и освобождением энергии. Электролиты принимают участие в регуляции кислотно-основного состояния (способности клетки поддерживать слабощелочную реакцию цитоплазмы на постоянном уровне). Натрий (вместе с хлором) обеспечивает постоянство осмотического давления внеклеточной жидкости. Он создает мембранный потенциал. Депо натрия является костная ткань. При дефиците натрия возникают: задержка роста, апатия, нарушения мышечных сокращений. Калий поддерживает осмотическое давление внутриклеточной жидкости, стимулирует образование ацетилхолина, синтез и отложение гликогена. Дефицит ионов калия тормозит анаболические процессы. Возникает слабость, сонливость, снижение рефлексов.

Кальций и фосфор нужны для построения костной ткани. Кости содержат более 90% этих элементов. Содержание кальция в крови – важная константа гомеостаза: даже небольшие сдвиги уровня этого иона приводят к тяжелым последствиям. Снижение уровня кальция в крови (гипокальциемия) вызывает судороги, возможна смерть вследствие остановки дыхания. Гиперкальциемия сопровождается снижением возбудимости нервной и мышечной ткани, возникают парезы, параличи, в почках образуются камни. Фосфор широко участвует в обмене веществ: он входит в состав макроэргических соединений (например, АТФ). Недостаток фосфора вызывает деминерализацию костей.

Железо содержится в организме в виде комплексных солей. Оно входит в состав дыхательных белков - гемоглобина, миоглобина и ферментов, ответственных за окислительно-восстановительные процессы. Недостаточное поступление в организм железа нарушает синтез гемоглобина и приводит к железодефицитной анемии (малокровию). Суточная потребность взрослого человека в железе составляет 10-30 мкг.

Содержание в организме йода невелико, но значение его огромно. Йод входит в состав гормонов щитовидной железы, влияющих на рост и развитие организма. При дефиците йода увеличивается щитовидная железа (эндемический зоб).

Медь, марганец, молибден, цинк являются компонентами ферментных систем.

Регуляция водно-солевого баланса в организме осуществляется почками, потовыми железами и легкими под влиянием гипоталамуса, гипофиза, вегетативной нервной системы.

#### *18.8 ВИТАМИНЫ*

Витамины – это низкомолекулярные органические соединения, которые, как правило, не синтезируются в организме, не обладают пластическими и энергетическими свойствами и потребляются в малых количествах. Однако они жизненно необходимы как составные части ферментов, стимуляторы и регуляторы обмена веществ. Поэтому оправдано широкое применение витаминов для профилактики и лечения многих заболеваний: они повышают защитные силы организма. Обозначают витамины заглавными буквами латинского алфавита.

При сбалансированном питании витаминов в пище достаточно. Витамины назначают при их дефиците в результате усиленного потребления в процессе обмена веществ или при недостаточном

содержании в пище. Гиповитаминозы обычно связаны с недостаточным питанием (несбалансированным, малокалорийным) или нарушением всасывания. При них снижается физическая и умственная трудоспособность. Авитаминозы возникают при отсутствии витаминов в пище, они являются причиной тяжелых заболеваний, нарушений роста, развития и могут привести к смерти. Гипервитаминозы – заболевания, связанные с избыточным потреблением некоторых витаминов, чаще А и D. При передозировке витамина А возникают изменения кожи, слизистых, костей, анемия. Передозировка витамина D вызывает вымывание кальция из костей, изменения ЦНС и камни в почках.

Биосинтез многих витаминов невозможен в организме человека, поэтому витамины должны содержаться в пище. В организме, как правило, нет запаса витаминов, но некоторые из них – В<sub>12</sub>, А, D – накапливаются в печени в значительных количествах. Микрофлора здорового кишечника синтезирует витамины группы В, РР, К и др. Некоторые витамины образуются в организме из аминокислот и предшественников (провитаминов). Роль провитаминов особенно значительна в образовании витаминов группы D, для которых провитаминами служат некоторые стероиды.

При заболеваниях кишечника всасывание синтезированных витаминов резко снижается. При длительных инфекционно-токсических процессах развивается выраженный дефицит витаминов, особенно витамина С. Гиповитаминоз возникает при неправильном приготовлении и хранении пищевых продуктов. Важно соотношение компонентов пищи. Так, при преобладании в пище углеводов необходим дополнительный прием витаминов В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, С. При белковом голодании нарушается усвоение организмом некоторых витаминов – В<sub>2</sub>, РР, С, задерживается образование в печени витамина А. Сульфаниламидные препараты и антибиотики угнетают кишечную микрофлору, поэтому при лечении этими препаратами нужно принимать витамины.

Различают водорастворимые и жирорастворимые витамины. К жирорастворимым витаминам, стабилизирующим биологические мембраны, предохраняя их от окислительного повреждения, относятся витамины А, D, Е и К.

Витамин А (ретинол) может синтезироваться в организме из провитаминов-каротиноидов, содержащихся в пище, он необходим для процессов роста организма (витамин роста), участвует в образовании зрительных пигментов. При гиповитаминозе витамина А возникает гемералопия (куриная слепота), когда человек плохо видит в сумерках из-за понижения остроты зрения. При гиповитаминозе А возникает также сухость конъюнктивы, роговницы, кожи, слизистых оболочек.

Физиологически активные витамины D<sub>2</sub> и D<sub>3</sub> образуются в коже под влиянием ультрафиолетовых лучей. При недостаточной инсоляции, при отсутствии профилактического введения витаминов группы D дети раннего возраста страдают рахитом (гиповитаминозом витамина D) с нарушением окостенения и роста костей.

К водорастворимым витаминам, выполняющим функцию антиоксидантов (антиоксидителей), относятся витамины групп В и фолиевой кислоты, биотин, никотиновая кислота и никотинамид, пантотеновая кислота и витамин С.

Витамины группы В участвуют в регуляции различных видов промежуточного обмена и клеточного дыхания. При авитаминозе витамина В<sub>1</sub> появляются полиневриты.

Витамин С (аскорбиновая кислота) необходим для нормального течения окислительно-восстановительных процессов в соединительной ткани. При авитаминозе витамина С возникает цинга.

### *18.9 ПОНЯТИЕ О РАЦИОНАЛЬНОМ ПИТАНИИ*

Пища необходима человеку для пластических и энергетических функций его организма. Питание важно с точки зрения практической и профилактической медицины. В настоящее время внимание врачей в цивилизованных странах все больше привлекает проблема переедания. Избыточное питание приводит к ожирению, связанным с ним «болезням цивилизации» - инфаркту, инсульту и к уменьшению средней продолжительности жизни. Правильное, рациональное современное питание, напротив, поддерживает нормальную жизнедеятельность в течение всей жизни и высокую трудоспособность. Рациональное питание это питание, достаточное в количественном отношении и полноценное в качественном отношении.

Потребность организма в питательных веществах зависят от его потребностей в энергии. Количество энергии, высвобождающейся при расщеплении одного грамма питательного вещества, называется энергетической ценностью (физиологической теплотой сгорания). Энергетическая ценность жиров в два раза превышает значение этого показателя для белков и углеводов (жиры – 38,9

кДж, белки и углеводы – по 17,2 кДж). Как источники энергии, питательные вещества взаимозаменяемы в соответствии с их энергетической ценностью и с учетом их пластических функций. Тем не менее, в пищевом рационе должны присутствовать в минимальном количестве все компоненты пищи в связи с их специальными функциями, и они не подлежат замене другими компонентами.

Особенно тяжелые нарушения возникают при недостаточном потреблении белков, т.к. именно с белками связано восстановление утраченных структур организма: например, эпителия кожи и слизистых оболочек, который постоянно слущивается и должен обновляться. Белковый минимум составляет 30-40 г/сутки. Он обеспечивает выживание организма, но недостаточен при физических нагрузках, беременности, болезнях. Белковый оптимум составляет 0,8 – 2 г/кг массы тела, половину его должны составлять животные белки.

Минимальная потребность в жирах определяется содержанием в них жирорастворимых витаминов и незаменимых жирных кислот. Последние должны составлять примерно 1/3 общего количества жиров пищевого рациона. Минимальная потребность в углеводах – 100г/сутки – обусловлена метаболизмом головного мозга, почти исключительно зависящим от глюкозы.

Пища оказывает специфическое динамическое действие, повышая интенсивность обмена веществ. Интенсивность обмена веществ возрастает при приеме смешанной пищи и особенно белков.

Суточная потребность в белках составляет 100 г. Белки содержатся как в животной, так и в растительной пище. Основными продуктами, содержащими белок, являются мясо, рыба, молоко и молочные продукты, яйца. Много растительных белков в хлебе и картофеле, немного – в овощах и фруктах. Биологическая ценность растительных белков ниже, чем животных из-за низкого содержания в них незаменимых аминокислот. Строгая вегетарианская диета приводит к белковой недостаточности и сдвигу кислотно-основного равновесия в щелочную сторону.

Человек потребляет почти исключительно растительные углеводы: большую часть углеводов пищи составляет крахмал. Фрукты, зеленые растения, злаки, овощи содержат не только легкоусвояемые углеводы, но и необходимую для пищеварения неусвояемую растительную клетчатку, которой много в хлебе грубого помола и необработанных злаках, овощах, фруктах. Суточная потребность в углеводах составляет 400-500 г. Избыточное употребление углеводов с пищей приводит к ожирению.

Суточная потребность в жирах составляет 70-100г. Жиры содержатся почти всех пищевых продуктов животного происхождения: мясе, рыбе, молоке и молочных продуктах, яйцах, а из растительных продуктов – в семенах растений, например, в орехах. В отличие от большинства животных жиров растительные жиры содержат ненасыщенные жирные кислоты.

Типичными проявлениями недостаточности питательных веществ являются: снижение физической и умственной работоспособности, повышенная заболеваемость, снижение массы тела. Недостаточность белков, в частности, приводит к отекам, у детей – к нарушениям развития.

Источниками жирорастворимых витаминов являются продукты животного происхождения, растительные масла и зеленые листья овощей. Водорастворимые витамины содержатся в продуктах растительного происхождения: злаки, бобовые культуры, свежие овощи и фрукты, в меньшей степени – в продуктах животного происхождения (хотя никотиновая кислота и витамин В<sub>12</sub> находятся в продуктах животного происхождения). Суточная потребность в витаминах колеблется от 2 мкг (витамин В<sub>12</sub>), 1 мг (витамин А), 50-100 мг (витамин С) до 200 мг (фолиевая кислота).

Источниками минеральных солей и микроэлементов являются овощи, фрукты. Кальцием особенно богаты молоко и молочные продукты. Потребность в кальции возрастает у беременных женщин и детей, когда происходит рост костей. Минимальная суточная потребность в хлориде натрия составляет менее 1 г/сутки. Потребление соли населением Центральной Европы превышает эту величину почти в 10 раз. Чрезмерное количество соли может вызвать стойкое повышение артериального давления, поэтому не рекомендуется ее потреблять более 10 г/сутки.

#### *18.10 ПИЩЕВОЙ РАЦИОН*

Пищевой рацион – это количество и состав продуктов, необходимых человеку в сутки. Он должен восполнять энергетические затраты организма в течение суток и содержать все питательные вещества. Энергетическая ценность и содержание питательных веществ в пищевых продуктах отражены в современных таблицах, которые надо использовать при составлении пищевых рационов.

Существуют четыре основных физиологических принципа составления пищевых рационов.

Калорийность суточного рациона конкретного человека должна соответствовать его энергетическим затратам.

Содержание питательных веществ должно быть не ниже минимальной потребности в них.

Содержание в рационе витаминов, солей и микроэлементов также должно соответствовать минимальной потребности в них.

Содержание в рационе витаминов, солей и микроэлементов не должно превышать токсический уровень.

При составлении пищевого рациона следует помнить, что при смешанной диете, характерной для большинства населения России, некоторые вещества (6% общего калоража пищи) всасываются не полностью. Усвояемость пищевых продуктов зависит от индивидуальных особенностей и состояния организма, от количества и качества пищи, соотношения компонентов пищи, способа ее приготовления. Растительные продукты усваиваются хуже из-за содержащейся в них клетчатки. Белковый режим питания улучшает всасывание и усвоение пищевых продуктов. При преобладании в рационе углеводов усвоение белков и жиров снижается. Следует учитывать и специфическое динамическое действие питательных веществ. Пища должна быть вкусной, ее вид должен возбуждать аппетит.

Основой рационального питания является оптимальное соотношение всех компонентов пищи: белков, жиров, углеводов, растительных волокон (целлюлозы), воды, минеральных веществ, витаминов. Сбалансированный пищевой рацион должен содержать белки, жиры и углеводы в соотношении 1:1:4, что позволяет нормировать суточную калорийность за счет белков (15% суточной калорийности, половину должны составлять белки животного происхождения). Жиры должны составлять приблизительно 30% суточной калорийности (70-80% животного жира). Энергетическая доля углеводов – 55%. При тяжелой физической работе нужно увеличить долю белков, при ожирении – уменьшить количество углеводов.

### *18.11 ПОНЯТИЕ О РЕЖИМЕ ПИТАНИЯ И ДИЕТЕ*

Необходимо соблюдать определенный режим питания: постоянные часы приема пищи, интервалы между ними, распределение суточного рациона в течение дня. Принимать пищу надо не менее трех раз в сутки: на завтрак, обед и ужин. Энергетическая ценность завтрака должна составлять примерно 30% рациона, обеда – 40-50%, ужина – 20-25%. Рекомендуется ужинать за три часа до сна.

Питание здорового человека планируется на основе суточных пищевых рационов. Рацион и режим питания для больных называются диетой. Диеты включают определенные части пищевых рационов и характеризуются энергетической ценностью, химическим составом, физическими свойствами (температурой, объемом, консистенцией) и режимом питания. Диеты назначают в индивидуальном порядке. При составлении диеты следует учитывать не только медицинские показания, но и возраст, профессию человека. Так, с возрастом потребности в энергии снижаются, а потребности в незаменимых аминокислотах возрастают.

### **ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ**

Задание № 1. Выберите один или несколько правильных ответов

1. Для диссимиляции характерны:

- А) распад крупных молекул питательных веществ до более мелких
- В) выделение энергии
- С) синтез крупных молекул из более мелких
- Д) поглощение энергии

2. Для ассимиляции характерны:

- А) распад крупных молекул питательных веществ до более мелких
- В) выделение энергии
- С) синтез крупных молекул из более мелких
- Д) поглощение энергии

3. Интенсивность обмена веществ повышается при:

- А) возбуждении симпатической нервной системы
- В) возбуждении парасимпатической нервной системы

- C) гиперфункции щитовидной железы
  - D) гипофункции щитовидной железы
4. Уровень глюкозы в крови регулируют гормоны, выделяемые:
- A) поджелудочной железой
  - B) гипофизом
  - C) корковым веществом надпочечников
  - D) половыми железами
5. Функции липидов:
- A) энергетическая
  - B) пластическая
  - C) терморегуляторная
  - D) регуляция кислотно-основного состояния внутренней среды организма
6. Нормальное содержание жира в организме составляет:
- A) 5-10%
  - B) 10-20%
  - C) 30-40%
  - D) 40-50%
7. Универсальным носителем энергии в организме человека является:
- A) аденозинтрифосфат
  - B) креатинфосфат
  - C) аденозиндифосфат
  - D) гликоген
8. Азотистый баланс характеризует содержание в организме:
- A) белков
  - B) жиров
  - C) углеводов
  - D) минеральных солей
9. Максимальную потребность в углеводах испытывает:
- A) головной мозг
  - B) печень
  - C) скелетные мышцы
  - D) почки
10. «Голодные отеки» возникают при недостаточности в пищевом рационе:
- A) жиров
  - B) белков
  - C) углеводов
  - D) витаминов

**ЭТАЛОНЫ ОТВЕТОВ.** Задание: 1-AB, 2-CD, 3-AC, 4-AC, 5-ABC, 6-B, 7-A , 8-A, 9-A, 10-B.

## **УЧЕБНЫЙ МОДУЛЬ 19. ПРОЦЕСС ТЕРМОРЕГУЛЯЦИИ**

### **УЧЕБНЫЕ ЦЕЛИ**

ПОСЛЕ ИЗУЧЕНИЯ МОДУЛЯ СТУДЕНТ ДОЛЖЕН:

ИМЕТЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О: гипотермии, гипертермии, лихорадке; измерении температуры тела человека;

ЗНАТЬ: нормальную температуру тела человека; физиологические колебания температуры тела; значение постоянной температуры для организма человека; факторы, поддерживающие оптимальную для метаболизма температуру тела; характеристику теплопродукции и теплоотдачи; нервный и гуморальный механизм терморегуляции.

### **ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### *19.1 ТЕМПЕРАТУРА ТЕЛА*

Постоянно протекающие обменные процессы играют важную роль в поддержании температуры тела. Тепловой обмен тесно связан с энергетическим. Человек относится к гомойотропным организмам, способным поддерживать постоянную температуру тела. Источником тепла являются все ткани. Температура органов и тканей зависит от интенсивности теплообразования и величины теплопотери. Температура наружной поверхности тела и внутренних органов различна. Наиболее низкая температура тела отмечается на кистях и стопах, наиболее высокая – в подмышечной впадине, где ее обычно определяют и где она в норме равна 36-37°. Наиболее высокая температура отмечается в прямой кишке и печени (до 38°-38,5°).

Колебания температуры отмечаются в течение дня: она минимальна в предутренние часы (2-4 час ночи) и максимальна в дневное время – в 16-19 час. Суточные колебания температуры тела – пример циркадных (околосуточных) ритмов, регулируемых биологическими часами организма и синхронизированных с внешними сигналами (вращением земли и др.) Суточный перепад температуры в этом случае составляет 1°.

При физической нагрузке внутренняя температура тела повышается, а средняя температура кожи понижается из-за обусловленного работой выделения и испарения пота. Обезвоживание организма приводит к подъему внутренней температуры и ограничивает трудоспособность. Ректальная температура при марафонском забеге достигает 39-40°, иногда даже около 41°.

### *19.2 ТЕРМОРЕЦЕПТОРЫ*

Регуляция температуры тела осуществляется нервно-гуморальным путем. Гормоны тироксин и адреналин усиливают теплообразование.

Рефлекторные терморегуляторные влияния возникают в ответ на раздражение тепловых и холодových рецепторов. Холодовые рецепторы – колбы Краузе расположены в подслизистом слое, в коже ближе к эпидермису. Считают, что тепловые терморекцепторы – это тельца Руффини, лежащие в глубоких отделах дермы и в подкожном слое. Температурные воздействия могут воспринимать также окончания чувствительных нервных волокон.

Холодовых рецепторов больше, чем тепловых: количество их в коже человека достигает 250 тыс, а тепловых – 30 тыс. Наибольшая плотность холодových рецепторов обнаружена в коже лица. Терморекцепторы кожи чрезвычайно чувствительны к колебаниям температуры окружающей среды. Кожная рецепция важна не только для конкретного ощущения тепла или холода, но и для регуляции температуры тела. Температурные стимулы вызывают приятные или неприятные ощущения. Ощущение тепла при температуре больше 36° тем сильнее, чем выше температура. При охлаждении значительных поверхностей тела ниже 30° возникает стойкое ощущение холода. Температурные ощущения при изменении температуры кожи в основном зависят от ее исходной температуры. Так при низкой температуре кожи незначительное понижение температуры воспринимается быстрее, чем ее повышение. То же происходит и при высокой температуре. Восприятие медленных изменений температуры замедлено. При очень медленном охлаждении человек может его не заметить и простудиться.

### *19.3 МЕХАНИЗМЫ ТЕРМОРЕГУЛЯЦИИ*

Для поддержания постоянной температуры тела необходимо поддержание баланса между теплопродукцией и теплоотдачей с помощью регуляторных механизмов: физических и химических.

Химическая терморегуляция осуществляется при усилении или ослаблении скорости обменных реакций; физическая – путем изменения интенсивности теплоотдачи организмом.

#### *19.3.1 Химическая терморегуляция*

Ее значение важно при понижении температуры тела. Усиление теплообразования происходит при отклонении от комфортной температуры, которая для одетого легко человека составляет 18-20°С, для обнаженного – 26-28°С.

Наиболее интенсивно теплообразование происходит в мышцах при физических нагрузках: при легких нагрузках теплообразование увеличивается на 50-80%, при тяжелых – в 4-5 раз.

При охлаждении у человека благодаря возбуждению холодových рецепторов рефлекторно возникает дрожь – беспорядочные произвольные мышечные сокращения, вызванные спазмом мелких сосудов. Уменьшение притока крови снижает кожную температуру на несколько градусов. Импульсы от колбочек Краузе по спино-таламическому тракту достигают подкорковых образований и



коры больших полушарий, где возникает ощущение озноба. Эфферентные импульсы от центра терморегуляции гипоталамуса направляются по проводящим путям к мотонейронам спинного мозга и мышцам, ответственным за возникновение дрожи. Одновременно усиливается теплообразование в печени и легких. Повышаются энергетические затраты в целом, что приводит к увеличению теплопродукции и повышению температуры.

Увеличение теплопродукции может происходить в мышечной ткани и без ее сокращения, за счет рефлекторного повышения интенсивности обменных процессов.

### *19.3.2 Физическая терморегуляция*

Имеет значение в условиях повышенной температуры окружающей среды. У человека и животных теплообмен с окружающей средой включает проведение, излучение, конвекцию, испарение.

Проведение тепла происходит при непосредственном контакте тела с плотным субстратом (одеждой, поверхностью, с которой соприкасается тело в разных своих позах). Величина теплоотдачи при этом определяется температурой и теплопроводностью прилежащего субстрата. Одежда уменьшает и даже прекращает проведение тепла. В воде отдача тепла происходит быстрее, чем на воздухе.

Теплоотдача путем длинноволнового инфракрасного излучения испускаемого кожей, зависит от разности температур кожи и отражающих поверхностей. За счет излучения отдается основная масса тепла - до 60%.

Для теплоотдачи путем проведения и излучения тепла важно перераспределение крови в сосудах и изменение количества циркулирующей крови. Так, при понижении температуры кожи ее капилляры и артериолы суживаются, кожа становится бледной и холодной, теплоотдача уменьшается, и кровь через артерио-венозные анастомозы депонируется в сосудах брюшной полости, оберегая внутренние органы от переохлаждения. При повышении температуры кожи ее артериолы и капилляры расширяются, кожа краснеет, нагревается, что повышает все процессы теплоотдачи – проведение, излучение, конвекцию и испарение (в связи с увеличением потоотделения). Импульсы, изменяющие просвет сосудов и потоотделение поступают по эфферентным вегетативным волокнам.

Теплоотдача путем конвекции осуществляется, если кожа теплее окружающего воздуха. Прилежащий к коже более теплый и легкий воздух замещается холодным плотным воздухом. При ветре конвекция усиливается.

Теплоотдача с помощью испарения осуществляется с поверхности кожи ( $\frac{2}{3}$  влаги), со слизистых оболочек дыхательных путей ( $\frac{1}{3}$  влаги). Перенос тепла от кожи зависит от разности давления водяного пара на ее поверхности и в окружающей среде. Чем выше температура окружающей среды, тем больше испарение. Установлено, что на испарение 1 г воды расходуется 2,4 кДж энергии. Испарение воды с поверхности тела происходит при выделении пота. Даже при отсутствии видимого потоотделения через кожу испаряется до 0,5 л воды/сутки (невидимое потоотделение). Потери воды за счет ее диффузии через кожу и слизистые оболочки – чисто физический процесс. Функции потовых желез регулирует симпатический отдел ВНС.

Таким образом, в состоянии покоя взрослый человек выделяет во внешнюю среду 15% тепла путем теплопроводения, около 60% - посредством теплоизлучения и 19% - за счет испарения воды.

### *19.4 ЦЕНТРАЛЬНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ТЕРМОРЕГУЛЯЦИИ*

Термочувствительные центры находятся в продолговатом, среднем мозгу и гипоталамусе, термочувствительность которого наиболее выражена. Чувствительный центр терморегуляции находится в переднем гипоталамусе. Задний гипоталамус – интегративная область терморегуляции, которая собирает всю температурную информацию от различных поверхностей и областей тела, от внутренних органов и формирует эфферентные импульсы, регулирующие физическую и химическую терморегуляцию.

Центры терморегуляции поддерживают колебания температур в точно заданном режиме, и суточные колебания температур допустимы лишь в узких пределах. Предполагается, что в центре терморегуляции гипоталамуса существует три вида нейронов: чувствительных к теплу, чувствительных к холоду и не реагирующих на колебания температуры. Однако последние регулируют стандартные сигналы, которые служат сигналами сравнения для термочувствительных нейронов.

Разрушение гипоталамуса приводит к нарушению процессов теплообразования и физической теплоотдачи. При этом животное не лишается способности переносить холод, но оно легко перегревается при повышении температуры окружающей среды из-за повреждения механизма физической терморегуляции (сужение сосудов, потоотделение). В организме нарушение процессов терморегуляции характеризуется лихорадкой и гипертермией. Лихорадка – патологический процесс, основным признаком которого является повышение температуры тела (изучается в курсе «Основы патологии»). Гипертермия – это повышение температуры при чрезмерных тепловых нагрузках. При этом регуляторные механизмы не справляются с поддержанием постоянной температуры тела. Организм может выдержать кратковременное повышение температуры тела до 42°, но дальнейшее повышение температуры вызывает тепловой удар: бред, потеря сознания в результате отека мозга, судороги. При легком перегревании возникает обморок.

### ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

Задание №1. Выберите один или несколько правильных ответов

1. Тепло образуется в основном:
  - А) в мышцах
  - В) в легких
  - С) в печени
  - Д) в коже
2. Наиболее высокую температуру отмечают:
  - А) в печени
  - В) в прямой кишке
  - С) в подмышечной впадине
  - Д) в подколенной ямке
3. Химическая терморегуляция осуществляется:
  - А) при усилении обменных процессов
  - В) при ослаблении обменных процессов
  - С) при усилении интенсивности теплоотдачи
  - Д) при ослаблении интенсивности теплоотдачи
4. Физическая терморегуляция осуществляется:
  - А) при усилении обменных процессов
  - В) при ослаблении обменных процессов
  - С) при усилении интенсивности теплоотдачи
  - Д) ослаблении интенсивности теплоотдачи
5. Смерть обычно наступает при температуре тела:
  - А) 39°
  - В) 40°
  - С) 41°
  - Д) 42°
6. Наибольшая плотность холодовых рецепторов отмечается в коже:
  - А) лица
  - В) стоп
  - С) кистей
  - Д) живота
7. Комфортная температура для легко одетого человека составляет:
  - А) 18°-20°
  - В) 20°-22°
  - С) 22°-24°
  - Д) 24°-26°
8. Интегративная область терморегуляции находится:
  - А) в переднем гипоталамусе
  - В) в заднем гипоталамусе
  - С) в продолговатом мозге

- D) в среднем мозге
9. Чувствительные области терморегуляции находятся:
- A) в переднем гипоталамусе
  - B) в заднем гипоталамусе
  - C) в продолговатом мозге
  - D) в среднем мозге
10. Перегревание тела с бредом, потерей сознания, судорогами называется:
- A) шоком
  - B) комой
  - C) тепловым ударом
  - D) гипертермией

**ЭТАЛОНЫ ОТВЕТОВ:** Задание №1. 1-АС, 2-АВ, 3-АВ, 4-СD, 5-D, 6-А, 7-А, 8-В, 9-АСD, 10-С

## **ОБУЧАЮЩИЙ МОДУЛЬ 20. ПРОЦЕСС ВЫДЕЛЕНИЯ**

### ***УЧЕБНЫЕ ЦЕЛИ***

ПОСЛЕ ИЗУЧЕНИЯ МОДУЛЯ СТУДЕНТ ДОЛЖЕН:

ИМЕТЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О: процессе выделения, структурах, обеспечивающих потребность выделять

**ЗНАТЬ:** органы выделения; план строения мочевыделительных органов; почки – основной выделительный орган; топография почек; фиксирующий аппарат почек; наружное и внутреннее строение почек; строение нефрона как структурно-функциональной единицы почек; строение мочевыводящих путей – мочеточников, мочевого пузыря, мочеиспускательного канала, мужского и женского; функции почек, фазы образования мочи, выделение мочи, состав и свойства мочи, регуляция мочеобразования и мочевыделения.

**УМЕТЬ:** показывать на муляжах, таблицах и в атласе элементы строения мочевыделительных органов; пользоваться анатомической терминологией; назвать основные заболевания мочевыделительных органов.

### **ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

#### ***20.1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЦЕССА ВЫДЕЛЕНИЯ, ВЫДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ОРГАНЫ***

В процессе жизнедеятельности в организме образуются продукты распада органических соединений, часть которых не используется клетками и должна быть удалена из организма. Эти конечные продукты обмена веществ называют экскретатами (или шлаками), а органы, их выделяющие, выделительными или экскреторными - это легкие, кожа, пищеварительный тракт, почки.

Легкие выделяют углекислый газ и пары воды (400 мл/сутки) с выдыхаемым воздухом.

Пищеварительный тракт выделяет немного воды, желчных кислот, пигментов, холестерина, лекарства, соли тяжелых металлов (железо, кадмий, марганец), непереваренные остатки пищи в виде каловых масс. Кожа с потом и кожным салом выделяет воду, соли, мочевины, мочевую кислоту, креатинин и др. Почки - основной экскреторный орган, выводящий с мочой большинство продуктов обмена веществ.

Процесс образования и выделения мочи из организма называется диурезом.

#### ***20.2. СТРОЕНИЕ ПОЧЕК***

Почка является парным паренхиматозным органом весом 300 г. Воспаление почки - нефрит.

**Наружное строение.** Форма почек бобовидная, цвет красно-коричневый, гладкие поверхности - передняя и задняя, концы (полюса) - верхний и нижний, края латеральный и медиальный. В ворота органа, расположенные на медиальном крае, входят почечная артерия и вена (сосудистая ножка почки), отходит от лоханки мочеточник.

**Топография почек.** Почки лежат в забрюшинном пространстве на поясничных мышцах на уровне D<sub>11</sub>-L<sub>2</sub>. Правая почка из-за прилежащей к ней сверху печени ниже левой на 2-3 см (**рис. 20.1**).

К правой почке прилежат: правый изгиб ободочной кишки, правый надпочечник, печень, двенадцатиперстная кишка. К левой почке прилежат: левый изгиб ободочной кишки, левый надпочечник, желудок, поджелудочная железа.

Оболочки почки: внутренняя - фиброзная капсула, затем жировая капсула, почечная фасция, снаружи - пристеночная брюшина, покрывающая почку спереди. Аппарат фиксации включает: почечное мышечное ложе, оболочки почки, сосудистую ножку. Значительную роль в фиксации почек выполняет внутрибрюшное давление. Причиной смещения почки со своего места («блуждающая почка») является обычно ослабление фиксирующего аппарата. При опущении почек нередко у больных возникает стойкая гипертония, которую называют вазоренальной гипертонией.

Почка на разрезе состоит из взаимопроникающих двух слоев: коркового, светлого и мозгового, темно-красного (**рис 20.2**).

Корковое вещество шириной до 8 мм лежит под фиброзной капсулой, окружая мозговое вещество, представленное пирамидами. Верхушки пирамид - сосочки обращены в синус почки – пространство между воротами и мозговым слоем. Сосочек усеян точечными отверстиями, из которых выделяется моча. В каждой почке 11-13 сосочков. Между пирамидами - сероватые почечные столбы, представленные прослойками коркового вещества и образованные частями нефронов - петлями Генле и сосудами. В ворота почки входят артерия, вена, мочеточник, который расширяется в ветвистую полость - лоханку.

Отроги лоханки - это 2-3 больших чашечки, в каждую из которых впадает 9-12 малых чашечек. Каждая малая чашечка охватывает сосочек пирамиды. Все эти образования – лоханка, большие и малые чашечки - являются внутрпочечными мочевыводящими путями, расположенными в синусе почки. Здесь же находятся сосуды, нервы, лимфатические узлы и жировая клетчатка.

Почка человека многодольчатая, состоит из пяти сегментов. Дольки хорошо выражены у новорожденного и слабо - у взрослого.

#### *Строение нефрона*

Нефрон - структурно-функциональная единица почки, которая осуществляет ее основные функции (**рис. 20.3**). В каждой почке по 1 млн. нефронов. Нефрон состоит из микроскопических трубочек разной длины и формы и кровеносных капилляров. Длина нефрона - 4 см. В нем различают 4 части: почечное тельце Мальпиги, извитой каналец проксимальный, петля Генле, извитой каналец дистальный.

Почечное тельце состоит из двухстенной чашечки Шумлянско-Боумана, охватывающей капиллярные петли клубочка, образованные приносящей артериолой. Капиллярная артериальная сеть клубочка уникальна и названа «чудесной».

Эндотелий капилляров, эпителий внутренней стенки капсулы и общая для них базальная мембрана обеспечивает трехслойный почечный фильтр. Область клубочка, прилежащая к этому фильтру, называется мочевой зоной. Несколько нефронов впадают в одну собирательную трубочку, которая начинается в корковом слое, образуя мозговые лучи, и спускается в пирамиду, где трубочки укрупняются в диаметре и открываются на верхушке пирамиды выходными отверстиями.

Все части нефронов, кроме петель Генле, находятся в корковом слое. Петли Генле спускаются в мозговой слой, образуя вместе с сосудами почечные столбы. Проксимальный каналец выстлан кубическим эпителием с микроворсинками, увеличивающими площадь поверхности. Все каналцы нефрона выстланы однослойным почечным эпителием. Эпителий проксимального канальца имеет микроворсинки.

#### *Типы нефронов*

80% нефронов лежат в корковом веществе, это - корковые нефроны 20% нефронов находятся на границе с мозговым (медуллярным) слоем – это юкстамедуллярные нефроны.

#### *20.3.2. Особенности корковых нефронов*

Приносящая артериола клубочка шире выносящей, что создает повышение АД на выходе из клубочка и способствует фильтрации крови в почечном тельце.

В почке расположены две капиллярные сети – «чудесная сеть», артериальная, клубочковая и обычная артерио-венозная, канальцевая.

Таким образом, значение корковых нефронов заключается в их участии в фильтрации крови в клубочке с образованием первичной мочи.

#### *Особенности юкстамедуллярных нефронов*

1. Выносящие артериолы шире приносящих. Нет градиента АД на выходе из клубочка, фильтрация минимальна.
2. Нет второй (канальцевой) капиллярной сети.
3. Выносящие артериолы обильно анастомозируют между собой и с венами.
4. Выносящие артериолы могут непосредственно впадать в вены через прямые соединительные сосуды.

Значение юкстамедуллярных нефронов – в обеспечении кровотока в почках в аварийных ситуациях – при кровотечении, шоке и др., когда АД в аорте и почках резко снижается. Недаром почку называют «барометром сердечно-сосудистой системы».

#### *Особенности кровоснабжения почек*

Почки кровоснабжают почечные артерии, отходящие от аорты под прямым углом, что поддерживает в почке аортальное кровяное давление – 120/80 мм рт.ст. Приносящая артериола клубочка тоже отходит под прямым углом, что обеспечивает в капиллярном клубочке давление 70-90 мм рт.ст. (против 30 мм рт.ст. и ниже - в обычных капиллярах).

Соответственно двум типам нефронов в почках формируются две относительно независимых системы кровоснабжения – корковая и мозговая, анастомозирующие между собой на границе слоев почки. Около 90% притекающей в почке крови (1 л/мин) проходит через корковый слой, обеспечивая фильтрацию мочи в корковых нефронах. Только 10% крови проходит через мозговой слой. Кровоток в почках исключительно интенсивен – 1100-1500 л крови/сутки.

При снижении объема циркулирующей в почках крови (например, при кровотечении) происходит перераспределение почечного кровотока. При этом кровь из коркового слоя через юкстамедуллярные нефроны и систему анастомозов может быстро перейти в мозговое вещество и вены, циркулируя по укороченному пути.

Строение кровеносной системы почек настолько эффективно, что позволяет даже при резких колебаниях давления в аорте (от 90 до 190 мм рт.ст.) обеспечивать фильтрацию в клубочках и образование мочи.

### **20.3. СТРОЕНИЕ МОЧЕТОЧНИКОВ**

Мочеточник – это узкая парная трубка длиной 25 см, которая начинается от почки и спускается в забрюшинном пространстве по большой поясничной мышце в малый таз, где заканчивается в мочевом пузыре. Части мочеточника – брюшная, тазовая, пузырная. Впереди мочеточников – ободочная кишка, петли тонкой кишки. Стенка мочеточника - трехслойная: наружный слой - адвентиция (спереди прилежит брюшина), гладкомышечная оболочка из 2-х слоев (продольного и поперечного), слизистая с продольными складками, выстлана переходным эпителием.

Функция: проведение мочи из почек в мочевой пузырь.

### **20.4. СТРОЕНИЕ МОЧЕВОГО ПУЗЫРЯ**

Мочевой пузырь – орган малого таза (**рис.20.4**), воспаление – цистит. Функция – накопление мочи до мочеиспускания в количестве 500 мл. Пустой мочевой пузырь лежит на дне малого таза между лобковым симфизом и маткой у женщин, симфизом и прямой кишкой – у мужчин, покрыт брюшиной с трех сторон. Средняя оболочка гладкомышечная, состоит из трех слоев, которые совокупно называют изгоняющей мышцей-детрузором. Внутренняя оболочка, слизистая, покрыта переходным эпителием, образует многочисленные складки.

В пузыре различают 4 части: верхушку, тело, дно и шейку внизу, переходящую в мочеиспускательный канал и окруженную у мужчин предстательной железой. Позади мочевого пузыря расположены у мужчин семенные пузырьки. В дне мочевого пузыря имеется гладкий пузырный треугольник, где открываются устья мочеточников и внутреннее отверстие мочеиспускательного канала.

Непроизвольный сфинктер мочевого пузыря образован гладкими циркулярными мышцами в устьях мочеточников и мочеиспускательного канала.

### **20.5. СТРОЕНИЕ МОЧЕИСПУСКАТЕЛЬНОГО КАНАЛА**

Мочеиспускательный канал имеет половые отличия: у мужчин через этот канал выводится сперма и моча, у женщин – только моча.

Мужская уретра длиной 18 см, имеет три отдела: предстательный, мембранозный и губчатый. Ее внутреннее отверстие – в верхушке треугольника мочевого пузыря. В шейке мочевого пузыря расположен произвольный сфинктер уретры. Предстательная часть длиной 2,5 см, проходит через предстательную железу, расширена и имеет возвышение – семенной бугорок, где открываются семявыбрасывающие протоки семенных пузырьков. Перепончатая (мембранозная) часть длиной 1 см, проходит через поперечно-полосатые мышцы тазового дна, формирующие произвольный сфинктер уретры. Губчатая часть длиной 15 см расположена в центре полового члена, в губчатом теле, переходящем на головку члена. На головке в ладьевидной ямке видно наружное отверстие уретры. Стенка уретры трехслойная, напоминает стенку мочеточника.

Мужская уретра S-образно изогнута, что учитывается при введении в мочевой пузырь катетера для выведения мочи.

Женская уретра – короткая прямая трубка длиной 3,5 см, начинается от мочевого пузыря, открывается в преддверие влагалища. Она не только короче мужской уретры, но и шире ее. Непроизвольный гладкомышечный сфинктер находится в дне и шейке мочевого пузыря, произвольный сфинктер у женщин слабо выражен, образован кольцевыми мышцами тазового дна.

## 20.6 ФИЗИОЛОГИЯ ПРОЦЕССОВ МОЧЕОБРАЗОВАНИЯ И МОЧЕВЫДЕЛЕНИЯ

### Функции почек

1. Поддержание гомеостаза:

объема жидкости в организме (выделение воды)

осмотического давления крови (выделение поваренной соли)

pH внутренней среды организма (кислотно-щелочного равновесия) – выделение электролитов, ионов водорода.

онкотического давления (содержания белков в плазме) - выделение мочевины, аммиака и др.

2. Выделение лекарств, пестицидов и др. чужеродных веществ.

3. Синтез глюкозы в условиях голодания.

4. Эндокринная функция.

Почки регулируют водно-минеральный обмен, поддерживая постоянство водного баланса, осмотического давления и кислотно-щелочного равновесия внутренней среды. Основные ионы - это натрий, калий, кальций, хлор, магний, сульфат, фосфат, ион водорода.

Почки удаляют конечные продукты белкового обмена: мочевины, мочевую кислоту, креатин, креатинин, аммиак, продукты распада билирубина и гормонов, излишки глюкозы, солей и др.

Почки выделяют лекарства, пестициды, пищевые добавки и др. чужеродные вещества.

Почка как эндокринная железа выделяет в кровь биологически-активные вещества, из них основные - ренин, регулирующий АД, эритрогенин, стимулирующий эритропоэз и витамин D<sub>3</sub>, регулирующий обмен кальция в организме.

В условиях голодания почка синтезирует глюкозу из аминокислот и др. продуктов.

### Физиология мочеобразования

Мочеобразование имеет три фазы:

1. Клубочковая фильтрация

2. Канальцевая реабсорбция

3. Канальцевая секреция

I фаза - клубочковая фильтрация осуществляется в почечном тельце и заключается в ультрафильтрации плазмы крови из клубочка капилляров в просвет капсулы Шумлянского-Боумена.

Фильтрация происходит при АД не менее 30 мм рт.ст., соответствующему минимальному пульсовому давлению.

Трехслойный фильтр почечного тельца напоминает три сита, вставленных одно в другое. Фильтрат - первичная моча - образуется в количестве 125 мл/мин или 170=180 л/сутки и содержит все компоненты плазмы крови, кроме крупномолекулярного белка.

II и III фазы - реабсорбция и секреция - происходят в канальцах нефрона и начале собирательных трубочек. Эти процессы протекают параллельно, т.к. одни вещества преимущественно реабсорбируются, а другие - частично или полностью секретируются.

Реабсорбция - обратное всасывание в капилляры канальцевой сети из первичной мочи воды и др. необходимых организму веществ: аминокислот, глюкозы, витаминов, электролитов, воды и др. Реабсорбция происходит как пассивно, с помощью диффузии и осмоса (без затраты энергии), так и активно, с участием ферментов и затратой энергии.

Секреция - это функция эпителия канальцев, благодаря которой из крови канальцевой капиллярной сети удаляются вещества, не прошедшие почечный фильтр или же содержащиеся в крови в больших количествах: белковые шлаки, лекарства, пестициды, некоторые краски и др. Для выведения их эпителий канальцев секретирует ферменты. Он может также синтезировать некоторые вещества - аммиак и др. и выделять их непосредственно в канальцы.

Таким образом, секреция по направлению является процессом, противоположным реабсорбции (реабсорбция осуществляется из канальцев в кровь; секреция - из крови в канальцы).

#### *«Разделение труда» в канальцах*

В проксимальном канальце происходит максимальная реабсорбция воды и всех растворенных в ней веществ - до 65-85% фильтрата. Сюда же секретируются почти все вещества, кроме  $K^+$ . Микроворсинки эпителия увеличивают площадь всасывания. В петле Генле происходит реабсорбция основных ионов электролитов и воды (15-35% фильтра). В дистальном канальце и собирательных трубочках секретируются ионы  $K^+$  и реабсорбируется вода. Здесь начинается формирование конечной мочи. Канальцевая реабсорбция по объему больше канальцевой секреции. В выведении из организма белковых шлаков, лекарств и др. чужеродных веществ большую роль играет секреция.

#### *Образование конечной мочи*

Конечная моча образуется в собирательных трубочках со скоростью 1 мл/мин или 1-1,5 л/сут. Содержание в ней шлаков в десятки раз превышает содержание их в крови (мочевины - в 65 раз, креатинина - в 75 раз, сульфатов - в 90 раз), что объясняется концентрацией мочи, в основном в петле Генле и собирательных трубочках. Это связано с прохождением петель Генле и собирательных трубочек через мозговой слой почки, тканевая жидкость которого имеет высокую концентрацию поваренной соли, что стимулирует реабсорбцию воды в кровь.

Таким образом, мочеобразование - сложный процесс, в котором принимают участие клубочковая фильтрация, канальцевая активная и пассивная реабсорбция, канальцевая секреция ферментов и некоторых веществ, удаляемых из организма. В связи с этим почки нуждаются в большом количестве кислорода (в 6-7 раз больше на единицу массы, чем мышцы).

#### *Количество, состав и свойства мочи*

Средний диурез человека составляет 1-1,5 л., и этот показатель непостоянен. Он возрастает при обильном питье, потреблении соленой, острой, белковой пищи и снижается при недостаточном питье, обильном потоотделении и т.д. Днем мочи больше, чем ночью, что связано с пониженной жизнедеятельностью во время сна и понижением АД. При физической нагрузке диурез уменьшен, т.к. работающие мышцы требуют больше крови и кровоснабжение почек меньше, фильтрация мочи снижена. Кроме того, при физической нагрузке возрастает потоотделение.

Цвет мочи - соломенно-желтый. Моча прозрачна, но при отстаивании виден осадок из солей и слизи. Реакция мочи слабо щелочная (рН 5,0-7,0), меняется в зависимости от питания: при растительном рационе реакция мочи щелочная, при мясном рационе - кислая. Относительная плотность - 1,020, зависит от количества выпитой жидкости.

В нормальной моче присутствуют белковые шлаки - мочевины, мочевая кислота, аммиак и др. В норме в моче белка нет, кроме случаев, связанных с тяжелой мышечной нагрузкой (протеинурия). В моче могут быть щавелевая, молочная кислоты и др. Глюкоза появляется только в случае гипергликемии (глюкозурия). Пигменты образуются из билирубина (уробилин, урохром), окрашивая мочу в желтый цвет. Эритроциты появляются только при заболеваниях почки и мочевыводящих путей (гематурия). Тогда же в моче может появиться гной. Неорганические соли - хлориды натрия, калия, сульфаты, фосфаты выводятся с мочой по 15-25г в сутки, придавая моче кислую реакцию.

#### *Выведение мочи*

Конечная моча поступает по чашечкам в лоханку, мочеточник и мочевого пузыря. Обратному тону мочи в мочеточник препятствует клапан - мышца мочеточника, косо входящего в мочевого пузыря. Моча накапливается в мочевом пузыре до 500 мл и выводится периодически.

#### **АКТ МОЧЕИСПУСКАНИЯ**

Мочевой пузырь иннервируют тазовые парасимпатические и симпатические нервы. При возбуждении симпатических нервов усиливается перистальтика мочеточников, расслабляется мышца пузыря, усиливается тонус его сфинктеров, и моча накапливается в пузыре. При возбуждении парасимпатических нервов, мышца мочевого пузыря сокращается, сфинктеры открываются, моча выходит из пузыря в уретру.

Таким образом, мочеиспускание - сложнорефлекторный акт, заключающийся в одновременном сокращении стенки пузыря и расслаблении его сфинктеров. Повышение давления в пузыре раздражает его механорецепторы. Аfferентные импульсы поступают в спинной мозг. Эfferентные импульсы по парасимпатическим нервам идут к мочевому пузырю. Одновременно от спинномозгового центра мочеиспускания возбуждение передается в корковый центр, где формируется позыв к мочеиспусканию. При этом акт может по необходимости быть задержан или ускорен.

У маленьких детей корковый контроль отсутствует, он формируется постепенно, с возрастом. При невротических реакциях, чаще у детей возможен срыв коркового контроля в ночное время с возникновением энуреза - ночного недержания мочи.

#### *Регуляция мочеобразования*

Регуляция мочеобразования происходит нервно-гуморальным путем. Нервная система и гормоны регулируют тонус почечных артерий, поддерживая АД, необходимое для фильтрации мочи.

#### *Гуморальная регуляция*

Соматотропный и адренокортикотропный гормоны гипофиза повышают диурез. Вазопрессин, антидиуретический гормон снижает мочеобразование, стимулируя реабсорбцию воды в дистальном канальце и начале собирательных трубочек. Гипофункция этого гормона вызывает несахарный диабет.

Альдостерон - гормон коркового слоя надпочечников - способствует реабсорбции натрия и выведению калия в дистальных канальцах. Он тормозит обратное всасывание кальция и магния в проксимальном канальце.

Ренин (фермент) является важным фактором саморегуляции почки и включается при гипотонии.

#### *Нервная регуляция*

Вегетативная нервная система регулирует как процессы клубочковой фильтрации, так и канальцевой реабсорбции.

Симпатические нервы почек в основном сосудосуживающие. При их раздражении суживаются как приносящая, так и выносящая артериолы клубочка, снижается клубочковая фильтрация, уменьшается выделение воды и увеличивается выведение натрия с мочой. Если суживаются только выносящие артериолы - диурез увеличивается. Симпатические нервы стимулируют секрецию ренина.

Кора больших полушарий влияет на почки через вегетативные нервы и гипоталамус, где вырабатывается вазопрессин.

D<sub>3</sub> секретируется эпителием почечных канальцев и является активной формой витамина D. Он регулирует кальциевый обмен, стимулируя интенсивное всасывание кальция в кишечнике. У детей при недостатке D<sub>3</sub> развивается рахит. Процесс преобразования D<sub>3</sub> в почках регулируется паратгормоном паращитовидных желез.

### **ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ**

*Задание №1. Выберите один или несколько правильных ответов:*

1. Фильтрация первичной мочи происходит в:
  - А) пирамидах
  - В) лоханке
  - С) почечном тельце
  - Д) петле Генле
2. Фильтрация в большинстве клубочков почечного тельца снижается при:
  - А) снижении АД ниже 80 мм рт.ст.
  - В) повышении АД выше 190 мм рт.ст.
  - С) повышении давления в клубочке тельца
  - Д) при повышении уровня вазопрессина
3. Заболевание почек, характеризующееся поражением капиллярных клубочков, называют:



- А) гломерулонефрит  
 В) пиелонефрит  
 С) нефроз  
 D) цистит
4. Секреция ренина в почках увеличивается:  
 А) при уменьшении содержания  $\text{Na}^+$   
 В) при увеличении содержания  $\text{Na}^+$   
 С) при уменьшении содержания  $\text{K}^+$   
 D) при увеличении содержания  $\text{K}^+$
5. Секреция альдостерона усиливается при:  
 А) гипонатриемии  
 В) гипернатриемии  
 С) гиперкалиемии  
 D) гипокалиемии
6. Реабсорбция в почечных канальцах не регулируется гормонами:  
 А) адреналином  
 В) альдостероном  
 С) окситоцином  
 D) антидиуретическим гормоном
7. Факторы, определяющие величину периферического сопротивления току крови:  
 А) просвет артериол  
 В) работа сердца  
 С) вязкость крови  
 D) тонус вен
8. Основные факторы, определяющие величину АД:  
 А) масса циркулирующей крови  
 В) работа сердца  
 С) просвет артериол  
 D) тонус вен

Задание № 2. Заполните таблицу:

Органы выделения

Название органа	Название системы органов	Экскреты
ПОЧКИ		
ЛЕГКИЕ		
КОЖА		
ЖКТ		

### ЭТАЛОНЫ ОТВЕТОВ

Задание №1: 1-С, 2-А, 3-А, 4-А, 5-А, 6-А,С, 7-А,С, 8-А,В,С.

Задание №2. Органы выделения

Название органа	Название системы органов	Экскреты
1. ПОЧКИ	Мочевыделительная	избытки воды, минеральных солей, продукты обмена белков - мочевины, мочевая кислота, креатинин
2. ЛЕГКИЕ	Дыхательная	воду, углекислый газ, летучие ароматические вещества (в пище, питье, лекарствах), продукты неполного окисления жира (ацетон) при диабете
3. КОЖА	Сенсорная система	воду, минеральные соли,

		белковые шлаки
4. ЖКТ	Пищеварительная система	твердые шлаки, воду, непереваренные остатки пищи, пигменты

## УЧЕБНЫЙ МОДУЛЬ 21 «ПРОЦЕСС РЕПРОДУКЦИИ»

### УЧЕБНЫЕ ЦЕЛИ

ПОСЛЕ ИЗУЧЕНИЯ МОДУЛЯ СТУДЕНТ ДОЛЖЕН:

**ИМЕТЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О:** значении процесса репродукции для сохранения вида, процессе овогенеза и сперматогенеза, месте оплодотворения яйцеклетки, механизме движения яйцеклетки из яичника в матку, процессе опускания яичка в мошонку, мужском и женском половых циклах.

**ЗНАТЬ:** строение наружных и внутренних мужских и женских половых органов, мужской и женской промежности, процесс оплодотворения.

**УМЕТЬ:** использовать медицинскую терминологию, показывать на муляжах детали анатомического строения женских и мужских половых органов.

### ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Половые органы имеют общее происхождение и тесные взаимосвязи с мочевыми органами, поэтому их объединяют в мочеполовой аппарат. Так, выводные протоки мужских половых путей открываются в мочеиспускательный канал.

Различают наружные и внутренние мужские и женские половые органы, выполняющие репродуктивные функции (функции размножения). Центральное место принадлежит гонадам, половым железам: мужским (яичкам) и женским (яичникам). Как железы смешанной секреции, они выделяют половые клетки (гаметы) и половые гормоны, определяющие пол человека. Следует помнить, что половые железы мужчин и женщин наряду со свойственными им гормонами вырабатывают и небольшое количество гормонов противоположного пола.

#### 21.1. МУЖСКИЕ ПОЛОВЫЕ ОРГАНЫ

У мужчин к внутренним половым органам относят яички, придатки яичек, семявыносящие протоки, семенные пузырьки, предстательную железу и бульбоуретральные железы. Наружными половыми органами у мужчин являются половой член и мошонка (**рис. 21.1**).

##### *Яичко*

Парное яичко является мужской половой железой. Воспаление яичка – орхит. В яичках размножаются и созревают мужские половые клетки – сперматозоиды и вырабатываются мужские половые гормоны - андрогены. Яичко находится в мошонке. По форме оно представляет овальное, немного сплющенное с боков тело. Масса яичка у взрослого в среднем составляет около 25 г, длина примерно 4,5 см. В яичке различают медиальную и латеральную поверхности, передний и задний края, верхний и нижний концы. К заднему краю яичка прилежит его придаток.

Яичко покрыто белой, плотной соединительно-тканной белочной оболочкой, которая на заднем его крае образует утолщение - средостение яичка. Отходящими от средостения яичка перегородочками вещество яичка делится на 250-300 долек. В дольках находятся тонкие трубочки – извитые семенные канальцы, вблизи средостения яичка они переходят в прямые семенные канальцы. Прямые канальцы продолжают в средостение, где, переплетаясь между собой, образуют сеть яичка. Стенки извитых семенных канальцев состоят из сперматогенного эпителия и опорных клеток Сертоли. В соединительно-тканых перегородочках яичка находятся железистые интерстициальные клетки Лейдига, в которых образуются мужские половые гормоны.

##### *Придаток яичка*

Придаток яичка - небольшой удлинённый орган, в котором различают головку, тело и хвост. Из сети яичка, расположенной в его средостении, выходит 12-15 выносящих канальцев яичка. Они сильно извиты, образуют дольки головки придатка и впадают в проток придатка яичка, который образует тело и хвост придатка и переходит в семявыносящий проток.

### *Семявыносящий проток*

Парный семявыносящий проток представлен трубкой длиной 40-50 см, служит для выведения спермы. От хвоста придатка яичка проток в составе семенного канатика поднимается к поверхностному паховому кольцу и проходит паховый канал. У глубокого пахового кольца проток отделяется от сосудов и нервов семенного канатика и по боковой стенке таза направляется ко дну мочевого пузыря, к предстательной железе, где соединяется с протоком семенного пузырька. Около мочевого пузыря проток имеет расширение – ампулу семявыносящего протока. Стенка протока состоит из трех оболочек: внутренней – слизистой, средней – мышечной и наружной – соединительно-тканной.

### *Семенной канатик*

Парный семенной канатик имеет форму шнура. Он располагается в мошонке от хвоста придатка до глубокого пахового кольца. В состав семенного канатика входят семявыносящий проток с его сосудами и нервами, сосуды и нервы яичка. Все это окружено соединительно-тканной оболочкой – внутренней семенной фасцией. Поверх этой фасции в паховом канале находится мышца, поднимающая яичко. У глубокого пахового кольца семенной канатик распадается на составные части, при этом сосуды и нервы направляются вверх, в забрюшинное пространство, а семявыносящий проток спускается в малый таз к мочевому пузырю.

### *Семенные пузырьки*

Парный семенной пузырек представляет собой продолговатое тело длиной около 5 см, расположенное между дном мочевого пузыря и ампулой прямой кишки. Функционально это железа, секрет которой примешивается к сперме. Стенка семенного пузырька состоит из слизистой и очень тонких мышечной и соединительно-тканной оболочек. Полость семенного пузырька имеет сложную ячеистую форму и переходит в короткую трубку – выделительный проток.

В результате соединения семявыносящего протока с протоком семенного пузырька образуется семявыбрасывающий проток. Оба семявыбрасывающих протока, правый и левый, прободают сзади предстательную железу и открываются на семенном холмике в предстательной части мочеиспускательного канала.

### *Предстательная железа*

Предстательная железа находится в полости малого таза вокруг шейки мочевого пузыря. Масса железы у взрослого составляет в среднем около 20 г, а поперечник – около 4 см. Через железу проходит предстательная часть мочеиспускательного канала, в которую впадают семявыбрасывающие потоки и проточки долек самой железы. В предстательной железе, по форме напоминающей каштан, различают основание и верхушку, переднюю и заднюю поверхности, правую, левую и среднюю доли. Основание предстательной железы направлено вверх к дну мочевого пузыря, верхушка – вниз к мочеполовой диафрагме, передняя поверхность обращена к лобковому симфизу, а задняя поверхность – к прямой кишке. Предстательная железа состоит из двух тканей: мышечной и железистого эпителия. Гладкая мышечная ткань составляет значительную часть массы железы и при сокращении способствует выбрасыванию секрета из железистых долек, а также является внутренним сфинктером мочеиспускательного канала. Железистый эпителий образует дольки железы и выделяет секрет, входящий в состав спермы. Воспаление предстательной железы – простатит.

### *Бульбоуретральные железы*

Парные бульбоуретральные железы величиной с горошину, находятся в толще мочеполовой диафрагмы, на уровне наружного сфинктера мочевого пузыря. Проток железы открывается в мочеиспускательный канал. Секрет этих желез является составной частью спермы.

### *Половой член*

Половой член служит для выведения мочи и семенной жидкости. В нем различают переднюю утолщенную часть, головку, среднюю часть - тело и заднюю часть - корень. На головке полового члена находится наружное отверстие мочеиспускательного канала. Между телом и головкой имеется сужение – шейка головки. На теле полового члена передняя (верхняя) поверхность называется спинкой полового члена. Корень полового члена прикреплен к лобковым костям. Член покрыт кожей и состоит из трех тел цилиндрической формы: парных пещеристых тел и непарного губчатого тела полового члена. Эти тела покрыты соединительно-тканной белочной оболочкой, от которой отходят многочисленные перегородки, разделяющие небольшие наполненные кровью пространства – ячейки.

Губчатое тело на концах утолщено: заднее утолщение называется луковицей полового члена, переднее – головкой полового члена. Внутри губчатого тела проходит мочеиспускательный канал. Кожа полового члена на головке плотно сращена с белочной оболочкой губчатого тела, а на остальном протяжении подвижна и легко растяжима. В области шейки она образует складку, называемую крайней плотью полового члена, которая в виде капюшона охватывает головку и легко смещается. На задней поверхности головки полового члена крайняя плоть образует складку – уздечку крайней плоти.

#### *Мошонка*

Мошонка представляет собой мешок, в котором находятся оба яичка с придатками и начальными отделами семенных канатиков. Она образовалась как выпячивание передней брюшной стенки и состоит из тех же слоев. Кожа мошонки подвижна и содержит большое количество потовых, сальных желез и волос. Яичко покрыто серозной оболочкой, состоящей из двух пластинок – висцеральной и париетальной. Между ними находится щелевидная серозная полость яичка, содержащая небольшое количество серозной жидкости.

### **21.2. ФИЗИОЛОГИЯ МУЖСКОЙ ПОЛОВОЙ СИСТЕМЫ**

Яички выполняют двойную функцию: герминативную и внутрисекреторную. Герминативная функция обеспечивает образование мужских половых клеток – сперматозоидов. Сперматогенез – развитие половых клеток – состоит из трех этапов: деления, роста, созревания и происходит только в извитых семенных канальцах. Как отмечалось выше, стенка извитого семенного канальца состоит из эпителиальных клеток: опорных клеток Сертоли и половых клеток на разных стадиях созревания. Первичные незрелые половые клетки называются сперматогониями, которые при созревании превращаются в сперматоциты. Процесс созревания зависит от клеток Сертоли, которые создают питательную и стимулирующую среду, поставляя тестостерон и эстрогены, необходимые для созревания спермиев. Процесс образования спермиев занимает около 70 дней. Причем, гаметы, извлеченные из извитых канальцев, неподвижны и не могут проникать через оболочку яйцеклетки.

Внутрисекреторная функция яичек заключается в выделении мужских половых гормонов – андрогенов интерстициальными клетками. Основной гормон среди андрогенов – тестостерон. В организме андрогены стимулируют синтез белка, рост мышечной массы и костей. Они отвечают за вторичные мужские половые признаки, формируют половое поведение и агрессивность. Для поддержания нормального мужского поведения пороговая концентрация тестостерона в крови составляет 1-2 нг/мл.

Семенники функционируют в течение всей жизни мужчины. У мужчин образование и выделение сперматозоидов – процесс непрерывный, начинающийся с наступления половой зрелости и продолжающийся в течение всей жизни. Хотя с возрастом секреция тестостерона снижается, нормальный сперматогенез может продолжаться до глубокой старости. Тем не менее, у стареющих мужчин все же наступает климакс, при котором отмечаются атрофические изменения в яичках, в частности, постепенная атрофия интерстициальных клеток.

Придаток яичка – представляет собой андрогензависимый секреторный орган, который служит для проведения, накопления и дозревания сперматозоидов, приобретающих здесь впервые подвижность. Процесс продолжается в течение 5-12 дней.

Семявыносящий проток служит для проведения спермиев от хвоста придатка до ампулы семявыносящего протока, где проходит их накопление в течение длительного времени (месяцами).

Семенные пузырьки являются железистыми андрогензависимыми секреторными органами. Секрет семенных пузырьков вязкий, беловато-серый, желатиноподобный, после эякуляции разжижается в течение нескольких минут и составляет около 50-60% семенной жидкости.

Предстательная железа – андрогензависимый орган, поставляющий около 25-35% плазмы спермы, увеличивает объем эякулята, участвует в его разжижении и активизирует движение спермиев. Сперма или семенная жидкость является совокупным продуктом всех половых желез мужчины. Она содержит сперматозоиды (в среднем 200-300 тыс в 1 мл) и жидкую часть. Нормальный сперматозоид способен к движениям за счет изгибов своего длинного жгутика. Движения возможны лишь в слабощелочной среде. Образовавшийся эякулят (2-3 мл спермы, выбрасываемой в половые пути женщины за один половой акт) превращает среду влагалища в слабощелочную, благоприятную для продвижения сперматозоидов.

Мочеиспускательный канал выполняет три функции: удерживает мочу в мочевом пузыре, проводит мочу при мочеиспускании, проводит семенную жидкость в момент эякуляции.

Половой член является органом, который способен при возбуждении увеличиваться и приобретать значительную плотность (состояние эрекции), что необходимо для введения его во влагалище женщины, совершения движений - фрикций и проведения эякулята к шейке матки. Эрекция – рефлекторный акт, в основе которого лежит наполнение кровью кавернозных тел.

### **21.3. ЖЕНСКИЕ ПОЛОВЫЕ ОРГАНЫ**

У женщин к внутренним половым органам относятся: яичники, матка с маточными трубами и влагалище, к наружным – клитор и женская половая область – лобок, большие, малые половые губы и преддверие влагалища (**рис. 21.2**).

#### *Строение яичников*

Парный яичник является половой железой, в которой происходит рост и созревание женских половых клеток и вырабатываются женские половые гормоны. Расположен яичник у боковой стенки малого таза. Он имеет форму сплющенного овального тела. Длина яичника у половозрелой женщины - около 2,5 см, а масса – 5-8 г. Яичник имеет медиальную и латеральную поверхности, трубный (верхний) и маточный (нижний) концы, свободный (задний) и брыжеечный (передний) края. К трубному концу яичника прикреплена одна из бахромок маточной трубы. От маточного конца яичника к матке идет собственная связка яичника. Своим брыжеечным краем яичник посредством небольшой складки брюшины – брыжейки яичника – прикреплен к заднему листку широкой связки матки; в области этого края в яичник входят сосуды и нервы. Снаружи яичник покрыт белочной оболочкой, состоящей из соединительной ткани, покрытой кубическим эпителием. В яичнике различают два слоя – мозговое и корковое вещество. Мозговое вещество яичника находится в области брыжеечного края и в глубине яичника. Оно состоит из соединительной ткани, в которой проходят сосуды и нервы. Корковое вещество яичника расположено по его периферии, имеет соединительно-тканную строму, содержащую фолликулы. У новорожденной девочки в каждом яичнике насчитывается несколько миллионов зародышевых фолликулов. Каждый такой фолликул состоит из одного слоя фолликулярных эпителиальных клеток, окружающих незрелую яйцеклетку (овоцит).

#### *Маточная труба*

Парная маточная труба длиной 10-12 см, служит для проведения яйцеклеток в матку. Она находится в полости малого таза, сбоку от матки, в верхнем отделе ее широкой связки. В маточной трубе различают несколько частей: маточную часть, перешеек, ампулу и воронку маточной трубы. Маточная часть находится в стенке матки. Перешеек – суженная часть трубы – лежит рядом с маткой и переходит в расширенную часть – ампулу. Воронка маточной трубы обращена к яичнику. Края ее разделены на бахромки; самая большая из них называется яичниковой, так как прикрепляется к трубному концу яичника. Канал маточной трубы имеет два отверстия: маточное отверстие трубы открывается в полость матки, а брюшное отверстие трубы – в полость брюшины рядом с яичником. Посредством брюшного отверстия трубы полость брюшины у женщины через маточные трубы, матку и влагалище сообщается с внешней средой.

Стенка маточной трубы состоит из слизистой, мышечной оболочек и серозной оболочки с соединительно-тканым подсерозным слоем. Слизистая оболочка покрыта мерцательным эпителием и образует продольные складки. Мышечная оболочка представлена циркулярным и продольным слоями гладких мышечных клеток. Серозная оболочка покрывает трубы со всех сторон – это часть брюшины, образующей широкую связку матки.

#### *Матка*

Матка (**рис. 21.3**) - полый мышечный орган, предназначенный для развития и вынашивания плода в период беременности и изгнания его наружу во время родов. У нерожавшей женщины длина матки 7-8 см, масса около 50 г, у рожавшей – длина 8-9,5 см, масса около 100 г. В старости размеры и масса матки уменьшаются. Находится матка в полости малого таза между мочевым пузырем спереди и прямой кишки сзади.

Матка имеет грушевидную форму. Верхняя широкая часть матки называется дном, средняя – телом, а нижняя – шейкой. Место перехода тела матки в шейку сужено и называется перешейком матки. Шейка матки подразделяется на две части: влагалищную (выступает в полость влагалища) и надвлагалищную (находится выше влагалища). На матке различают переднюю – пузырную и заднюю

– кишечную поверхности, правый и левый края. Тело матки по отношению к шейке расположено под углом, обращенным вперед.

В теле матки имеется щелевидная полость матки, а в шейке – канал шейки матки. Форма полости матки на фронтальном разрезе треугольная, в верхних двух углах ее находятся маточные отверстия труб, а в нижнем углу полость матки переходит в канал шейки (в акушерстве место перехода называют внутренним маточным зевом). Канал шейки матки открывается во влагалище отверстием матки (наружным маточным зевом), которое ограничено передней и задней губами шейки матки. У нерожавшей женщины оно округлой формы, а у рожавшей – в виде поперечной щели.

Стенка матки имеет три оболочки: внутреннюю, слизистую, эндометрий, среднюю мышечную, миометрий и наружную серозную, периметрий. Слизистая оболочка толщиной до 3 мм, выстлана однослойным призматическим эпителием. В толще залегают простые трубчатые железы. Мышечная оболочка матки мощная, построена из гладкой мышечной ткани. Мышечные клетки располагаются в разных направлениях и переплетаются между собой. В мышечной оболочке имеется большое количество кровеносных сосудов. Серозная оболочка матки представлена брюшиной. Она покрывает всю матку, за исключением влагалищной и частично надвлагалищной частей шейки, и переходит с матки на другие органы и стенки малого таза. При этом между маткой и мочевым пузырем образуется выстланное брюшиной пузырно-маточное углубление, а между маткой и прямой кишкой – прямокишечно-маточное углубление. По бокам от шейки матки, под брюшиной находится слой клетчатки – параметрий.

Роль опорно-поддерживающего аппарата матки выполняют ее связки, а также мышцы и фасции тазового дна. Различают широкие, круглые и прямокишечно-маточные связки. Все они парные. Широкая связка матки состоит из двух листков брюшины, переходящих с матки на боковую стенку малого таза. В верхнем отделе этой связки находится маточная труба, а под ней - яичник. Круглая связка матки состоит из пучков соединительной и гладкой мышечной ткани, имеет вид шнура, идет от края матки к глубокому паховому кольцу, проходит через паховый канал и заканчивается в толще больших половых губ и лобка. Прямокишечно-маточная связка пучками направляется от шейки матки к прямой кишке и крестцу. У места начала круглой связки к матке прикрепляется собственная связка яичника.

Матка является сравнительно подвижным органом. Так, при опорожнении мочевого пузыря дно матки отклоняется вперед, а при наполнении его – занимает вертикальное положение.

#### *Влагалище*

Влагалище используется как вместилище эякулята во время полового акта и служит для изгнания плода в период родов. Оно представляет собой мышечную трубку длиной 8-10 см. Верхним концом оно охватывает шейку матки, спускается вниз, по пути прободает мочеполовую диафрагму и открывается отверстием влагалища в щелевидное пространство между малыми половыми губами – в преддверие влагалища. Отверстие влагалища у девственниц прикрывает по краям складка слизистой оболочки – девственная плева. Впереди влагалища расположены мочевой пузырь и мочеиспускательный канал, а позади – прямая кишка. Между стенками влагалища и влагалищной частью шейки матки имеется углубление – свод влагалища.

Стенка влагалища состоит из слизистой, мышечной и соединительно-тканной оболочек. На слизистой оболочке имеются поперечные влагалищные складки. Мышечная оболочка влагалища представлена гладкой мышечной тканью и вместе со слизистой оболочкой легко растяжима. Снаружи от мышечной оболочки находится соединительная ткань, которая соединяет влагалище с соседними органами.

#### *Лобок*

Лобок вверху отделен от области живота лобковой бороздой, от бедер – тазобедренными бороздами. Волосной покров лобка книзу переходит на большие половые губы. Подкожно-жировой слой в области лобка хорошо выражен.

#### *Большие половые губы*

Парная большая половая губа представляет собой складку кожи с жировой тканью внутри. Губы ограничивают щелевидное пространство – половую щель. Впереди и позади большие половые губы соединяются между собой небольшими складками кожи – передней и задней спайками губ.

Выше, в области лобкового симфиза, находится возвышение - лобок, также содержащий жировую ткань. Кожа лобка и наружной поверхности больших половых губ покрыта волосами.

#### *Малые половые губы*

Парная малая половая губа - тонкая складка кожи, расположенная медиальнее большой половой губы. В коже имеются сальные железы. В толще малых половых губ находятся венозные сплетения.

#### *Клиитор*

Клиитор - пальцевидное образование длиной 2,5-3,5 см, расположенное впереди малых половых губ. В нем различают головку, тело и ножки. Он состоит из двух пещеристых тел – правого и левого, соответствующих пещеристым телам мужского полового члена, и содержит большое количество рецепторов.

#### *Преддверие влагалища*

Ладьевидное углубление между малыми половыми губами называется преддверием влагалища. В преддверие влагалища открываются: наружное отверстие мочеиспускательного канала, отверстие влагалища, отверстия протоков больших и малых преддверных желез.

Парные большие железы преддверия (бартолиновы железы), альвеолярно-трубчатые, размером с горошину, аналогичны бульбоуретральным железам мужчины. Они расположены позади луковицы преддверия, в основании малых половых губ, где открываются их протоки. Выделяют слизистый секрет, увлажняющий вход во влагалище.

Парные малые преддверные железы расположены в толще стенок преддверия влагалища, куда открываются их протоки

Луковица преддверия по развитию и строению аналогична губчатому телу мужского полового члена. Расположена между отверстием мочеиспускательного канала и клиитором, в основании больших половых губ. Луковица преддверия состоит из венозного сплетения, окруженного соединительной тканью и пучками гладкомышечных клеток.

#### **21.4 ПРОМЕЖНОСТЬ**

Промежность - это область выхода из малого таза, расположенная между бедрами. Она ограничена спереди нижней поверхностью лобкового симфиза, сзади верхушкой копчика, с боков седалищными буграми. В области промежности находятся наружные половые органы и задний проход. Под кожей промежности расположены жировая клетка, а затем мышцы, покрытые с двух сторон фасциями. Эти мышцы и фасции составляют дно таза, которое закрывает нижнюю апертуру (выход) таза, и являются опорным, или поддерживающим, аппаратом для находящихся в ней органов. Дно таза подразделяется на два отдела: передний – мочеполая диафрагма и задний – диафрагма таза.

Мочеполая диафрагма закрывает промежутки между ветвями лобковых и седалищных костей. Основу ее составляют парная глубокая мышца промежности и сфинктер мочеиспускательного канала, покрытые верхней и нижней фасциями мочеполой диафрагмы. Через мочеполую диафрагму проходит у мужчин мочеиспускательный канал, а у женщин – мочеиспускательный канал и влагалище.

Диафрагма таза занимает больший задний отдел нижней апертуры таза. Она образована мышцей, поднимающей задний проход, копчиковой мышцей и покрывающими их фасциями таза. Эта диафрагма имеет форму выступающего книзу купола. Углубление между диафрагмой таза и седалищным бугром с каждой стороны называется седалищно-прямокишечной ямкой, содержащей жировую клетчатку, в которой расположены сосуды и нервы. Через диафрагму таза проходит нижний отдел прямой кишки, заканчивающийся задним проходом, вокруг которого под кожей расположена мышца – наружный сфинктер заднего прохода.

Часть области выхода из малого таза, лежащую между наружными половыми органами и задним проходом, называют промежностью в узком смысле этого слова. У женщин она находится между преддверием влагалища и задним проходом.

#### **21.5. ПОЛОВЫЕ ПРИЗНАКИ**

Половое развитие и созревание определяется развитием половых желез и поступлением в кровь половых гормонов. Половая зрелость у человека наступает в возрасте 12-16 лет. Она характеризуется полным развитием первичных и появлением вторичных половых признаков.

Первичные половые признаки – это признаки, относящиеся к особенностям строения половых желез (яички, яичники) и половых органов как таковых. Они определяют возможность осуществления полового акта и деторождения.

Вторичные половые признаки – признаки, относящиеся к строению и функции различных органов, кроме половых. У мужчин вторичными половыми признаками являются растительность на лице, особенности распространения волосяного покрова на теле, низкий голос, характерное строение тела, особенности психики и поведения. У женщин к вторичным половым признакам относятся особенности расположения волос на теле, женский тип телосложения, развитие молочных желез.

#### *21.5.1 Молочная железа*

Молочная железа по развитию является измененной потовой железой, но в функциональном отношении связана с половыми органами.

Основание молочной железы соответствует уровню III-IV ребер, железа расположена на большой грудной мышце и окружена собственной фасцией. В центре выпуклости железы имеется выступ – сосок молочной железы, окруженный околососковым кружком – участком пигментированной бугристой кожи.

Молочная железа состоит из 15-20 долей, а доли – из железистых долек. Поверхностная фасция образует капсулу железы и перегородки между ее долями. Выводные протоки долей железы называются млечными протоками. Они образуют вблизи соска расширения – млечные синусы, которые открываются на верхушке соска воронкообразными млечными отверстиями. Жировая ткань находится как между долями железы, так и на ее поверхности, под кожей.

#### *21.6 ФИЗИОЛОГИЯ ЖЕНСКОЙ ПОЛОВОЙ СИСТЕМЫ*

В отличие от мужчин, половая деятельность женщин имеет циклический характер и зависит от процессов, протекающих в яичнике и матке под названием маточно-овариального цикла, причем физиологические процессы и структурные изменения в яичниках являются первичными, а в матке – вторичными.

##### *Яичниковый (овариальный) цикл*

У половозрелой девушки (женщины) в яичнике находится несколько сотен тысяч первичных фолликулов, происходит усиленный рост части первичных фолликулов, а так же рост и созревание находящихся в них яйцеклеток. Зрелый, вторичный фолликул называется также везикулярным (пузырчатым) яичниковым фолликулом (графовым фолликулом). Он имеет форму пузырька диаметром 6-12 мм. Стенка везикулярного фолликула включает наружный слой плотной соединительной ткани, кровеносные капилляры и внутренний, зернистый слой, состоящий из клеток фолликулярного эпителия. Клетки зернистого слоя растущего фолликула выполняют эндокринную функцию – вырабатывают и выделяют в кровь женские половые гормоны – эстрогены. Полость зрелого фолликула заполнена фолликулярной жидкостью. Внутри фолликула, на так называемом яйценосном холмике, находится яйцеклетка (овоцит первого порядка). Регулярно, раз в 28 дней (лунный месяц), происходит разрыв одного очередного зрелого фолликула, и током фолликулярной жидкости яйцеклетка выбрасывается из яичника. Этот процесс называется овуляцией. Выброшенная яйцеклетка попадает в маточную трубу, где быстро превращается в зрелую яйцеклетку, способную к оплодотворению - соединению мужской половой клетки с женской. Необходимо отметить, что оплодотворение обычно происходит в маточной трубе, и здесь же протекают начальные стадии развития зародыша. Проходя по фаллопиевым трубам зигота дробится, и образуется бластула – однослойный зародыш. На 6-9 день зародыш погружается в стенку матки. Затем между зародышем и маткой образуются более тесные контакты, способствующие обмену питательными веществами и кислородом. На более поздних этапах образуется плацента – орган, состоящий из клеток матери и плода.

Полного развития и созревания достигает поочередно небольшая часть фолликулов и находящихся в них яйцеклеток, а большинство из них подвергается обратному развитию. На месте лопнувшего фолликула из остатков его стенки образуется желтое тело, при этом зернистые клетки усиленно размножаются, увеличиваются в размерах и в них накапливается желтый пигмент – лютеин. Желтое тело играет роль железы внутренней секреции: продуцирует гормон прогестерон.

Различают менструальное желтое тело и желтое тело беременности. Менструальное желтое тело образуется в том случае, если не происходит оплодотворения яйцеклетки, оно функционирует



около двух недель. Желтое тело беременности образуется при наступлении оплодотворения и функционирует длительное время. При атрофии желтого тела на его месте остается соединительно-тканый рубец – белое тело.

#### *Маточный цикл*

У девушек с наступлением половой зрелости и у небеременных женщин слизистая оболочка матки претерпевает каждые 28-30 дней (лунный месяц) цикл изменений, тесно связанный с процессами, происходящими в яичниках (овуляцией и образованием желтого тела). Маточный цикл делится на три фазы, в ходе которых происходят изменения эндометрия:

1. В менструальную фазу (фаза десквамации) происходит отторжение эпителиального слоя эндометрия, усиливается приток крови, в результате чего появляются менструальные выделения.

2. Фаза пролиферации совпадает с фолликулярной фазой, протекающей в яичнике, и здесь происходит восстановление функционального слоя эндометрия под воздействием эстрогена, выделяемого развивающимся фолликулом.

3. В секреторную фазу прогестерон, выделяемый желтым телом, стимулирует секрецию слизи в матке и подготавливает ее к возможному принятию оплодотворенного яйца.

Ко времени поступления яйцеклетки по маточной трубе в матку слизистая оболочка матки разрастается и набухает. При оплодотворении яйцеклетки развивающийся зародыш погружается в такую разрыхленную слизистую оболочку, и с этого времени беременность продолжает развиваться в матке.

Если оплодотворение не произошло, поверхностная часть слизистой оболочки матки (функциональный слой эндометрия) отторгается, при этом разрываются кровеносные сосуды и происходит кровотечение из матки – менструация. Обычно менструация длится 3-7 дней, после чего слизистая оболочка матки полностью восстанавливается, и цикл повторяется.

У женщин половая функция сохраняется до 40-45 лет. Во время каждого менструального цикла овулирует один фолликул. В среднем в год бывает 13 овуляторных циклов.

У женщин старше 45-50 лет (иногда позднее) наступает климактерический период (климакс), во время которого изменяется деятельность яичников: созревание фолликулов, овуляция и образование желтых тел становятся нерегулярными, а затем прекращаются. Одновременно прекращаются и менструации.

#### *21.7 РЕГУЛЯЦИЯ ПОЛОВЫХ ФУНКЦИЙ ЧЕЛОВЕКА*

Половые функции и мужчин, и женщин в основном регулируются гормонами.

Регуляторная система гипоталамус-гипофиз-яичники функционирует следующим образом. В гипоталамусе вырабатывается гонадотропный релизинг-гормон, который выделяется в кровь. В гипофизе этот гормон взаимодействует с рецепторами на поверхности клеток, синтезирующих лютеинизирующий гормон и фолликулостимулирующий гормон. В результате секреции фолликулостимулирующего гормона происходит превращение первичных фолликулов во вторичные. Гонадотропный релизинг гормон стимулирует секрецию обоих гормонов. Фолликулостимулирующий гормон активизирует созревание фолликулов.

Созревающие фолликулы секретируют эстрогены, среди которых важнейший – эстрадиол. При низкой концентрации эстрогенов в крови у клеток, секретирующих лютеинизирующий и фолликулостимулирующий гормоны, низка чувствительность к гонадотропному релизинг гормону. Небольшое количество эстрогена угнетает секрецию лютеинизирующего и фолликулостимулирующего гормонов. По мере созревания фолликула концентрация эстрадиола повышается и непосредственно перед овуляцией становится настолько высокой, что чувствительность к релизинг гормону гипофизарных клеток, секретирующих лютеинизирующий и фолликулостимулирующий гормоны, возрастает. Одновременно усиливается и секреция релизинг гормона гипоталамусом. Повышение лютеинизирующего гормона приводит к овуляции и разрыву фолликула. Этот зависимый от данного гормона процесс называется лютеинезацией, так как он приводит к образованию желтого тела.

Гормональная регуляция овуляции происходит под влиянием гонадотропных гормонов гипофиза, а также гормонов яичника – эстрогена и прогестерона. Эстроген и прогестерон влияют на гипофиз и гипоталамус по принципу обратной связи. Гонадотропные гормоны гипофиза – фолликулостимулирующий гормон (вызывающий рост первичных фолликулов) вместе с

лютеинизирующим гормоном (способствующим созреванию фолликула, овуляции и образованию желтого тела) – вызывают рост фолликула и стимулируют образование эстрогенов в фолликуле.

Женские половые гормоны образуются фолликулами яичников. В препубертатном периоде эстрогены блокируют секрецию гонадотропных гормонов, действуя на гипоталамо-гипофизарную систему. Эстрогены способствуют развитию вторичных половых признаков, подготавливают организм к беременности. Эстрогены действуют на гипофиз, тормозя секрецию фолликулостимулирующих гормонов и повышая секрецию лютеинизирующих и лютеотропных гормонов. Лютеотропные гормоны ответственны за секрецию молока и поддерживают секрецию желтого тела. Прогестерон, в свою очередь, тормозит выделение фолликулостимулирующих и лютеинизирующих гормонов. Когда желтое тело начинает атрофироваться, количество гормонов яичников уменьшается, в результате снимается подавляющее влияние прогестерона на фолликулостимулирующие гормоны, и количество их увеличивается.

### ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

*Задание № 1. Выберите одно правильное утверждение:*

1. Процесс образования мужских половых клеток называется:
  - А) овогенез
  - В) сперматогенез
  - С) фагоцитоз
  - Д) овуляция
2. К наружным мужским половым органам относятся:
  - А) бульбоуретральные железы
  - В) предстательная железа
  - С) мошонка
  - Д) семенные пузырьки
3. Железистые клетки, расположенные в перегородках яичка, называются:
  - А) интерстициальные клетки Лейдига
  - В) сперматозоиды
  - С) опорные клетки Сертоли
  - Д) овоциты
4. Количество долей предстательной железы:
  - А) одна
  - В) две
  - С) три
  - Д) четыре
5. Извитые семенные каналы расположены в:
  - А) предстательной железе
  - В) яичке
  - С) бульбоуретральных железах
  - Д) семенных пузырьках
6. Основной гормон, вырабатываемый интерстициальными клетками яичка:
  - А) тестостерон
  - В) прогестерон
  - С) эстрогены
  - Д) инсулин
7. Мужские половые клетки впервые приобретают подвижность под влиянием секрета:
  - А) придатка яичка
  - В) семенных пузырьков
  - С) предстательной железы
  - Д) бульбоуретральных желез
8. Сперматозоиды образуются в:
  - А) предстательной железе
  - В) мочеиспускательном канале

- C) семенных пузырьков
  - D) яичках
9. Семявыбрасывающий проток открывается в:
- A) мочеиспускательный канал
  - B) мочевого пузыря
  - C) тазовую полость
  - D) семенные пузырьки
10. Семявыносящий проток проходит через:
- A) мочевого пузыря
  - B) паховый канал
  - C) бедренный канал
  - D) тазовую диафрагму
11. В яичниках образуются:
- A) ферменты
  - B) сперматозоиды
  - C) яйцеклетки
  - D) половые гормоны
12. Наружная оболочка матки называется:
- A) параметрий
  - B) периметрий
  - C) миометрий
  - D) эндометрий
13. Продолжительность репродуктивного периода женщины:
- A) до 40-45 лет
  - B) до 20-25 лет
  - C) до 60 лет
  - D) до 50-55 лет
14. Процесс, связанный с овуляцией и повторяющийся ежемесячно в организме женщины:
- A) сперматогенез
  - B) эмбриогенез
  - C) менструация
  - D) диурез
15. Средняя продолжительность менструации:
- A) 10-12 дней
  - B) 3-5 дней
  - C) 15-18 дней
  - D) 2-3 дня
16. Внутренняя оболочка матки:
- A) параметрий
  - B) миометрий
  - C) эндометрий
  - D) периметрий
17. Первая менструация у девочек начинается в средней полосе России в возрасте:
- A) 12-13 лет
  - B) 16-17 лет
  - C) 8-10 лет
  - D) 20-22 года
18. Прогестерон стимулирует:
- A) прерывание беременности
  - B) овогенез
  - C) сохранение беременности, рост молочных желез
  - D) овуляцию
19. Овуляция заключается в:

- A) разрыве фолликула и выходе яйцеклетки
  - B) образовании яйцеклетки
  - C) оплодотворении
  - D) развитии яйцеклетки
20. На месте разорвавшегося фолликула при наступлении беременности образуется:
- A) белое тело
  - B) новый фолликул
  - C) граафов пузырек
  - D) желтое тело

### **ЭТАЛОНЫ ОТВЕТОВ**

Задание №1. 1-B, 2-C, 3-A, 4-C, 5-B, 6-A, 7-C, 8-D, 9-A, 10-B, 11-C, 12-B, 13-A, 14-C, 15-B, 16-C, 17-A, 18-C, 19-A, 20-D.

## **УЧЕБНЫЙ МОДУЛЬ 22. СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ОРГАНИЗМА**

### **УЧЕБНЫЕ ЦЕЛИ**

ПОСЛЕ ИЗУЧЕНИЯ МОДУЛЯ СТУДЕНТ ДОЛЖЕН:

ИМЕТЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О: иммунной системе, реакции регионарных лимфатических узлов во время острых респираторных вирусных и других инфекций.

ЗНАТЬ: значение иммунной системы, иммунитет; специфические и неспецифические факторы иммунитета; клеточные элементы, органы иммунной системы; гуморальный иммунитет.

УМЕТЬ: применять медицинскую терминологию, показывать на муляжах и в атласе органы иммунной системы.

### **ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

#### **22.1. ПОНЯТИЕ ОБ ИММУНИТЕТЕ**

Иммунитет – это способ защиты организма от генетически чужеродных веществ, белков и клеток, попавших в организм. Иммунная система контролирует также собственные клетки организма с целью уничтожения клеток-мутантов с чужеродными антигенами.

Нарушения деятельности иммунной системы отражаются на состоянии многих органов и систем, способствуя возникновению и определяя течение патологических процессов: воспаления, опухолей, заболеваний системы крови, инфекционных и других болезней. При недостаточности иммунитета возникают иммунодефицитные состояния, когда организм частично или полностью теряет способность формировать иммунные реакции, вырабатывать лимфоциты и антитела. Напротив, при бурной реакции иммунной системы на антигены возникает аллергия, которая сопровождается выработкой антител, иммунных лимфоцитов, и иногда опасными расстройствами жизнедеятельности (например, анафилактическим шоком).

Антиген – это вещество или клетка с генетически чужеродными признаками. Антитело – это белок, образующийся в организме в ответ на внедрение антигена. Он способствует нейтрализации и выведению антигена.

#### **Классификация иммунитета**

Неспецифический иммунитет включает механизмы, эффективные против любых возбудителей. Специфический иммунитет состоит в выработке специфических антител, эффективных против конкретного возбудителя. Активный иммунитет заключается в выработке собственных антител в ответ на антигенную агрессию. При пассивном иммунитете готовые антитела против определенного возбудителя болезни вводятся извне. Естественный иммунитет возникает при контакте с возбудителем болезни или при поступлении готовых антител через плаценту и с молоком матери. Искусственный иммунитет возникает при введении вакцины или сыворотки.

Вакцина – это препарат, содержащий ослабленных или убитых возбудителей инфекционных заболеваний или ослабленные токсины микроорганизмов. Сыворотка – плазма крови, лишенная фибриногена. Иммунная сыворотка – это препарат, содержащий готовые антитела к возбудителю какой-либо болезни.

Естественный активный приобретенный иммунитет возникает после перенесенного заболевания. Естественный пассивный приобретенный иммунитет возникает при получении готовых антител от матери с молоком или через плаценту. Искусственный активный приобретенный иммунитет формируется после введения вакцины. Искусственный пассивный приобретенный иммунитет возникает при введении в организм сыворотки.

### *22.2 КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАЩИТНЫХ МЕХАНИЗМОВ*

В организме существуют три взаимодополняющие системы, которые обеспечивают защиту от болезнетворных агентов.

1. Неспецифические клеточные системы - лейкоциты и макрофаги, способные осуществлять фагоцитоз и благодаря этому уничтожающие болезнетворные агенты и комплексы антиген-антитело. Тканевые макрофаги играют существенную роль в распознавании инородных частиц специфической иммунной системой.

2. Неспецифические гуморальные системы (система комплемента и другие белки плазмы) способны разрушать комплексы антиген-антитело, уничтожать инородные частицы и активировать клетки организма, участвующие в воспалительных реакциях.

3. Комплемент – система белков, вырабатываемых гепатоцитами печени, эпителием кишечника, макрофагами в виде неактивных проферментов. Активируют систему комплемента бактерии и комплексы антиген-антитело. При инфекции скорость образования этой системы возрастает в течение нескольких дней. Активные факторы комплемента повышают проницаемость мембран, активируют гранулоциты и макрофаги, вызывают агрегацию (склеивание) чужеродных клеток. При врожденной недостаточности компонентов комплемента возникают иммунные заболевания.

Лизоцим – белок, подавляющий рост и размножение бактерий и вирусов. Он содержится во многих секретах (слюне, слезе) и тканях организма: в гранулах лейкоцитов и макрофагов легочной ткани, слизистой оболочке желудочно-кишечного тракта, носоглотке.

C-реактивный белок стимулирует систему комплемента и фагоцитоз бактерий. Его количество в крови повышается при бактериальных инфекциях, ревматизме.

Интерферон – это группа гликопротеидов с антивирусным действием: они тормозят размножение вирусов и стимулируют фагоцитоз. Интерфероны выделяют лейкоциты, макрофаги и Т-лимфоциты, активируемые антигеном. При вирусных инфекциях синтез и выделение интерферона происходит уже спустя несколько часов.

3. Специфическая иммунная система отвечает на внедрение чужеродных клеток, частиц или молекул (антигенов) образованием специфических защитных веществ, локализованных внутри клеток или на их поверхности (специфический клеточный иммунитет), либо растворенных в плазме антител (специфический гуморальный иммунитет).

### *22.3 МЕХАНИЗМЫ НЕСПЕЦИФИЧЕСКОГО ИММУНИТЕТА*

Эти механизмы представлены: защитными барьерами, бактерицидным действием жидкостей организма, фагоцитозом.

Барьеры против инфекций

1. Кожа. Неповрежденная кожа непроницаема для большинства инфекционных агентов. Кроме того, большинство микроорганизмов гибнут на поверхности кожи из-за бактерицидного действия молочной кислоты и жирных кислот, содержащихся в поте и кожном сале.

2. Слизистые оболочки. Слизь, выделяемая слизистыми оболочками внутренних органов, действует как защитный барьер, препятствующий прикреплению микроорганизмов к эпителию. Микроорганизмы и чужеродные частицы, захваченные слизью, удаляются механически (за счет движения ресничек эпителия, при кашле, при чихании).

3. Секреты - слеза, слюна, моча обладают вымывающим действием на повреждающие факторы.

4. Сапрофитные бактерии, обитающие в организме, угнетают рост многих патогенных микроорганизмов: конкурируя за необходимые питательные вещества, они вырабатывают бактерицидные вещества, губительные для патогенной микрофлоры. Например, сапрофиты влагалища выделяют молочную кислоту, которая угнетает патогенную микрофлору.

5. Кровь. Факторы сыворотки крови взаимодействуют с поверхностью чужеродных частиц (микроорганизмов), что облегчает их захват фагоцитами. Одним из таких факторов является белок сыворотки крови пропердин.

Бактерицидное действие жидкостей организма

Бактерицидные вещества содержатся в секретах и жидкостях организма. К ним относятся: соляная кислота желудочного сока; желчные кислоты в желчи; спермин и цинк в сперме; лактопероксидаза в молоке; лизоцим в слезе, слюне и носовой слизи; интерферон в крови; молочная кислота и жирные кислоты в секрете потовых и сальных желез.

Фагоцитоз

Захват и переваривание микроорганизмов – фагоцитоз - осуществляется двумя типами клеток, которые И.И. Мечников определил как микрофаги и макрофаги.

Микрофаги (нейтрофилы) – короткоживущие клетки с сегментированным ядром и гранулами, содержащими набор ферментов для разрушения и переваривания бактерий.

Макрофаги (моноциты) – долгоживущие клетки, образующиеся из моноцитов крови, которые задерживаются в тканях в виде зрелых макрофагов. Они присутствуют в соединительных тканях и вокруг базальных мембран мелких кровеносных сосудов; особенно высоко их содержание в легких (альвеолярные макрофаги) и печени (клетки Купфера). Кроме того, макрофаги выстилают синусоиды селезенки и лимфатических узлов, где их основная функция – фагоцитоз чужеродных частиц.

Если нейтрофилы обеспечивают основную защиту от гнойничковых бактерий, то функция макрофагов в основном сводится к борьбе с теми бактериями, вирусами и простейшими, которые способны существовать внутри клеток хозяина.

#### *22.4 МЕХАНИЗМЫ СПЕЦИФИЧЕСКОГО ИММУНИТЕТА*

Специфический приобретенный иммунитет формируется лишь после начального взаимодействия с чужеродными факторами. В специфическом клеточном иммунитете важнейшая роль принадлежит Т-лимфоцитам, а в специфическом гуморальном иммунитете – В-лимфоцитам.

Оба типа лимфоцитов развиваются из лимфатической стволовой клетки костного мозга. Затем в ходе развития и дифференциации она превращается в более специализированные клетки – предшественники Т и В-лимфоцитов, которые потом преобразуются в зрелые Т и В-лимфоциты.

Т-лимфоциты. Клеточный иммунитет

Благодаря Т-лимфоцитам происходит клеточная иммунная защита организма. Т-лимфоциты образуются из стволовых кроветворных клеток, которые мигрируют из костного мозга в вилочковую железу.

Формирование Т-лимфоцитов делится на два периода: антигеннезависимый и антигензависимый. Первый период заканчивается образованием антигенреактивных Т-лимфоцитов. Механизм созревания Т-лимфоцитов еще до конца не изучен. Видимо, тимус выделяет гормон тимозин, который способствует созреванию Т-клеток. Коровое вещество тимуса наполнено лимфоцитами- тимоцитами, незрелыми клетками. В вилочковой железе происходит размножение Т-лимфоцитов и перестройка их генетического аппарата.

Во время второго, антигензависимого периода клетка готовится для встречи с антигеном и под его воздействием размножается, в результате чего образуются различные типы Т-клеток. Распознавание антигена происходит с помощью рецепторов, распознающих антигены, расположенных на мембране этих клеток. В результате распознавания клетки размножаются с образованием клон одинаковых Т-клеток. Эти клетки вступают в борьбу с несущими антиген микроорганизмами или вызывают отторжение чужеродной ткани. Т-клетки регулярно переходят из лимфоидных элементов в кровь, межтканевую среду, что увеличивает вероятность их встречи с антигенами.

Существуют различные подвиды Т-лимфоцитов: Т-киллеры (истребители), разрушающие клетки с антигеном; Т-хелперы, помогающие Т и В-лимфоцитам реагировать на антиген и др.

Т-лимфоциты при контакте с антигеном вырабатывают лимфокины, которые являются биологически активными веществами. С помощью лимфокинов Т-лимфоциты управляют функцией других лейкоцитов. Выделены различные группы лимфокинов. Они могут как стимулировать, так и тормозить миграцию макрофагов и т.д. Так, интерферон, вырабатываемый Т-лимфоцитами, тормозит синтез нуклеиновых кислот и защищает клетку от вирусных инфекций.

В-лимфоциты. Гуморальный иммунитет

В антигеннезависимый период предшественники В-лимфоцитов дифференцируются в печени и костном мозге эмбриона.

В антигензависимый период В-лимфоциты стимулируются антигенами и оседают в селезенке и лимфоузлах, фолликулах и центрах размножения. Здесь они преобразуются в плазматические клетки, в которых происходит синтез антител – иммуноглобулинов. У человека образуется пять классов иммуноглобулинов. В-лимфоциты принимают активное участие в иммунных процессах распознавания антигена. Но в отличие от Т-лимфоцитов, они реагируют на антигены иначе. Размножаясь при стимуляции антигеном, они образуют клон плазматических клеток, которые синтезируют антитела и выделяют их в кровь. Здесь антитела взаимодействуют с антигенами, находящимися на поверхности клеток, или с токсинами, и ускоряют захват антигенов фагоцитами. Реакция антиген-антитело лежит в основе гуморального иммунитета. Клетки, образующие антитела, живут лишь несколько дней, но за это время они выделяют около 2000 антител в секунду.

Т-лимфоциты и В-лимфоциты обладают огромной разрешающей способностью узнавать один антиген из миллионов существующих. Это связано с громадным разнообразием образующихся антител (иммуноглобулинов).

При иммунном ответе обычно действуют механизмы как гуморального, так и клеточного иммунитета, но в разной степени. Так, при кори преобладают гуморальные механизмы, а при контактной аллергии или реакциях отторжения – клеточный иммунитет.

#### Механизм образования специфических антител

Для синтеза иммунных антител необходима кооперация трех клеток: В-лимфоцита, Т-хелпера и макрофага. При попадании антигена в организм, он контактирует с Т-хелпером, который выделяет лимфокины, так как эти вещества способствуют фагоцитозу. Макрофаги фагоцитируют антигены и передают о них информацию В-лимфоцитам. В-лимфоциты начинают размножаться и превращаются в два вида клеток: клетки иммунологической памяти и плазматические клетки. Плазматические клетки оседают в периферических и центральных органах иммунитета и синтезируют специфические антитела, уничтожающие антиген.

#### 22.5 ИММУНОЛОГИЧЕСКАЯ ПАМЯТЬ

Это способность иммунной системы организма после первого взаимодействия с антигеном специфически отвечать на его повторное введение. Позитивная иммунологическая память проявляется в ускоренном и усиленном специфическом ответе на повторное введение антигена. Также она проявляется в увеличенном образовании антител в случае гуморального иммунитета, в ускоренном отторжении трансплантата и более интенсивной воспалительной реакции. Эти же процессы лежат в основе аллергических заболеваний. Негативная иммунологическая память, естественно и искусственно приобретенная, ведет к ослаблению или отсутствию иммунологического ответа на антиген при сохранении в целом иммунологических реакций организма.

Имунологическая память на разные антигены различна. Она может быть краткосрочной (дни, недели), долговременной (месяцы, годы) и пожизненной. Например, человек, иммунизированный столбнячным анатоксином, т.е. экзотоксином, образуемым столбнячными бактериями, сохраняет иммунитет в течение десяти лет. Сохранение иммунологической памяти на такой большой срок связано с долгоживущими Т-и В-лимфоцитами. При вторичном ответе эти клетки быстро размножаются, в результате чего увеличивается количество антителобразующих или антигенреактивных лимфоцитов. Иммунную память можно перенести от иммунного донора к неиммунному реципиенту, переливая ему живые лимфоциты.

#### 22.6 ОРГАНЫ ИММУНОГЕНЕЗА

К органам иммуногенеза относится комплекс взаимосвязанных органов: вилочковая железа, костный мозг, лимфатические узлы, селезенка, лимфатические фолликулы пищеварительного тракта, дыхательных путей, мочеполового аппарата. Функциональное значение этого комплекса заключается в обеспечении кроветворения, т.е. размножения, развития и созревания клеток крови в организме животных и человека. Это многостадийный процесс дифференцировки клеток. В ткани костного мозга у взрослых млекопитающих образуются эритроциты, гранулоциты, тромбоциты. Формирование клеток иммунной системы происходит также в лимфоидной ткани. Т-лимфоциты образуются в вилочковой железе, В-лимфоциты - в красном костном мозге. Лимфоциты образуются в селезенке,

лимфатических узлах, лимфоидных фолликулах, расположенных в слизистой оболочке пищеварительного, дыхательного, мочеполового трактов.

Центральные органы иммуногенеза

Вилочковая железа. Ее строение, функции см. в модуле 15.

Костный мозг заполняет полости костей у позвоночных, имеет кроветворные и иммунные функции. Основным кроветворным органом является красный костный мозг. Он сохраняется в течение жизни человека в ячейках губчатого вещества коротких и плоских костей, эпифизах длинных (трубчатых) костей. Желтый (жировой) костный мозг заполняет полости диафизов трубчатых костей. В состав красного костного мозга входят стволовые кроветворные клетки и клетки-предшественники всех клеток крови и лимфы, а основу его составляет ретикулярная ткань.

Периферические органы иммуногенеза

Эти образования представлены лимфатическими узлами, селезенкой (их строение см. в модуле 15).

### ЗАДАНИЕ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

Задание №1. Выберите одно правильное утверждение

1. Образование антител в результате перенесенного заболевания - это:
  - А) естественный приобретенный активный иммунитет
  - В) искусственный приобретенный активный иммунитет
  - С) естественный приобретенный пассивный иммунитет
  - Д) искусственный приобретенный пассивный иммунитет
2. Получение плодом готовых антител от матери через плаценту:
  - А) естественный приобретенный активный иммунитет
  - В) искусственный приобретенный активный иммунитет
  - С) естественный приобретенный пассивный иммунитет
  - Д) искусственный приобретенный пассивный иммунитет
3. Искусственный приобретенный пассивный иммунитет возникает после:
  - А) введения вакцины
  - В) введения сыворотки
  - С) передачи антител с молоком матери
  - Д) перенесенного заболевания
4. К защитным барьерам организма относится:
  - А) костный мозг
  - В) селезенка
  - С) лимфатический узел
  - Д) кожа
5. В секрете сальных желез содержится бактерицидное вещество:
  - А) лактопероксидаза
  - В) молочная кислота
  - С) лизоцим
  - Д) соляная кислота
6. Синтез специфических антител осуществляют:
  - А) лимфоциты
  - В) нейтрофилы
  - С) моноциты
  - Д) тромбоциты
7. Не осуществляют фагоцитоз:
  - А) эритроциты
  - В) Т-лимфоциты
  - С) нейтрофилы
  - Д) моноциты
8. Центральный орган иммунитета:
  - А) миндалины



- В) селезенка
  - С) лимфатический узел
  - Д) вилочковая железа
9. Лимфокины выделяются:
- А) Т-лимфоцитами
  - В) В-лимфоцитами
  - С) нейтрофилами
  - Д) моноцитами
10. Образование антител является функцией:
- А) неспецифической гуморальной системы
  - В) специфического гуморального иммунитета
  - С) специфического клеточного иммунитета
  - Д) неспецифической клеточной системы

### **ЭТАЛОНЫ ОТВЕТОВ**

Задание №1. 1-А, 2-С, 3-В, 4-Д, 5-В, 6-А, 7-А, 8-Д, 9-А, 10-В

### **ГЛОССАРИЙ**

**АВТОНОМНАЯ (ВЕГЕТАТИВНАЯ) НЕРВНАЯ СИСТЕМА** - иннервирует внутренние органы, сосуды и железы.

**АГГЛЮТИНИНЫ** – антитела, склеивающие антигены.

**АГГЛЮТИНОГЕНЫ** – антигены, участвующие в реакции агглютинации.

**АДЕНОЗИНТРИФОСФАТ (АТФ)** – универсальный носитель и переносчик энергии в организме человека.

**АКТИВНЫЙ ИММУНИТЕТ** - заключается в выработке собственных антител в ответ на антигенную агрессию.

**АЛКАЛОЗ** – изменение реакции крови в щелочную сторону.

**АМИТОЗ** - прямое деление клетки, встречается у человека редко, заключается в разделении клетки и ее ядра на 2 части.

**АНАТОМИЧЕСКИЙ ПОПЕРЕЧНИК МЫШЦЫ** – это площадь поперечного сечения мышцы в ее наиболее широком участке.

**АНАЭРОБНОЕ ОКИСЛЕНИЕ** – химические реакции, осуществляемые без участия кислорода.

**АНДРОГЕНЫ** – мужские половые гормоны.

**АНЕСТЕЗИЯ** – утрата чувствительности.

**АНТАГОНИСТЫ** – мышцы, выполняющие противоположные функции.

**АНТИГЕН** – это вещество или клетка с генетически чужеродными признаками.

**АНТИТЕЛО** – это белок, образующийся в организме в ответ на внедрение антигена и способствующий нейтрализации и выведению антигена.

**АПОФИЗ** – выступ, бугристость кости, обусловленные тягой мышц.

**АППАРАТ ОРГАНОВ** - это комплекс органов, связанных одной функцией, но имеющих разное строение и происхождение.

**АРТЕРИЯ** – сосуд, несущий кровь от сердца.

**АССИМИЛЯЦИЯ (АНАБОЛИЗМ)** – синтез веществ с поглощением энергии.

**АТАКСИЯ** - нарушение контроля за движениями туловища и конечностей, мышечного тонуса и равновесия, возникает при удалении мозжечка.

**АЦИДОЗ** – изменение реакции крови в кислую сторону.

**АЭРОБНОЕ ОКИСЛЕНИЕ** – химические реакции, осуществляемые в присутствии кислорода.

**БАЗАЛЬНЫЕ ЯДРА** - подкорковые ядра больших полушарий.

**БЕЗУСЛОВНЫЕ РЕФЛЕКСЫ** - это врожденные реакции организма, сложившиеся в процессе эволюции данного вида и передающиеся по наследству.

**БЕЛОЕ ВЕЩЕСТВО ЦНС** состоит из отростков нервных клеток - нервных волокон, белый цвет которых обусловлен миелиновыми оболочками.

**БИОМЕХАНИКА** – наука, изучающая законы механики в живых системах.

**БИОПСИЯ** – прижизненное удаление кусочка ткани или органа с целью микроскопического исследования.

**БИФУРКАЦИЯ АОРТЫ** – развилка аорты.

**БЛУЖДАЮЩАЯ ПОЧКА** - смещение почки из почечного ложа, чаще вследствие ослабления ее фиксирующего аппарата.

**БУФЕРНОСТЬ** – способность клетки поддерживать на постоянном уровне слабощелочную реакцию цитоплазмы.

**ВАКЦИНА** – это препарат, содержащий ослабленных или убитых возбудителей инфекционных болезней или ослабленные токсины микроорганизмов.

**ВЕНА** – сосуд, несущий кровь к сердцу.

**ВОЛОСКОВЫЕ КЛЕТКИ ГРЕБЕШКОВ И ПЯТЕН** – комплекс рецепторных клеток полукружных каналов и преддверия (вестибулярный аппарат).

**ВТОРАЯ СИГНАЛЬНАЯ СИСТЕМА** - комплекс речевых условных рефлексов, сигнализирующих об окружающей действительности в обобщенной, абстрагированной форме.

**ВЫСШАЯ НЕРВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ** обеспечивает поведение человека и животных в окружающей среде и является результатом совместной деятельности коры больших полушарий и подкорковых образований.

**ГАМЕТЫ** – половые клетки.

**ГАНГЛИЙ** – периферический нервный узел, состоящий из нейронов, связанных отростками и окруженных нейроглией.

**ГЕМЕРАЛОПИЯ (КУРИНАЯ СЛЕПОТА)** – снижение сумеречного зрения, симптом многих заболеваний сетчатки.

**ГЕМОЛИЗ** – разрушение эритроцитов.

**ГЕМОПОЭЗ** – процесс образования, развития и созревания клеток крови.

**ГЕМОСТАЗ** – процесс свертывания крови.

**ГИПЕРГЛИКЕМИЯ** – увеличение количества глюкозы в крови.

**ГИПЕРМЕТРОПИЯ** – дальновзоркость.

**ГИПЕРТЕРМИЯ** - повышение температуры при чрезмерных тепловых нагрузках.

**ГИПЕРТРОФИЯ** – увеличение объема органа, клеток и внутриклеточных структур, сопровождающееся усилением их функций.

**ГИПОГЛИКЕМИЯ** – уменьшение количества глюкозы в крови.

**ГИПОТАЛАМУС** - часть промежуточного мозга.

**ГИПОТЕНАР** – возвышение мизинца.

**ГИПОТЕРМИЯ** - понижение температуры при чрезмерном переохлаждении.

**ГЛИКОГЕН** – полимер глюкозы, животный крахмал.

**ГЛОМЕРУЛОНЕФРИТ** - воспаление клубочков нефрона.

**ГОМЕОСТАЗ** - способность биологических систем противостоять изменениям и поддерживать динамическое равновесие внутренней среды организма.

**ГОНАДЫ**– половые железы.

**ГУМОРАЛЬНЫЙ ИММУНИТЕТ** – определяется реакцией антиген-антитело.

**ДВИГАТЕЛЬНАЯ (МОТОРНАЯ) ЕДИНИЦА** - группа мышечных волокон, иннервируемая одним мотонейроном спинного мозга.

**ДЕРМАТИТ** – воспаление кожи.

**ДЕРМАТОГЛИФИКА** – раздел медицины, изучающий особенности кожного рисунка человека при различных заболеваниях.

**ДИАСТОЛА** – расслабление миокарда.

**ДИЛЯТАТОР** – мышца, расположенная по радиусу по отношению к естественному отверстию, растягивающая его.

**ДИНАМИЧЕСКИЙ СТЕРЕОТИП** - это выработанная в процессе жизнедеятельности и зафиксированная в коре больших полушарий человека или животного устойчивая последовательность

условных рефлексов, возникающая в результате многократного воздействия следующих в определенном порядке условных сигналов.

**ДИССЕМИЛЯЦИЯ (КАТАБОЛИЗМ)** – расщепление питательных веществ с выделением энергии.

**ДИСТРОФИЯ** – изменения клеток и межклеточного вещества вследствие нарушения питания.

**ДИФФЕРЕНЦИРОВКА** – специализация клеток в процессе их созревания.

**ДИЭТА** – пищевой рацион и режим питания для больных.

**ЕВСТАХЕИТ** – воспаление евстахиевой трубы.

**ЕСТЕСТВЕННЫЙ ИММУНИТЕТ** - возникает при контакте с возбудителем болезни или при поступлении готовых антител через плаценту или же с молоком матери.

**ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА** – состояние физического, психического и социального комфорта, достигнутое посредством адаптации.

**ЗОНЫ ЗАХАРЬИНА ГЕДА** – проекционные кожные зоны, имеющие повышенную чувствительность, связанные сегментарно с определенными внутренними органами.

**ИММУНИТЕТ** – это способ защиты организма от генетически чужеродных белков, веществ и клеток.

**ИММУННАЯ СЫВОРОТКА** – это препарат, содержащий готовые антитела к возбудителю какой-либо болезни.

**ИНТРАМУРАЛЬНЫЕ УЗЛЫ** – вегетативные узлы, лежащие в сплетениях, расположенных в стенках полых органов.

**ИСКУССТВЕННЫЙ ИММУНИТЕТ** - возникает при введении вакцины или сыворотки.

**КАПИЛЛЯРЫ** – мельчайшие кровеносные и лимфатические обменные сосуды.

**КАТАЛИЗАТОРЫ** – химические вещества, ускорители химических реакций.

**КАТАРАКТА** – помутнение хрусталика.

**КЛЕТКИ МЕРКЕЛЯ (осязательные диски)** – тактильные рецепторы.

**КЛЕТОЧНЫЙ ИММУНИТЕТ** – функция Т-лимфоцитов.

**КОЛБЫ КРАУЗЕ** – холодовые терморепцепторы.

**КОЛЛАТЕРАЛЬНЫЕ СОСУДЫ** – добавочные, окольные сосуды, расположенные параллельно главному сосуду.

**КОМФОРТ** – состояние, при котором человек самостоятельно удовлетворяет свои потребности.

**КОНСТАНТЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГОМЕОСТАЗА** – это определяемые в клинической практике относительно постоянные показатели состояния внутренней среды.

**КОНСТИТУЦИЯ ЧЕЛОВЕКА** – это комплекс преимущественно врожденных физических и психических качеств.

**КОНТРАКТУРА МЫШЦЫ** – длительное, стойкое, болезненное сокращение мышцы.

**КОСОГЛАЗИЕ** – нарушение бинокулярного зрения при поражении глазодвигательных нервов.

**КРОВЯНОЕ ДАВЛЕНИЕ** – давление крови на стенки сосудов.

**ЛЕЙКОЦИТ** – белая клетка крови, отвечающая за иммунитет.

**ЛИКВОР** - внутримозговая жидкость.

**ЛИМФА** – бесцветная жидкость, содержащаяся в лимфатических узлах и сосудах.

**ЛИМФАТИЧЕСКИЙ ПРОТОК** – самый крупный лимфатический сосуд, впадающий в вену.

**ЛИМФАТИЧЕСКИЙ СТВОЛ** – магистральный лимфатический сосуд для каждой анатомической части тела.

**ЛИМФОЦИТ** – главная иммунная клетка крови и лимфы.

**ЛИХОРАДКА** – патологический процесс, основным признаком которого является повышение температуры тела.

**ЛИЧНОСТЬ** – общественная сущность человека.

**МЕДИАТОР** - биологически активное вещество, которое вырабатывается нейроном и выделяется в окончаниях его отростков.

**МЕЙОЗ** – деление слившихся половых клеток.

**МЕМБРАННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ (ПОТЕНЦИАЛ ПОКОЯ)** – это разность потенциалов между наружной и внутренней поверхностями мембраны покоящейся мышечной или нервной клетки.

**МЕНСТРУАЛЬНЫЙ ЦИКЛ** – период от первого дня кровянистых выделений из полости матки до следующего первого дня кровянистых выделений.

**МЕНСТРУАЦИЯ** - циклические кровянистые выделения из матки.

**МЕТАБОЛИЗМ** – обмен веществ.

**МЕХАНОРЕЦЕПТОРЫ** – рецепторы, воспринимающие механические раздражения.

**МИОПИЯ** – близорукость.

**МИТОЗ** - непрямо́е деление клетки, включающее несколько фаз.

**МЫШЕЧНЫЕ ВЕРЕТЕНА** – проприорецепторы растяжения, расположенные в скелетных мышцах.

**НЕВРАЛГИЯ** – острые боли, возникающие в зоне иннервации какого-либо нерва.

**НЕРВ (НЕРВНЫЙ СТВОЛ)** – пучок нервных волокон, окруженный соединительно-тканной оболочкой.

**НЕРВНЫЙ ЦЕНТР** – совокупность нейронов, расположенных на разных уровнях ЦНС и регулирующих деятельность определенного органа.

**НЕСПЕЦИФИЧЕСКИЙ ИММУНИТЕТ** - включает защитные механизмы, эффективные против любых возбудителей.

**НЕФРИТ** – воспаление почек.

**НЕФРОЗ** - воспаление интерстиция почек.

**НЕФРОН** - структурно-функциональная единица почки.

**ОБМОРОК** – кратковременная потеря сознания.

**ОВОГЕНЕЗ** – процесс образования, развития и созревания яйцеклетки.

**ОВУЛЯЦИЯ** – разрыв фолликула и выход из него зрелой яйцеклетки.

**ОПТИМУМ** – такая сила и частота раздражителя, которая вызывает мышечное сокращение, максимальное по амплитуде.

**ОРГАН** – это часть тела, имеющая определенную форму, расположение, строение и функции.

**ОРГАНЕЛЛЫ** – постоянные структуры клетки, выполняющие биохимические функции.

**ОСМОС** – проникновение молекул растворителя через полупроницаемую мембрану в раствор какого-либо вещества.

**ОТИТ (НАРУЖНЫЙ СРЕДНИЙ ВНУТРЕННИЙ)** – воспаление отделов уха.

**ПАРАЛИЧ БЕЛЛА** (лицевой паралич) – заболевание, связанное с поражением лицевого нерва, ведущим симптомом которого является паралич (парез) мимической мускулатуры.

**ПАРЕНХИМА** - главная функционирующая ткань органа.

**ПАССИВНЫЙ ИММУНИТЕТ** – возникает тогда, когда готовые антитела против определенного возбудителя болезни вводятся извне.

**ПЕРВАЯ СИГНАЛЬНАЯ СИСТЕМА** – комплекс разнообразных условных рефлексов, формирующихся на любые раздражители внешней среды, за исключением слова.

**ПЕРИМИЗИЙ** - рыхлая волокнистая соединительная ткань, расположенная между пучками мышечных волокон мышцы.

**ПЕРИФЕРИЧЕСКАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА** объединяет спинномозговые и черепно-мозговые нервы, их корешки, ветви, чувствительные нервные узлы и сплетения.

**ПЕССИМУМ** – такая чрезмерная сила и частота раздражителя, которая вызывает резкое уменьшение амплитуды мышечного сокращения или даже отсутствие реакции мышцы.

**ПИЕЛОНЕФРИТ**- воспаление почечных лоханок и почек.

**ПИЩЕВОЙ РАЦИОН** – это количество и состав продуктов, необходимых человеку в сутки.

**ПОВЕДЕНИЕ** – активное взаимодействие субъекта со средой.

**ПОЛИПЕПТИДЫ** – белки живых организмов - высокомолекулярные полимеры, состоящие из сотен и тысяч аминокислот.

**ПОЛОСТНОЕ ПИЩЕВАРЕНИЕ** происходит в полости кишечника благодаря ферментам пищеварительных желез.

**ПОТЕНЦИАЛ ДЕЙСТВИЯ** - возникает при нанесении на участок нервного или мышечного волокна раздражения, вызывающего появление возбуждения, которое проявляется колебанием мембранного потенциала.

**ПОТРЕБНОСТЬ** – физиологический или психологический дефицит, который человек испытывает в течение жизни и должен его постоянно восполнять для гармоничного роста и развития.

**ПРИНЦИП ДЕТЕРМИНИЗМА** - рефлекторные реакции имеют строгую причинную обусловленность.

**ПРИНЦИП СТРУКТУРНОСТИ** - каждой морфологической структуре соответствует определенная функция.

**ПРИСТЕНОЧНОЕ ПИЩЕВАРЕНИЕ** осуществляется ферментами, сосредоточенными на поверхности мембран клеток, поэтому оно еще называется мембранным.

**ПРОПРИОРЕЦЕПТОРЫ** – собственные рецепторы мышц, сухожилий, связок, капсул суставов.

**ПРОТЕИДЫ** – сложные белки, состоящие из белка и небелкового компонента.

**ПРОТЕИНЫ** – простые белки, состоящие только из аминокислот.

**РАЦИОНАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ** – питание, достаточное в количественном отношении и полноценное в качественном отношении.

**РЕАБИЛИТАЦИЯ** – система мероприятий, имеющая целью восстановление здоровья и трудоспособности больных и возврат к активной жизни инвалидов.

**РЕЗУС-КОНФЛИКТ** – процесс, связанный с агглютинацией эритроцитов.

**РЕЗУС-ФАКТОР** – антиген, находящийся на поверхности эритроцита.

**РЕТИНИТ** – воспаление сетчатки.

**РЕФЛЕКС** – ответная реакция организма на раздражение, осуществляемая при участии нервной системы.

**РЕФЛЕКТОРНАЯ ДУГА** – путь возбуждения от рецептора до рабочего органа.

**РЕЦЕПТОРЫ** – чувствительные нервные окончания, в которых энергия внешнего раздражения преобразуется в нервные импульсы, несущие информацию о раздражителе.

**СЕРДЕЧНЫЙ ЦИКЛ** – цикл, состоящий из систолы предсердий, систолы желудочков и общей диастолы.

**СЕРОЕ ВЕЩЕСТВО ЦНС** представлено нейронами и их дендритами.

**СИНАПСЫ** – межклеточные контакты между нейронами, их отростками, передающие нервный импульс от одного нейрона к другому.

**СИНЕРГИСТЫ** – мышцы, выполняющие одинаковую функцию.

**СИСТЕМА ОРГАНОВ** – это комплекс органов, имеющих единую функцию, общее происхождение и план строения.

**СИСТОЛА** – сокращение миокарда.

**СОМАТИЧЕСКАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА** обеспечивает иннервацию тела – сомы: кожи и скелетных мышц. Она обеспечивает связи организма с внешней средой с помощью органов чувств.

**СОСУДИСТЫЙ АНАСТОМОЗ** – соединительный сосуд.

**СОЦИОКУЛЬТУРНОЕ ОКРУЖЕНИЕ** – общество, в котором живет человек, с его законами, традициями, культурой.

**СПЕРМА** – семенная жидкость, состоящая из сперматозоидов и жидкого секрета предстательной железы, семенных пузырьков.

**СПЕРМАТОЗОИДЫ** – мужские половые клетки.

**СПЕЦИФИЧЕСКИЙ ИММУНИТЕТ** - заключается в выработке специфических антител, эффективных против конкретного возбудителя.

**СПИННО-МОЗГОВОЙ КАНАЛ** – полость спинного мозга.

**СПИРАЛЬНЫЙ (КОРТИЕВ) ОРГАН** – комплекс рецепторных слуховых клеток.

**СФИНКТЕР** – круговая мышца, закрывающая естественное отверстие.

**СЫВОРОТКА** – плазма крови, лишенная фибриногена.

**ТАЛАМУС** – парный зрительный бугор, часть промежуточного мозга.

**ТЕЛЬЦА ГОЛЬДЖИ** – проприорецепторы мышечного сокращения, расположенные в сухожилиях.

**ТЕЛЬЦА МЕЙССНЕРА** – тактильные рецепторы.

**ТЕЛЬЦА РУФФИНИ** – тепловые терморепторы.

**ТЕЛЬЦА РУФФИНИ** – тепловые терморепторы.

**ТЕЛЬЦА ФАТЕР-ПАЧИНИ** – кожные тактильные рецепторы давления и вибрации.

**ТЕНАР** – возвышение большого пальца.

**ТЕПЛОВОЙ УДАР** – тяжелое состояние с бредом, потерей сознания, судорогами. Возникает при воздействии температуры выше 42°.

**ТИП ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ** - это совокупность свойств нервных процессов, обусловленных как наследственными особенностями данного организма, так и свойствами, приобретенными в процессе индивидуальной жизни.

**ТКАНЬ** – это система клеток и межклеточного вещества, объединенных единством строения, функции и происхождения.

**ТРОМБОЦИТ** – кровяная пластинка, участвующая в свертывании крови.

**УРЕТРИТ** - воспаление уретры.

**УСЛОВНЫЕ РЕФЛЕКСЫ** - это рефлексы, образующиеся в процессе жизнедеятельности организма, его индивидуального опыта.

**УТОМЛЕНИЕ МЫШЦ** - временное понижение работоспособности мышц, наступающее после работы.

**ФАГОЦИТОЗ** – захват и переваривание микроорганизмов специальными клетками – фагоцитами.

**ФАСЦИЯ** - соединительно-тканый покров мышц

**ФЕРМЕНТЫ** – белки, играющие роль биокатализаторов в живых организмах.

**ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ ПОПЕРЕЧНИК МЫШЦЫ** – сумма площадей поперечных сечений всех мышечных волокон мышцы, характеризует силу мышцы.

**ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА** – это такая организация деятельности отдельных частей организма, которая в итоге дает полезный приспособительный результат.

**ХРУСТАЛИК** – линза глаза.

**ЦЕНТРАЛЬНАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА** представлена головным и спинным мозгом.

**ЦИРКАДНЫЕ РИТМЫ** – околосуточные биоритмы организма.

**ЦИСТИТ** - воспаление мочевого пузыря.

**ЧУДЕСНАЯ СЕТЬ** - капиллярная сеть клубочка.

**ЭНДОМИЗИЙ** – рыхлая волокнистая соединительная ткань, связывающая мышечные волокна между собой.

**ЭНДОТЕЛИЙ** – однослойный плоский эпителий, выстилающий сосуды и полости сердца.

**ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ** – количество энергии, высвобождающееся при расщеплении 1 г питательного вещества.

**ЭНУРЕЗ** - ночное недержание мочи.

**ЭПИМИЗИЙ** – соединительно-тканная оболочка мышцы.

**ЭРГОТРОПНОЕ ВЛИЯНИЕ ВНС (СИМПАТИЧЕСКОЕ)** обеспечивает адаптацию к внешней среде, физическую и психическую активность, регулирует катаболические процессы, нарушает гомеостаз.

**ЭРИТРОЦИТ** – красная клетка крови, транспортирующая газы.

**ЭСТРОГЕНЫ** – женские половые гормоны.

**ЮКСТАГЛОМЕРУЛЛЯРНЫЙ АППАРАТ** - комплекс особых эпителиальных клеток, лежащих на развилке приносящей и выносящей артериолы клубочка и выполняющих эндокринные функции.

**ЯИЧКО** – мужская половая железа, вырабатывающая мужские половые гормоны - андрогены и сперматозоиды.

**ЯИЧНИКИ** – женские половые железы, вырабатывающие женские половые гормоны – эстрогены, прогестерон и яйцеклетки.

**ЯЙЦЕКЛЕТКА** – женская половая клетка.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Георгиева С.А., Беликина Н.В., Физиология. - М.: Медицина, 1986.  
Липченко В.Я., Самусев Р.П., Атлас нормальной анатомии человека. - М.: Медицина, 1988.  
Пауков В.С., Хитров Н.К., Патология. - М.: Медицина, 1989.  
Татаринов В.Г., Анатомия человека. - М.: Медицина, 1992.  
Смолянникова Н.В., Топографическая анатомия для медсестер по массажу. - М.: АНМИ, 2004.

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Барышников С.Д., Практикум по анатомии и физиологии человека с основами патологии. - М.: ГОУ ВУНМЦ МЗ РФ, 2000.  
Ватин И.В., Давидович В.Е. и др. Философия: Учебное пособие для высших учебных заведений. – Ростов н/Д: «Феникс», 2002.  
Вейн А.М. и др., Заболевания вегетативной нервной системы. – М.: Медицина, 1991.  
Гаваа Лувсан., Традиционные и современные аспекты восточной рефлексотерапии. - М.: Наука, 1992.  
Дунаев И.В. Основы лечебного массажа. – М.: ИВЦ «Маркетинг», 2000.  
Коробков А.В., Чеснокова С.А., Атлас по нормальной физиологии. – М.: Медицина, 1986.  
Маколкин В.И. и др., Внутренние болезни, - М.: Медицина, 1990.  
Матвеев В.Ф., Психические нарушения при дефектах зрения и слуха. - М.: Медицина, 1987.  
Покровский В.М. и др. Физиология человека. – М.: Медицина, 1998.  
Попелянский Я.Ю. Болезни периферической нервной системы. – М.: Медицина, 1989.  
Попов С.Н. и др., Лечебная физическая культура. - М.: Физкультура и спорт, 1988.  
Рябов К.П. «Атлас по общей цитологии», Минск, «Вышэйш. школа», 1974  
Сапин М.Р., Билич Г.Л., Руководство к практическим занятиям по анатомии человека. - М.: Высшая школа, 1992.  
Сапин М.Р., Борзяк Э.И. и др. Анатомия человека в 2 томах. - М.: Медицина, 1997.  
Семенов Э.В. Физиология и анатомия. М.: «Московская правда», 1999.  
Шмидт Е.В. и др., Справочник по неврологии. - М.: Медицина, 1989.  
Под ред. Шмидта Р.и Тевса Г. Физиология человека в 3-х томах. М.: «Мир», 2004.  
Шпирн А.И. и др. Учебно-методическое пособие по основам сестринского дела. – М.: ВУНМЦ МЗ РФ, 2000.  
Юмашев Г.С. и др., Травматология и ортопедия. - М.: Медицина, 1990.