МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОРДОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ИМЕНИ М. Е. ЕВСЕВЬЕВА»

М. В. ЛАПШИНА

ВОЗРАСТНАЯ АНАТОМИЯ, ФИЗИОЛОГИЯ И ГИГИЕНА

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

Текстовое электронное издание

САРАНСК 2019

© ФГБОУ ВО «Мордовский
государственный педагогический
институт им. М. Е. Евсевьева», 2019
© Лапшина М. В., 2019

УДК 611.1/.8 (075.8)
ББК 28.860 я73
Л 248

Рецензенты:

кафедра генетики Национального исследовательского Мордовского государственного университета имени Н. П. Огарева (зав. кафедрой В. А. Трофимов, доктор биологических наук, профессор);

Н. В. Громова, кандидат биологических наук, доцент кафедры биотехнологии, биоинженерии и биохимии Национального исследовательского Мордовского государственного университета имени Н. П. Огарева;

О. А. Ляпина, кандидат педагогических наук, доцент кафедры химии, технологии и методик обучения Мордовского государственного педагогического института имени М. Е. Евсевьева

Выполнено по решению научно-методического совета
Мордовского государственного педагогического института имени М. Е. Евсевьева

Работа выполнена в рамках внутривузовского гранта Мордовского государственного педагогического института имени М. Е. Евсевьева по теме «Разработка научно- и учебно-методического обеспечения дисциплины «Возрастная анатомия, физиология и гигиена» направления подготовки «Педагогическое образование»

Лапшина, М. В.

Л 248 **Возрастная анатомия, физиология и гигиена** [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / М. В. Лапшина ; Мордов. гос. пед. ин-т. – Электрон. дан. (1,85 Мб). – Саранск, 2019. – 1 электрон. опт. диск.

Учебно-методическое пособие знакомит с особенностями строения и функционирования организма ребенка, содержит теоретический материал, задания для самостоятельной работы и контрольные вопросы для проверки степени усвоения знаний, список рекомендуемой литературы и глоссарий.

Пособие предназначено для бакалавров направления 44.03.05 Педагогическое образование.

Минимальные системные требования:

IBM PC – совместимые; ОЗУ 512 Мб; 100 Мб на жестком диске; Windows (XP, Vista, Win-dows 7, 8); видеосистема: от 128 Мб и выше; Adobe Reader

© ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический институт им. М. Е. Евсевьева», 2019
© Лапшина М. В., 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ
1. АНАТОМО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ
- Теоретический материал
- Задания для самостоятельной работы
- Вопросы для самоконтроля

2. АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ
- Теоретический материал
- Задания для самостоятельной работы
- Вопросы для самоконтроля

3. МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ И ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ И СИСТЕМЫ КРОВИ
- Теоретический материал
- Задания для самостоятельной работы
- Вопросы для самоконтроля

4. СТРОЕНИЕ И ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ
- Теоретический материал
- Задания для самостоятельной работы
- Вопросы для самоконтроля

5. МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ И ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОЙ И ВЫДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМ
- Теоретический материал
- Задания для самостоятельной работы
- Вопросы для самоконтроля

6. ОСНОВЫ УЧЕНИЯ О ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
- Теоретический материал
- Вопросы для самоконтроля

ПРИМЕРНЫЙ ВАРИАНТ ИТОГОВОГО ТЕСТИРОВАНИЯ
ЗАКЛЮЧЕНИЕ
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ
ГЛОССАРИЙ

ПРЕДИСЛОВИЕ

Одной из важнейших проблем современного этапа развития образования является валеологизация учебно-воспитательного процесса, сохранение и укрепление здоровья обучающихся. Решение этой проблемы невозможно без знания возрастных особенностей структуры, функции и регуляции деятельности каждого органа и возрастных особенностей функционирования организма в целом.

Возрастная анатомия, физиология и гигиена – обязательная дисциплина учебного плана бакалавриата по направлению 44.03.05 Педагогическое образование. Данная дисциплина формирует у будущих педагогов знания о закономерностях жизнедеятельности развивающегося организма в его взаимосвязи с окружающей средой. Здоровьесберегающая функция школьного обучения не может быть реализована без соблюдения педагогом физиологических и биоритмологических принципов и норм учебной деятельности, без знания современных теоретических и методических подходов к сохранению здоровья учащихся в педагогическом процессе.

Для повышения образовательного уровня студентов и развития навыков проведения исследований пособие включает в себя практические задания для самостоятельной работы с методическими рекомендациями по выполнению. Выполнение заданий направлено на формирование навыков проведения самостоятельных исследований, что способствует развитию познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей студентов.

После изучения каждой темы студенты могут самостоятельно проверить уровень усвоения материала. Для этого в конце каждого раздела приводятся контрольные вопросы.

Пособие содержит также список рекомендуемой литературы и глоссарий.

1. АНАТОМО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Теоретический материал

По функциональному и структурному принципу выделяют периферическую и центральную нервную систему. Центральная нервная система состоит из головного и спинного мозга. Головной мозг расположен внутри мозгового отдела черепа, а спинной мозг – в позвоночном канале. Периферическая часть нервной системы состоит из нервов, например, пучков нервных волокон, которые выходят за пределы головного и спинного мозга и направляются к различным органам тела. К ней также относят любые скопления нервных клеток вне спинного и головного мозга, такие как нервные узлы, или ганглии.

Нейрон (от греч. *neuron* – нерв) – основная структурная и функциональная единица нервной системы. Нейрон – это сложно устроенная высокодифференцированная клетка нервной системы, функцией которой является восприятие раздражения, переработка раздражения и передача его к различным органам тела. Нейрон состоит из тела клетки, одного длинного маловетвящегося отростка – аксона и нескольких коротких ветвящихся отростков – дендритов (рис. 1).

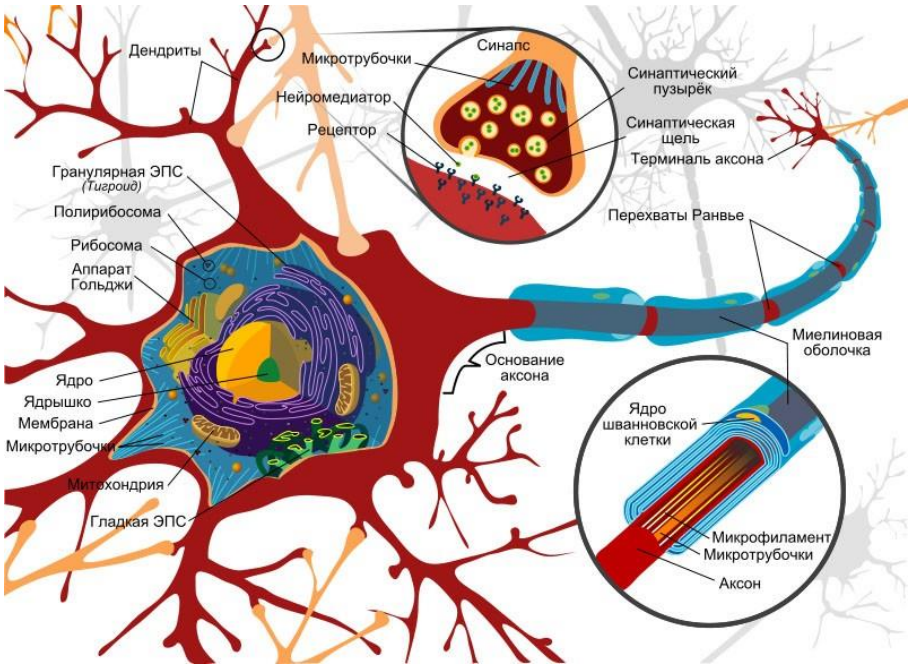


Рис. 1. Строение нейрона

Аксоны бывают различной длины: от нескольких сантиметров до 1–1,5 м. Конец аксона сильно ветвится, образуя контакты со многими клетками. Дендриты – короткие сильноветвящиеся отростки. От одной клетки

может отходить от 1 до 1000 дендритов. В различных отделах нервной системы тело нейрона может иметь различную величину (диаметром от 4 до 130 мк) и форму (звездчатую, округлую, многоугольную). Тело нейрона покрыто мембраной и содержит, как и все клетки, цитоплазму, ядро с одним или несколькими ядрышками, митохондрии, рибосомы, аппарат Гольджи, эндоплазматическую сеть. Возбуждение по дендритам передается от рецепторов или других нейронов к телу клетки, а по аксону сигналы поступают к другим нейронам или рабочим органам. Установлено, что от 30 до 50 % нервных волокон передают информацию в центральную нервную систему от рецепторов. На дендритах имеются микроскопических размеров выросты, которые значительно увеличивают поверхность соприкосновения с другими нейронами.

Нервное волокно. За проведение нервных импульсов в организме отвечают нервные волокна. Нервные волокна бывают: миелинизированные (мякотные) – чувствительные и двигательные волокна этого типа входят в состав нервов, снабжающих органы чувств и скелетную мускулатуру, а также участвуют в деятельности вегетативной нервной системы; немиелинизированные (безмякотные) – принадлежат в основном симпатической нервной системе.

Миелин выполняет изолирующую функцию и имеет слегка желтоватый цвет, поэтому мякотные волокна выглядят светлыми. Миелиновая оболочка в мякотных нервах через промежутки равной длины прерывается, оставляя открытыми участки осевого цилиндра – так называемые перехваты Ранвье.

Безмякотные нервные волокна не имеют миелиновой оболочки, они изолированы друг от друга только шванновскими клетками (миелоцитами).

Возрастные изменения морфофункциональной организации нейрона. На ранних стадиях эмбрионального развития нервная клетка имеет большое ядро, окруженное незначительным количеством цитоплазмы. В процессе развития относительный объем ядра уменьшается. Рост аксона начинается на третьем месяце внутриутробного развития. Дендриты вырастают позже аксона. Синапсы на дендритах развиваются после рождения. Рост миелиновой оболочки ведет к повышению скорости проведения возбуждения по нервному волокну, что приводит к повышению возбудимости нейрона. Процесс миелинизации раньше всего происходит у периферических нервов, далее миелинизации подвергаются волокна спинного мозга, стволовой части головного мозга, мозжечка и позже всех волокна больших полушарий головного мозга. Двигательные нервные волокна покрыты миелиновой оболочкой уже к моменту рождения. Завершение процесса миелинизации происходит к трехлетнему возрасту, хотя рост миелиновой оболочки и осевого цилиндра продолжается и после 3 лет.

Нервы. Нерв – это скопление нервных волокон, покрытое сверху соединительно-тканной оболочкой. Нерв, передающий возбуждение из центральной нервной системы к иннервируемому органу (эффектору), называют центробежным, или эфферентным. Нерв, передающий возбуждение в направлении центральной нервной системы, называют центростремительным, или афферентным.

Большинство нервов – смешанные, в их состав входят как центростремительные, так и центробежные волокна.

Синапсом (от греч. *synapsis* – соединение) называется область контакта двух клеточных мембран, обеспечивающих переход возбуждения с нервных окончаний на возбуждаемые структуры. Передача возбуждения от одной нервной клетки к другой – процесс однонаправленный: импульс передается всегда с аксона одного нейрона на тело клетки и дендриты другого нейрона (рис. 2). Аксоны большинства нейронов сильно ветвятся на конце и образуют многочисленные окончания на телах нервных клеток и их дендритах, а также на мышечных волокнах и на клетках желез. Количество синапсов на теле одного нейрона может достигать 100 и больше, а на дендритах одного нейрона – нескольких тысяч. Одно нервное волокно может образовать более 10 тыс. синапсов на многих нервных клетках.

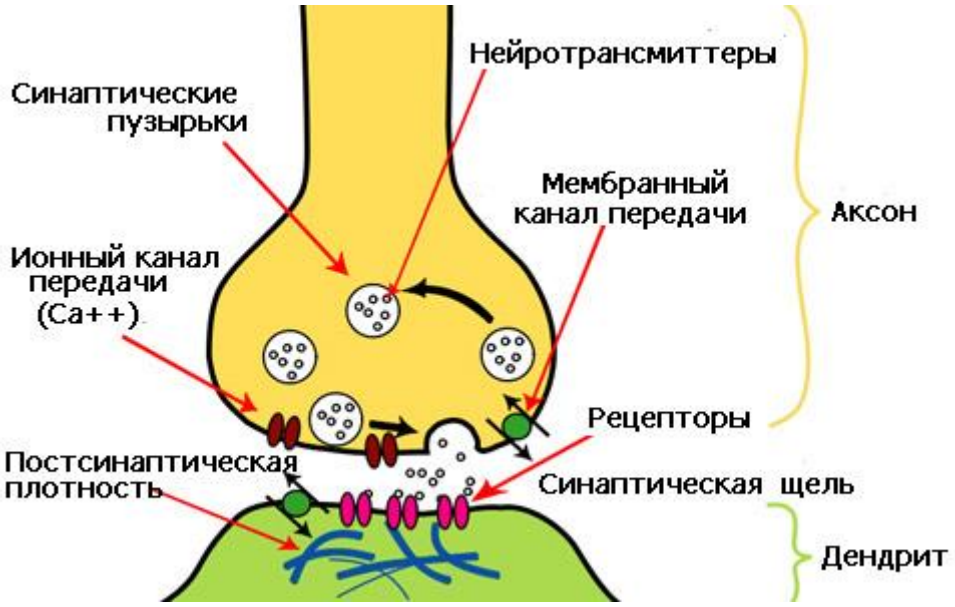


Рис. 2. Строение синапса

Синапс имеет сложное строение. Он образован двумя мембранами – пресинаптической и постсинаптической, между которыми есть синаптическая щель. Пресинаптическая часть синапса находится на нервном окончании, постсинаптическая мембрана – на теле или дендритах нейрона, к которому передается нервный импульс. В пресинаптической области всегда наблюдаются большие скопления митохондрий. Возбуждение через

синапсы передается химическим путем с помощью особого вещества – посредника, или медиатора, находящегося в синаптических пузырьках, расположенных в пресинаптической терминали. В разных синапсах вырабатываются разные медиаторы. Чаще всего это ацетилхолин, адреналин или норадреналин.

На каждой нервной клетке расположено множество возбуждающих и тормозящих синапсов, что создает условия для различных ответов на сигналы.

Спинной мозг представляет собой длинный тяж длиной у взрослого человека около 45 см. Вверху он переходит в продолговатый мозг, внизу (в районе I–II поясничных позвонков) спинной мозг суживается и имеет форму конуса, переходящего в конечную нить. На месте отхождения нервов к верхним и нижним конечностям спинной мозг имеет шейное и поясничное утолщения. В центре спинного мозга проходит канал, идущий в головной мозг. Спинной мозг разделен двумя бороздами (передней и задней) на правую и левую половину (рис. 3).

Центральный канал окружен серым веществом, которое образует передние и задние рога. В грудном отделе между передними и задними рогами располагаются боковые рога. Вокруг серого вещества расположены пучки белого вещества в виде переднего, заднего и бокового канатиков. Серое вещество представлено скоплением нервных клеток, белое вещество состоит из нервных волокон. В сером веществе передних рогов находятся тела двигательных (центробежных) нейронов, отростки которых образуют передний корешок. В задних рогах расположены клетки промежуточных нейронов, осуществляющих связь между центростремительными и центробежными нейронами. Задний корешок образован волокнами чувствительных (центростремительных) клеток, тела которых располагаются в спинно-мозговых (межпозвоночных) узлах. Через задние чувствительные корешки возбуждение передается с периферии в спинной мозг. Через передние двигательные корешки возбуждение передается от спинного мозга к мышцам и другим органам.

В сером веществе боковых рогов спинного мозга располагаются вегетативные ядра симпатической нервной системы. Основную массу белого вещества спинного мозга образуют нервные волокна проводящего пути спинного мозга. Эти пути обеспечивают связь между различными частями центральной нервной системы и образуют восходящие и нисходящие пути передачи импульсов.

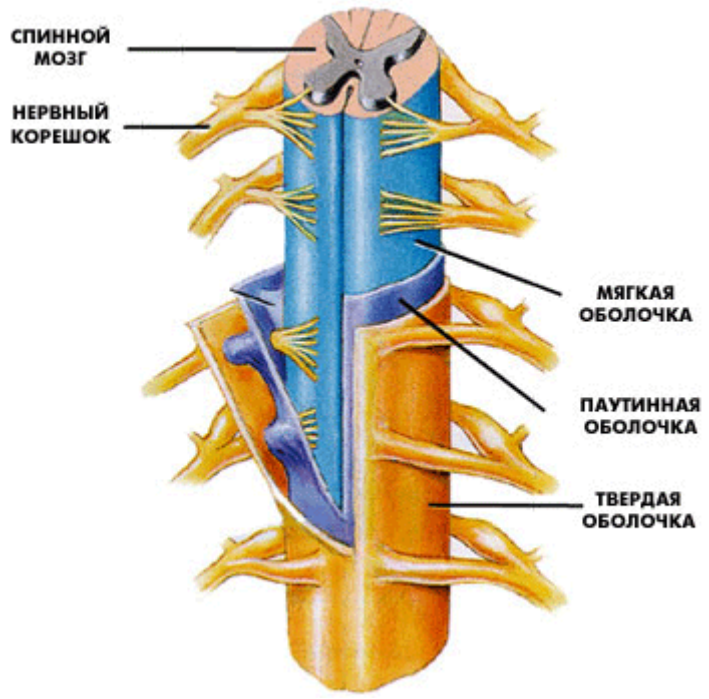


Рис. 3. Строение спинного мозга

Спинной мозг состоит из 31–33 сегментов: 8 шейных, 12 грудных, 5 поясничных и 1–3 копчиковых. Из каждого сегмента выходят передние и задние корешки. Оба корешка по выходу из мозга сливаются и образуют спинномозговой нерв. От спинного мозга отходит 31 пара спинномозговых нервов. Спинномозговые нервы смешанные, они образованы центростремительными и центробежными волокнами. Спинной мозг покрыт тремя оболочками: твердой, паутинной и сосудистой.

Развитие спинного мозга. Развитие спинного мозга начинается раньше, чем развитие других отделов нервной системы. У эмбриона спинной мозг уже достигает значительных размеров, в то время как головной мозг находится на стадии мозговых пузырей.

На ранних стадиях развития плода спинной мозг заполняет всю полость позвоночного канала, но затем позвоночный столб обгоняет рост спинного мозга, и к моменту рождения он заканчивается на уровне третьего поясничного позвонка.

Длина спинного мозга у новорожденных составляет 14–16 см. Удвоение его длины происходит к 10 годам. В толщину спинной мозг растет медленно. На поперечном срезе спинного мозга детей раннего возраста четко выделяется преобладание передних рогов над задними. В школьные годы у детей наблюдается увеличение размеров нервных клеток спинного мозга.

Функции спинного мозга. Спинной мозг участвует в осуществлении сложных двигательных реакций организма. В этом заключается *рефлекторная функция* спинного мозга. В сером веществе спинного мозга замы-

каются рефлекторные пути многих двигательных реакций, например коленный рефлекс (при постукивании по сухожилию четырехглавой мышцы бедра в области колена происходит разгибание голени в коленном суставе). Путь этого рефлекса проходит через II–IV поясничные сегменты спинного мозга. У детей на первых днях жизни коленный рефлекс вызывается очень легко, но проявляется он не в разгибании голени, а в сгибании. Это объясняется преобладанием тонуса мышц-сгибателей над разгибателями. У здоровых годовалых детей рефлекс возникает всегда, выражен он слабее.

Спинной мозг иннервирует всю скелетную мускулатуру, кроме мышц головы, которые иннервируются черепными нервами. В спинном мозге расположены рефлекторные центры мускулатуры туловища, конечностей и шеи, а также многие центры вегетативной нервной системы: рефлексы мочеиспускания и дефекации, рефлекторного набухания полового члена (эрекция) и извержения семени у мужчин (эякуляция).

Проводящая функция спинного мозга. Центростремительные импульсы, поступающие в спинной мозг через задние корешки, передаются по проводящим путям спинного мозга к вышележащим отделам головного мозга. В свою очередь, из вышележащих отделов центральной нервной системы через спинной мозг поступают импульсы, меняющие состояние скелетной мускулатуры и внутренних органов. Деятельность спинного мозга у человека в значительной степени подчинена координирующему влиянию вышележащих отделов центральной нервной системы.

В головном мозге выделяют три больших отдела: ствол, подкорковый отдел, кору больших полушарий (рис. 4). Ствол головного мозга образуют продолговатый, задний и средний мозг. В основание мозга выходят 12 пар черепных нервов.

Продолговатый мозг и мост. Продолговатый мозг является продолжением в полости черепа спинного мозга. Длина его – около 28 мм, ширина постепенно увеличивается и в самом широком месте достигает 24 мм. В веществе продолговатого мозга имеются отдельные скопления серого вещества, образующие ядра черепных нервов. Белое вещество продолговатого мозга образовано волокнами проводящих путей. Впереди продолговатого мозга в виде поперечного вала расположен варолиев мост.

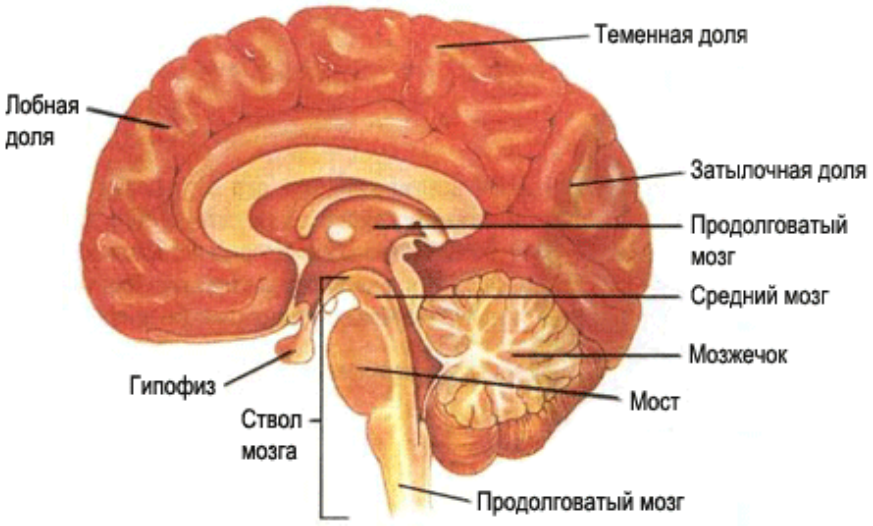


Рис. 4. Строение головного мозга

От продолговатого мозга отходят корешки черепно-мозговых нервов: XII – подъязычный, XI – добавочный нерв, X – блуждающий нерв, IX – языкоглоточный нерв. Между продолговатым мозгом и мостом выходят корешки VII и VIII черепных нервов – лицевого и слухового. Из моста выходят корешки VI и V нервов – отводящего и тройничного.

В заднем мозге замыкаются пути многих сложнокоординированных двигательных рефлексов. Здесь расположены жизненно важные центры регуляции дыхания, сердечно-сосудистой деятельности, функций пищеварительных органов, обмена веществ. Ядра продолговатого мозга принимают участие в осуществлении таких рефлекторных актов, как отделение пищеварительных соков, жевание, сосание, глотание, рвота, чихание.

У новорожденного продолговатый мозг вместе с мостом весит около 8 г, что составляет 2 % от массы головного мозга (у взрослого – 1,6 %). Ядра продолговатого мозга начинают формироваться во внутриутробном периоде развития, и к моменту рождения уже сформированы. Созревание ядер продолговатого мозга заканчивается к 7 годам.

Мозжечок. Позади продолговатого мозга и моста располагается мозжечок. Он имеет два полушария, соединенных червем. Серое вещество мозжечка лежит поверхностно, образуя его кору толщиной 1–2,5 мм. Поверхность мозжечка покрыта большим количеством борозд. Под корой мозжечка располагается белое вещество, внутри которого имеются четыре ядра серого вещества. Волокна белого вещества осуществляют связь между разными частями мозжечка, а также образуют нижние, средние и верхние ножки мозжечка. Ножки обеспечивают связь мозжечка с другими отделами мозга.

Мозжечок участвует в координации сложных двигательных актов, поэтому к нему приходят импульсы от всех рецепторов, которые раздра-

жаются во время движений тела. Наличие обратной связи мозжечка и коры больших полушарий головного мозга дают возможность ему оказывать влияние на произвольные движения, а большим полушариям через мозжечок регулировать тонус скелетных мышц, координировать их сокращения. У человека с нарушениями или выпадением функций мозжечка нарушается регуляция мышечного тонуса: движения рук и ног становятся резкими, нескоординированными; походка шаткая (напоминающая походку пьяного); наблюдается тремор конечностей и головы.

У новорожденных червь мозжечка развит лучше, чем сами полушария. Наиболее интенсивный рост мозжечка наблюдается в первый год жизни. Затем темпы развития его снижаются, и к 15 годам он достигает таких же размеров, как у взрослого человека.

Средний мозг. Средний мозг состоит из ножек большого мозга и четверохолмия. Полость среднего мозга представлена узким каналом – водопроводом мозга, который снизу сообщается с четвертым желудочком, а сверху – с третьим. В стенке мозгового водопровода находятся ядра III и IV черепных нервов – глазодвигательного и блокового. Через средний мозг проходят все восходящие пути к коре больших полушарий и мозжечку и нисходящие, несущие импульсы к продолговатому и спинному мозгу.

В среднем мозге находятся скопления серого вещества в виде ядер четверохолмия, ядер глазодвигательного и блокового нервов, красного ядра и черной субстанции. Передние бугры четверохолмия являются первичными зрительными центрами, а задние бугры – первичными слуховыми центрами. С их помощью осуществляются ориентировочные рефлексы на свет и звук (движение глаз, поворот головы, настораживание ушей у животных).

Ретикулярная формация. По всему стволу мозга (от верхнего конца спинного мозга до зрительных бугров и гипоталамуса включительно) располагается образование, состоящее из скоплений нейронов различных формы и типов, которые густо переплетены волокнами, идущими в различных направлениях. Под увеличением это образование напоминает сеть, поэтому оно получило название сетчатой, или ретикулярной, формации. В ретикулярной формации ствола мозга человека описано 48 отдельных ядер и клеточных групп.

При раздражении структур ретикулярной формации не отмечается никакой видимой реакции, однако изменяется возбудимость различных отделов центральной нервной системы. Через ретикулярную формацию проходят как восходящие центростремительные, так и нисходящие центробежные пути. Здесь осуществляются их взаимодействие и регуляция возбудимости всех отделов центральной нервной системы.

Промежуточный мозг. Промежуточный мозг состоит из четырех частей – эпиталамуса, дорсального таламуса, вентрального таламуса и гипоталамуса.

Основную часть промежуточного мозга составляет таламус (зрительный бугор). Это крупное парное образование серого вещества яйцевидной формы. Серое вещество таламуса тонкими белыми прослойками разделено на три области: переднюю, медиальную и латеральную. Каждая область представляет собой скопление ядер. В зависимости от особенностей их влияния на активность клеток коры больших полушарий ядра принято разделять на две группы: специфические и неспецифические (или диффузные).

При поражении зрительных бугров происходит нарушение проявления эмоций, меняется характер ощущений: часто незначительные прикосновения к коже, звук или свет вызывают у больных приступы тяжелейших болей или, напротив, даже сильное болевое раздражение не чувствуется. Поэтому таламус считают высшим центром болевой чувствительности, однако в формировании болевых ощущений участвует и кора больших полушарий

Гипоталамус примыкает к зрительному бугру снизу, отделяясь от него соответствующей бороздой. Его передней границей является хиазм (перекрест) зрительных нервов. Гипоталамус состоит из 32 пар ядер, которые объединяются в три группы: переднюю, среднюю и заднюю. С помощью нервных волокон гипоталамус сообщается с ретикулярной формацией ствола мозга, с гипофизом и с таламусом.

Гипоталамус – главный подкорковый центр регуляции вегетативных функций организма, он оказывает влияние как через нервную систему, так и через железы внутренней секреции. В клетках ядер передней группы гипоталамуса вырабатывается нейросекрет, который по гипоталамо-гипофизарному пути транспортируется в гипофиз. Гипоталамус и гипофиз часто объединяют в гипоталамо-гипофизарную систему.

Существует связь гипоталамуса и надпочечников: возбуждение гипоталамуса вызывает секрецию адреналина и норадреналина. Таким образом, гипоталамус регулирует деятельность эндокринных желез. Гипоталамус также принимает участие в регуляции деятельности сердечно-сосудистой и пищеварительной систем, в регуляции температуры тела, водного обмена, обмена углеводов. Ядра гипоталамуса участвуют во многих сложных поведенческих реакциях (половых, пищевых, агрессивно-оборонительных). Гипоталамус регулирует сон и бодрствование.

Большая часть ядер зрительных бугров к моменту рождения хорошо развита. После рождения происходит только увеличение зрительных бугров в объеме за счет роста нервных клеток и развития нервных волокон. Этот процесс продолжается до 13–15 лет. Дифференцировка ядер подбугровой области у новорожденных не завершена, окончательное свое развитие она получает в период полового созревания.

Большие полушария головного мозга. Полушария головного мозга

состоят из подкорковых ганглиев и мозгового плаща, окружающих боковые желудочки. У взрослого человека масса больших полушарий составляет около 80 % массы головного мозга. Правое и левое полушария разделены глубокой продольной бороздой. В глубине этой борозды находится мозолистое тело, образованное нервными волокнами. Мозолистое тело соединяет левое и правое полушария.

Мозговой плащ представлен корой головного мозга, серым веществом больших полушарий, которое образовано нервными клетками с отходящими от них отростками и клетками нейроглии. Клетки нейроглии выполняют опорную функцию для нейронов, участвуют в обмене веществ нейронов.

Кора больших полушарий головного мозга является высшим, филогенетически наиболее молодым образованием центральной нервной системы. В коре насчитывается от 12 до 18 млрд. нервных клеток. Кора имеет толщину от 1,5 до 3 мм. Общая поверхность полушарий коры у взрослого человека 1700–2000 $см^2$. Значительный прирост площади полушарий идет за счет многочисленных борозд, которые делят всю поверхность его на выпуклые извилины и доли.

Выделяют три главные борозды: центральную, боковую и теменно-затылочную. Они делят каждое полушарие на четыре доли: лобную, теменную, затылочную и височную Лобная доля находится впереди центральной борозды. Теменная доля впереди ограничена центральной бороздой, позади – теменно-затылочной бороздой, внизу – боковой бороздой. Позади теменно-затылочной борозды находится затылочная доля. Височная доля ограничена вверху глубокой боковой бороздой. Между височной и затылочной долями резкой границы нет. Каждая доля мозга, в свою очередь, делится бороздами на ряд извилин.

Каждая из этих долей содержит функционально различные корковые области.

Проекционные сенсорные зоны, включающие первичные и вторичные корковые поля, принимают и обрабатывают информацию определенной модальности от органов чувств противоположной половины тела (корковые концы анализаторов по И. П. Павлову). К их числу относятся зрительная кора, расположенная в затылочной доле, слуховая – в височной, соматосенсорная – в теменной доле.

Моторная кора каждого полушария, занимающая задние отделы лобной доли, осуществляет контроль и управление двигательными действиями противоположной стороны тела.

Ассоциативные области составляют у человека основную часть поверхности коры больших полушарий (третичные поля). Именно с этими областями связано формирование познавательной деятельности и психических функций. Клинические наблюдения показывают, что при пораже-

нии заднеассоциативных областей нарушаются сложные формы ориентации в пространстве, конструктивная деятельность, затрудняется выполнение всех интеллектуальных операций, которые осуществляются с участием пространственного анализа (счет, восприятие сложных смысловых изображений). Поражение лобных отделов коры приводит к невозможности осуществления сложных программ поведения, требующих выделения значимых сигналов на основе прошлого опыта и предвидения будущего. В ассоциативных областях коры левого полушария выделяются поля, непосредственно связанные с осуществлением речевых процессов, – центр Вернике в задневисочной коре, осуществляющий восприятие речевых сигналов, и центр Брока в нижних отделах лобной области коры, связанный с произнесением речи.

Рост и развитие головного мозга. Масса головного мозга новорожденного составляет 340–400 г, что соответствует 1/8–1/9 массы его тела (у взрослого человека масса мозга составляет 1/40 массы тела).

До четвертого месяца развития плода поверхность больших полушарий гладкая – лисэнцефалическая. Однако уже к пяти месяцам происходит образование боковой, затем центральной, теменно-затылочной борозды. К моменту рождения кора больших полушарий имеет такой же тип строения, как и у взрослого, но у детей она значительно тоньше. Форма и величина борозд и извилин существенно изменяются и после рождения.

Нервные клетки новорожденного имеют простую веретенообразную форму с очень небольшим количеством отростков. Миелинизация нервных волокон, расположение слоев коры, дифференцирование нервных клеток в основном завершаются к 3 годам. Последующее развитие головного мозга связано с увеличением количества ассоциативных волокон и образованием новых нервных связей. Масса мозга в эти годы увеличивается незначительно.

Структурно-функциональная организация коры головного мозга. Нервные клетки и волокна, образующие кору, расположены в семь слоев. В разных слоях коры нервные клетки отличаются формой, величиной и характером расположения.

I слой – молекулярный. В этом слое мало нервных клеток, они очень мелкие. Слой образован в основном сплетением нервных волокон.

II слой – наружный зернистый. Состоит из мелких нервных клеток, похожих на зерна, и клеток в виде очень мелких пирамид. Этот слой беден миелиновыми волокнами.

III слой – пирамидный. Образован средними и большими пирамидными клетками. Этот слой толще, чем два первых.

IV слой – внутренний зернистый. Состоит, как и II слой, из мелких зернистых клеток различной формы. В некоторых областях коры (например, в моторной области) этот слой может отсутствовать.

V слой – ганглиозный. Состоит из больших пирамидных клеток. В

двигательной области коры пирамидные клетки достигают наибольшей величины.

VI слой – полиморфный. Здесь клетки треугольной и веретенообразной формы. Этот слой прилежит к белому веществу мозга.

VII слой различают только в некоторых областях коры. Он состоит из веретенообразных нейронов. Этот слой значительно беднее клетками и богаче волокнами.

В процессе деятельности между нервными клетками всех слоев коры возникают как постоянные, так и временные связи.

Белое вещество полушарий мозга. Белое вещество больших полушарий располагается под корой, выше мозолистого тела. В составе белого вещества различают ассоциативные, комиссуральные и проекционные волокна. Ассоциативные волокна связывают между собой отдельные участки одного и того же полушария. Короткие ассоциативные волокна связывают отдельные извилины и близкие поля, длинные – извилины различных долей в пределах одного полушария.

Комиссуральные волокна связывают симметричные части обоих полушарий, и почти все они проходят через мозолистое тело.

Проекционные волокна выходят за пределы полушарий в составе нисходящих и восходящих путей, по которым и осуществляется двусторонняя связь коры с нижележащими отделами центральной нервной системы.

Задание для самостоятельной работы:

1. Исследуйте рефлекторные реакции человека

Ход работы.

1.1 *Коленный рефлекс.* Он возникает при ударе неврологическим молоточком по плотной связке надколенника ниже коленной чашечки. Происходит сокращение четырехглавого разгибателя бедра и разгибание голени.

Предложите испытуемому сесть на стул и положить ногу на ногу. Нанесите легкий удар неврологическим молоточком по сухожилию четырехглавой мышцы. Сравните рефлексы слева и справа.

1.2 *Ахиллов рефлекс*. Вызывается ударом молоточка по пяточному (ахиллову) сухожилию. Происходит разгибание стопы.

Испытуемый должен встать коленями на стул так, чтобы ступни ног свободно свисали. Неврологическим молоточком нанесите легкий удар по пяточному (ахиллову) сухожилию. Отметьте характер рефлекторной реакции.

1.3 *Рефлекс с сухожилия двуглавой мышцы плеча*. Осуществляется при ударе неврологическим молоточком по сухожилию двуглавой мышцы при согнутом в локтевом суставе предплечье. При этом происходит сги-

бание руки в локтевом суставе.

Полусогнутая и расслабленная рука испытуемого находится на ладони экспериментатора. Большой палец руки экспериментатора кладется на сухожилие двуглавой мышцы испытуемого. Удар молоточком нанесите по большому пальцу исследователя. Отметьте характер рефлекторной реакции.

Вопросы для самоконтроля:

1. Каков общий план строения нервной системы?
2. Опишите строение, свойства и назовите классификации нейронов.
3. Расскажите о нервных волокнах, их видах, строении и свойствах.
4. Каковы особенности проведения возбуждения по миелиновым и безмиелиновым нервным волокнам?
5. Раскройте строение химических синапсов и объясните механизм передачи возбуждения через синапс.
6. Расскажите о строении, функциональном значении и рефлексах спинного мозга.
7. Каковы особенности развития продолговатого мозга, варолиева моста, мозжечка, среднего и промежуточного мозга?
8. Каково строение и функции конечного мозга.

2. АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ

Теоретический материал

Разнообразные раздражения, постоянно действующие на живой организм, воспринимаются различными рецепторными образованиями, которые в зависимости от их местоположения и строения избирательно на них реагируют. Так, рецепторные образования глаза воспринимают световые раздражения, уха – звуковые, кожи – механические, температурные раздражения и т. д. Соответственно выделяют различные органы чувств: вкуса, обоняния, зрения, слуха и кожной рецепции.

Объективно деятельность органов чувств выражается в возникновении возбуждения в их рецепторных образованиях, а субъективно она проявляется в ощущении. Однако для возникновения ощущения необходимо, чтобы возбуждение от органов чувств было передано по афферентным путям в центральную нервную систему. Исходя из этого, И. П. Павлов ввел в физиологию понятие *анализатора*, под которым понимают всю совокупность анатомических образований, деятельностью которых определяется возникновение ощущений. Анализатор состоит из *периферического отдела* – соответствующего органа чувств, *проводникового отдела* – афферентных проводящих путей и определенного участка в коре головного мозга, который называется *корковым отделом* анализатора. Названия анализаторов соответствуют названиям органов чувств, т. е. выделяют зрительный, слуховой, обонятельный, вкусовой и кожный анализаторы. Кроме того, выделяют двигательный анализатор, периферической частью которого являются рецепторы мышц, сухожилий, суставов, внутренний анализатор, воспринимающая часть которого представлена рецепторами внутренних органов, и вестибулярный анализатор, рецепторы которого приходят в состояние возбуждения при изменении положения тела.

Периферическое звено, воспринимающее раздражения из окружающей и внутренней среды, представлено *рецепторами.* Рецепторы, воспринимающие раздражение из окружающей среды, называют экстерорецепторами. Они делятся на контактные, воспринимающие раздражение при непосредственном контакте с предметом, и дистантные, реагирующие на раздражители, находящиеся от них на значительном расстоянии. К первому типу экстерорецепторов относятся рецепторы, расположенные в коже (температурные и тактильные), и вкусовые, находящиеся в полости рта; ко второму – зрительные, слуховые и обонятельные рецепторы.

Общим для всех анализаторов является их высокая чувствительность к адекватным раздражителям, способность к адаптации и тесное функциональное взаимодействие.

Важной особенностью анализаторов является их способность приспосабливаться к действию постоянных раздражителей, называемая адаптацией. Например, войдя в темное помещение, мы некоторое время не способны видеть окружающие нас предметы, затем вследствие повышения чувствительности зрительных рецепторов наше зрение восстанавливается, то есть адаптируется.

При действии сильных раздражителей происходит противоположный процесс – снижение чувствительности рецепторов. Примером может быть адаптация зрения, происходящая при выходе человека из темного помещения на яркий солнечный свет. Первые мгновения мы просто «слепнем» от яркого света, но очень быстро вследствие снижения чувствительности зрительных рецепторов зрение восстанавливается. Аналогичные явления адаптации наблюдаются и при действии шума или запахов.

Зрительное восприятие начинается с проекции изображения на сетчатку глаза и возбуждения фоторецепторов, трансформирующих световую энергию в нервное возбуждение. Сложность зрительных сигналов, поступающих из внешнего мира, необходимость активного их восприятия обусловили формирование в эволюции сложного оптического прибора. Этим периферическим прибором – периферическим органом зрения – является глаз. Глаз состоит из глазного яблока и вспомогательного аппарата. Из глазного яблока выходит зрительный нерв, соединяющий его с головным мозгом.

Форма глаза – шаровидная. У взрослых диаметр приблизительно равен 24 мм, у новорожденных – 16 мм. Форма глазного яблока у новорожденных более шаровидная, чем у взрослых, поэтому дети в 80–94 % случаев обладают дальнозоркой рефракцией. Рост глазного яблока продолжается после рождения. Интенсивнее всего оно растет первые пять лет жизни, менее интенсивно – до 9–12 лет.

Глазное яблоко лежит в полости глазницы и состоит из внутреннего ядра и окружающих его трех оболочек: наружной, средней и внутренней (рис. 5).

Наружная – склера (белочная оболочка) – плотная непрозрачная ткань белого цвета, толщиной около 1 мм. В передней части она переходит в прозрачную роговицу. Склера у детей тоньше, более растяжима и эластична.

Роговица у новорожденных более толстая и выпуклая. К пяти годам толщина роговицы уменьшается, радиус кривизны с возрастом почти не меняется. С возрастом роговица становится плотнее и ее преломляющая сила уменьшается.

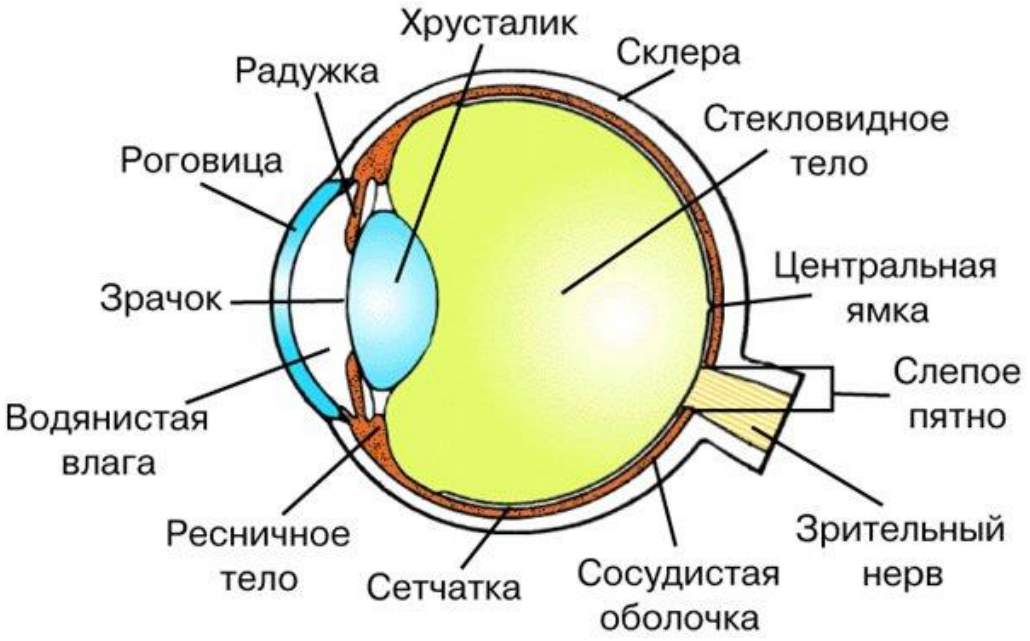


Рис. 5. Строение глазного яблока

Под склерой находится *сосудистая оболочка*, ее толщина составляет 0,2–0,4 мм. Она содержит много кровеносных сосудов. В переднем отделе глазного яблока сосудистая оболочка переходит в ресничное (цилиарное) тело и радужную оболочку (радужку). В ресничном теле расположена мышца, связанная с хрусталиком и регулирующая его кривизну.

Хрусталик – прозрачное эластичное образование, имеющее форму двояковыпуклой линзы. Хрусталик покрыт прозрачной сумкой: по всему его краю к ресничному телу тянутся тонкие, но упругие волокна. Они сильно натянуты и держат хрусталик в растянутом состоянии. У новорожденных и детей дошкольного возраста хрусталик более выпуклый, прозрачный и обладает большей эластичностью.

В центре радужки находится отверстие – *зрачок.* Величина зрачка изменяется, поэтому в глаз может попадать большее или меньшее количество света. Просвет зрачка регулируется мышцей, находящейся в радужке. Зрачок у новорожденных узкий. В 6–8 лет зрачки широкие вследствие преобладания тонуса симпатических нервов, иннервирующих мышцы радужной оболочки. В 8–10 лет зрачок вновь становится узким и очень живо реагирует на свет. К 12–13 годам быстрота и интенсивность зрачковой реакции на свет такие же, как у взрослого.

Ткань радужной оболочки содержит особое красящее вещество – меланин. В зависимости от количества этого пигмента цвет радужки меняется от серого и голубого до коричневого, почти черного. Цветом радужки определяется цвет глаз. При отсутствии пигмента (люди-альбиносы) лучи света проникают в глаз не только через зрачок, но и через ткань радужки. У альбиносов глаза имеют красноватый оттенок.

Между роговицей и радужкой, а также между радужкой и хрусталиком имеются небольшие пространства, называемые передней и задней камерами глаза. В них находится прозрачная жидкость. Она снабжает питательными веществами роговицу и хрусталик, которые лишены кровеносных сосудов. Полость глаза позади хрусталика заполнена прозрачной желеобразной массой – стекловидным телом.

Внутренняя поверхность глаза выстлана тонкой (0,2–0,3 мм), весьма сложной по строению оболочкой – *сетчаткой, или ретиной*. Она содержит светочувствительные клетки, названные из-за их формы колбочками и палочками. Нервные волокна, отходящие от этих клеток, собираются вместе и образуют зрительный нерв, который направляется в головной мозг. У новорожденных палочки в сетчатке дифференцированы, число колбочек в желтом пятне (центральной части сетчатки) начинает возрастать после рождения, и к концу первого полугодия морфологическое развитие центральной части сетчатки заканчивается.

Слезный аппарат представлен слезной железой и слезовыводящими путями. Слеза омывает глазное яблоко и постепенно увлажняет роговицу. Движению слезной жидкости в сторону наружного угла глаза способствуют мигательные движения век.

Двигательный аппарат глаза представлен шестью мышцами. Мышцы начинаются от сухожильного кольца вокруг зрительного нерва в глубине глазницы и прикрепляются к глазному яблоку. Выделяют четыре прямые мышцы глазного яблока (верхняя, нижняя, латеральная, медиальная) и две косых мышцы (верхняя и нижняя). Мышцы действуют таким образом, что оба глаза поворачиваются согласованно и направлены в одну и ту же точку. От сухожильного кольца начинается также мышца, поднимающая верхнее веко.

Строение и значение сетчатки. Рецепторный аппарат зрительного анализатора расположен на внутренней оболочке глаза – сетчатке. Сетчатка имеет сложную многослойную структуру. Она состоит из пигментного слоя, фоторецепторов и двух слоев нервных клеток, отростки которых образуют зрительный нерв. В сетчатке имеется два вида фоторецепторов: палочки (их у человека примерно 120–125 млн.) и колбочки (5–6 млн.).

Каждая палочка или колбочка состоит из наружного членика, чувствительного к действию света, содержащего зрительный пигмент, и внутреннего сегмента, в котором находятся ядро и митохондрии, обеспечивающие энергетические процессы в фоторецепторной клетке. В палочках содержится пигмент родопсин, или зрительный пурпур, в колбочках – пигмент йодопсин.

При действии света в палочках и колбочках осуществляются физические и химические процессы. В частности, под влиянием света родопсин разрушается. При затемнении глаз происходит восстановление зри-

тельного пурпура. Для этого необходим витамин А. Если же в организме витамин А отсутствует, то образование родопсина резко нарушается, что приводит к развитию так называемой куриной слепоты, то есть неспособности видеть при слабом свете или в темноте.

Йодопсин также подвергается разрушению под влиянием света и образуется в темноте. Распад йодопсина в отличие от зрительного пурпура совершается в 4 раза медленнее.

Палочки и колбочки распределены в сетчатке неравномерно. Центральная ямка сетчатки содержит только колбочки. По направлению к периферии сетчатки количество колбочек уменьшается, а палочек соответственно возрастает. Периферическая часть сетчатки содержит исключительно палочки. Участок сетчатки глаза, где сосредоточены только колбочки, получил название желтого пятна. Место выхода зрительного нерва из глазного яблока – сосок (диск) зрительного нерва – совсем не содержит фоторецепторов и нечувствителен к свету. Это так называемое слепое пятно.

Колбочки осуществляют дневное зрение и воспринимают цвета. Палочки обеспечивают сумеречное, ночное зрение.

Проводящие пути зрительного анализатора. Проводящие пути зрительного анализатора разделяют на периферические и центральные. Периферические проводящие пути образованы нейронами сетчатки, зрительными нервами и зрительными трактами.

Из сетчатки глаза фоторецепторы передают зрительный сигнал биполярным, а те ганглиозным клеткам. Аксоны ганглиозных клеток формируют зрительный нерв (рис. 6).

На уровне промежуточного мозга правый и левый зрительные нервы образуют перекрест. Позади зрительного перекреста зрительные нервы продолжаются в правый и левый зрительные тракты, которые содержат нервные волокна из обоих глаз. Волокна тракта заканчиваются в подкорковых зрительных центрах: ядрах латерального коленчатого тела, зрительного бугра и ростральных ядрах четверохолмия.

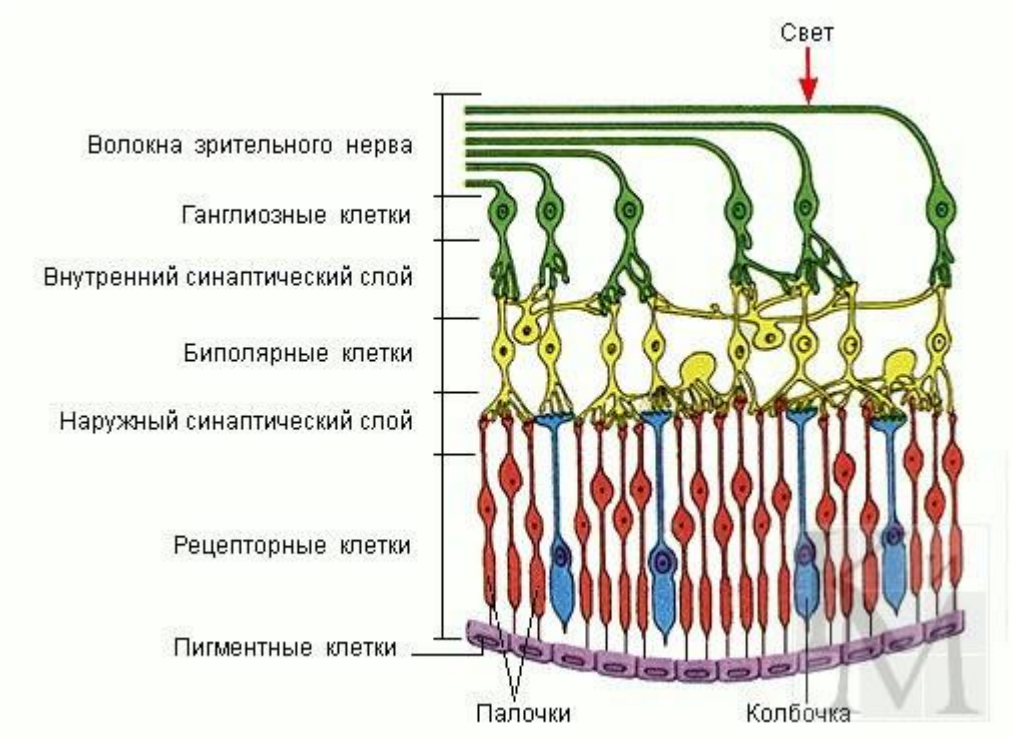


Рис. 6. Строение сетчатки

Аксоны нейронов этих ядер образуют центральные проводящие пути зрительного анализатора. Нервные волокна из ядер зрительных бугров и коленчатого тела идут в затылочную долю коры больших полушарий, которая является корковым центром зрительного анализатора.

Оптическая система глаза представлена роговицей, хрусталиком и стекловидным телом. Поступающие в глаз световые лучи проходят через оптическую систему глаза и попадают на сетчатку. Ход лучей зависит от показателей преломления и радиуса кривизны поверхности роговой оболочки, хрусталика и стекловидного тела. Преломляющую силу оптической системы глаза выражают в диоптриях (дптр). Преломляющая сила оптической системы глаза при рассматривании далеких предметов составляет около 59 дптр, при рассматривании близких предметов 70,5 дптр.

Острота зрения отражает способность оптической системы глаза строить четкое изображение на сетчатке. Остротой зрения называется способность глаза видеть раздельно две точки. Она измеряется путем определения наименьшего расстояния между двумя точками, чтобы лучи от них попадали на разные рецепторы сетчатки.

Аккомодация и ее возрастные особенности. Аккомодацией называют способность глаза видеть предметы на разном от него расстоянии. При аккомодации меняется кривизна хрусталика за счет сокращения ресничной мышцы (рис. 7). Она приближается к хрусталику, ослабевает натяжение цинновой связки, которая прикрепляется к его капсуле. Капсула расслабляется, и хрусталик, переставая испытывать ее давление, становится

более выпуклым. Это сопровождается увеличением преломляющей силы и перемещением точки схождения лучей, идущих от ближнего предмета на сетчатку.

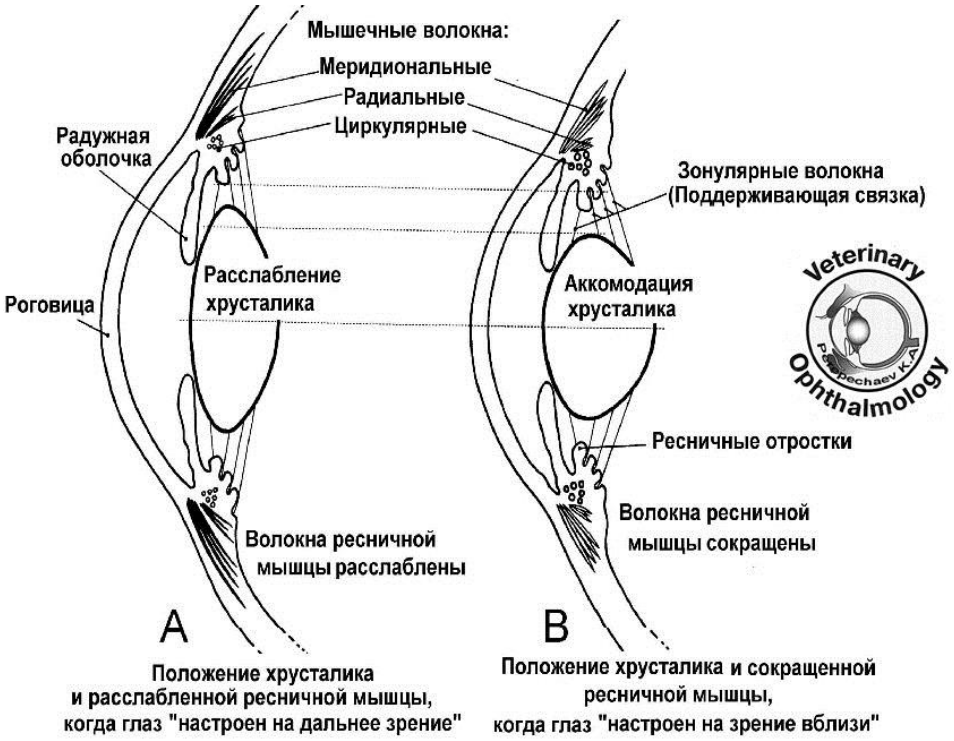


Рис. 7. Механизм аккомодации

Наименьшее расстояние от предмета до глаза, на котором этот предмет еще ясно видим, определяет положение ближней точки ясного видения, а наибольшее расстояние – дальней точки ясного видения. При расположении предмета в ближней точке аккомодация максимальна, в дальней – аккомодация отсутствует.

Рефракция. Преломляющие свойства нормального глаза называют рефракцией. Глаз без всяких нарушений рефракции, соединяющий параллельные лучи в фокусе на сетчатке, называют эмметропическим. Существуют два основных вида аномалии рефракции – дальнозоркость и близорукость. Если параллельно идущие лучи сходятся за сетчаткой, то глаз с таким отклонением от обычной рефракции называют гиперметропическим, или дальнозорким. В этом случае плохо видимы близко расположенные предметы. Если же лучи сходятся перед сетчаткой, то глаз называют миопическим, близоруким. При таком нарушении рефракции плохо видимы далеко расположенные предметы.

Дальнозоркость является следствием короткой продольной оси глаза. Она бывает связана либо с неправильной формой глаза, либо с неправильной кривизной роговицы или хрусталика. В этих случаях изображение фокусируется сзади глаза. Ближайшая точка ясного видения отодвигается от глаз.

В близоруком глазу параллельные лучи, идущие от далеких предметов, пересекаются впереди сетчатки, не доходя до нее. Это может быть связано со слишком длинной продольной осью глаза (больше 22,5–23,0 мм) или с большей, чем нормальная, преломляющей силой среды глаза. Миопия обычно развивается под влиянием длительной и беспорядочной зрительной работы на близком расстоянии.

К аномалиям рефракции относят и астигматизм – невозможность схождения всех лучей в одной точке. Астигматизм является следствием неодинаковой кривизны роговицы в различных ее меридианах. Резкие степени астигматизма исправляются при помощи цилиндрических стекол.

Световая и цветовая чувствительность в разном возрасте. Минимальное число квантов света, необходимое для возникновения возбуждения в глазу, колеблется от 8 до 47.

Колбочки воспринимают различные цвета. У человека встречаются случаи частичного и полного нарушения цветового зрения. Отсутствие различения отдельных цветов – частичная световая слепота – было впервые описано в конце 18 века физиком Д. Дальтоном, который сам страдал этим нарушением зрения. Это и послужило основанием для обозначения аномалии цветовосприятия термином «дальтонизм». Дальтонизм встречается у 8 % мужчин, возникновение его обусловлено генетическим отсутствием определенных генов в определяющей пол непарной у мужчин Х-хромосоме.

Существуют три разновидности частичной цветовой слепоты: протанопия, дейтеранопия и тританопия. Каждая из них характеризуется отсутствием восприятия одного из трех основных цветов. Люди, страдающие протанопией («краснослепые»), не воспринимают красного цвета, сине-голубые лучи кажутся им бесцветными. Лица, страдающие дейтеранопией («зеленослепые»), не отличают зеленые цвета от темно-красных и голубых. При тританопии – редко встречающейся аномалии цветового зрения, не воспринимаются лучи синего и фиолетового цвета.

Все перечисленные виды цветовой слепоты объясняются трехкомпонентной теорией. Она утверждает существование в сетчатке трех разных типов цветовоспринимающих рецепторов – колбочек.

Согласно этой теории, в колбочках находятся различные светочувствительные вещества. Одни колбочки содержат вещество, чувствительное к красному цвету, другие – зеленому, третьи – к фиолетовому. Всякий цвет оказывает действие на все три цветоощущающих элемента, но в разной степени. Эти возбуждения суммируются зрительными нейронами и, дойдя до коры, дают ощущение того или иного цвета.

Изменение световой чувствительности с возрастом в основном зависит от изменяющейся возбудимости зрительных нервных центров. Световая чувствительность увеличивается в возрасте от 4 до 20 лет и после 30

лет начинает снижаться. Установлено, что цветоощущение присуще уже новорожденным. Исследование условных рефлексов выявило возможность дифференцирования цветов при образовании защитных мигательных и пищевых условных рефлексов на 3-м месяце жизни.

Периферический отдел слухового анализатора представлен органом слуха, т. е. ухом, с помощью которого человек воспринимает воздействие внешней среды, выраженное в виде звуковых колебаний, оказывающих физическое давление на барабанную перепонку. Через орган слуха человек получает значительно меньше информации, чем с помощью органа зрения (примерно 10 %). Но слух имеет большое значение для общего развития и формирования личности и, в частности, для развития речи у ребенка, оказывающей решающее влияние на его психическое развитие.

Орган слуха состоит из трех частей: наружного, среднего и внутреннего (рис. 8).

Наружное ухо воспринимает звуки и направляет их к барабанной перепонке. Оно включает проводящие отделы – ушную раковину и наружный слуховой проход.

Ушная раковина состоит из эластического хряща, покрытого тонким слоем кожи. Наружный слуховой проход представляет собой изогнутый канал длиной 2,5–3 см. Его конец изнутри закрыт тонкой полупрозрачной пластинкой – барабанной перепонкой, отделяющей наружное ухо от среднего. Последнее включает в себя несколько образований, заключенных в барабанную полость: барабанную перепонку, слуховые косточки, слуховую (евстахиеву) трубу. На стенке, обращенной к внутреннему уху, находятся два отверстия – овальное окно (окно преддверия) и круглое окно (окно улитки). На стенке барабанной полости, обращенной к наружному слуховому проходу, находится барабанная перепонка, воспринимающая звуковые колебания воздуха и передающая их звукопроводящей системе среднего уха – комплексу слуховых косточек (его можно сравнить со своеобразным микрофоном). Едва заметные колебания барабанной перепонки здесь усиливаются и преобразуются, передаваясь во внутреннее ухо. Комплекс состоит из трех косточек: молоточка, наковальни и стремечка.

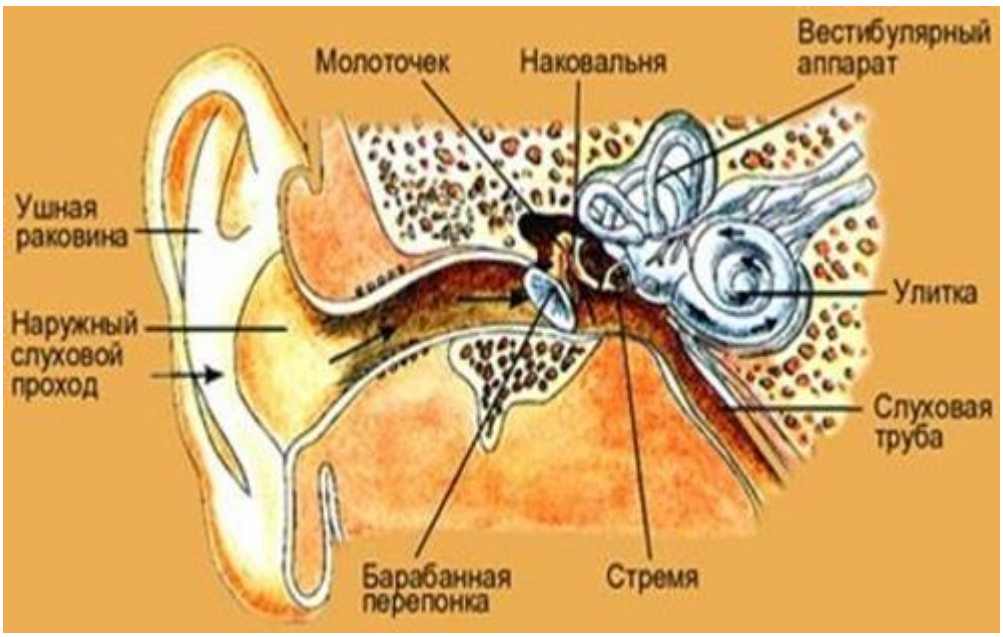


Рис. 8. Строение уха

Слуховая труба (длиной 3,5–4 см) соединяет барабанную полость с верхним отделом глотки. Через нее из носоглотки в полость среднего уха попадает воздух, благодаря чему выравнивается давление на барабанную перепонку со стороны наружного слухового прохода и барабанной полости. Когда затруднено прохождение воздуха по слуховой трубе (воспалительный процесс), то преобладает давление со стороны наружного слухового прохода, и барабанная перепонка вдавливается в полость среднего уха. Это приводит к значительной потере возможностей барабанной перепонки совершать колебательные движения в соответствии с частотой звуковых волн.

Внутреннее ухо – очень сложно устроенный орган, внешне напоминает лабиринт или улитку, имеющую 2,5 завитка. Оно расположено в пирамиде височной кости. Внутри костного лабиринта находится замкнутый соединительный перепончатый лабиринт, повторяющий форму внешнего. Пространство между стенками костного и перепончатого лабиринтов заполнено жидкостью – перилимфой, а полость перепончатого лабиринта – эндолимфой.

Полость канала улитки разделена мембранами на три отдела: верхний канал улитки, или вестибулярная лестница, начинается от окна преддверия; средний канал улитки – между вестибулярной и спиральной мембранами и нижний канал, или барабанная лестница, начинающаяся от окна улитки. У вершины улитки вестибулярная и барабанная лестницы сообщаются посредством маленького отверстия – геликотремы. Вестибулярная и барабанная лестницы заполнены перилимфой, а средний канал – эндолимфой. Внутри улиткового протока, на спиральной мембране, рас-

полагается сложное устройство, представляющее собой собственно воспринимающий рецепторный аппарат – кортиев орган (рис. 9).

Кортиев орган образован чувствительными волосковыми клетками. Различают внутренние и наружные волосковые клетки. Внутренние волосковые клетки несут на своей поверхности от 30 до 60 коротких волосков, расположенных в 3–5 рядов. Число внутренних волосковых клеток составляет у человека около 3500. Наружные волосковые клетки расположены в три ряда, каждая из них имеет около 100 волосков. Общее число наружных волосковых клеток составляет у человека 12–20 тысяч. Наружные волосковые клетки более чувствительны к действию звуковых раздражителей, чем внутренние. Над волосковыми клетками расположена текториальная мембрана. Она имеет лентовидную форму и желеобразную консистенцию.

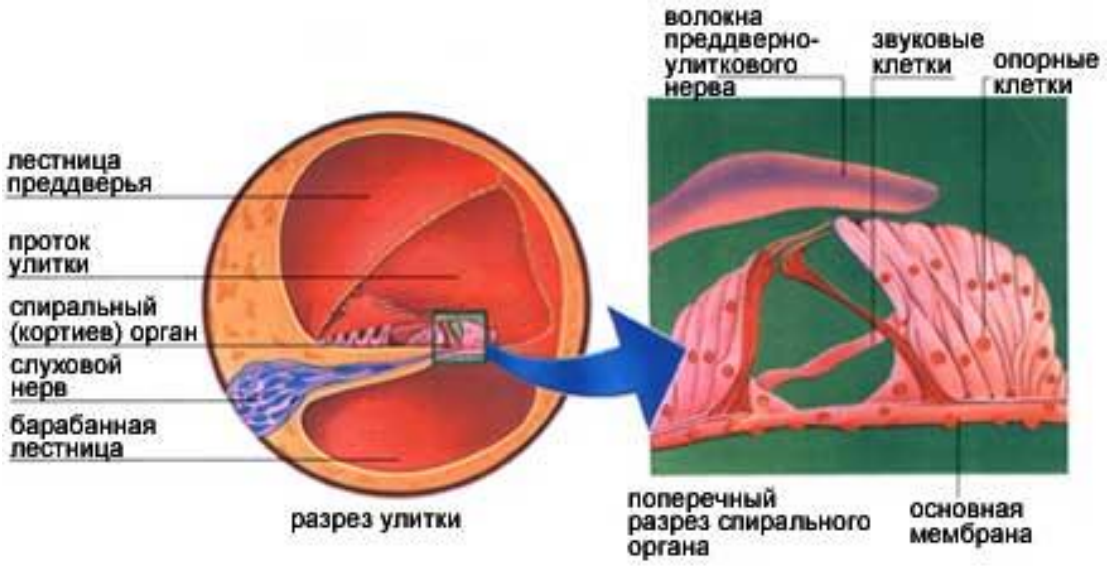


Рис. 9. Строение улитки

Информация от волосковых клеток передается по дендритам клеток, образующих спиральный узел. Второй отросток этих клеток – аксон – в составе преддверно-улиткового нерва направляется к стволу мозга и к промежуточному мозгу, где происходит переключение на следующие нейроны, отростки которых идут в височный отдел коры головного мозга.

Механизм восприятия звука. Звуковые колебания улавливаются ушной раковиной и по наружному слуховому проходу передаются барабанной перепонке, которая начинает колебаться в соответствии с частотой звуковых волн. Колебания барабанной перепонки передаются цепи косточек среднего уха и при их участии мембране овального окна. Колебания мембраны окна преддверия передаются перилимфе и эндолимфе, что вызывает колебания основной мембраны вместе с расположенным на ней кортиевым органом. При этом волосковые клетки своими волосками ка-

саются текториальной мембраны, и вследствие механического раздражения в них возникает возбуждение, которое передается далее на волокна преддверно-улиткового нерва.

Слуховой анализатор человека воспринимает звуковые волны с частотой их колебаний от 20 до 20 тыс. в секунду. Высота тона определяется частотой колебаний: чем она больше, тем выше по тону воспринимаемый звук. Сила звука определяется амплитудой звуковой волны. Ощущение интенсивности звука связано с различным соотношением числа возбужденных внутренних и внешних волосковых клеток.

Возрастные особенности слухового анализатора. Формирование улитки происходит на 12-й неделе внутриутробного развития, а на 20-й неделе начинается уже миелинизация волокон улиткового нерва в нижнем (основном) завитке улитки. Миелинизация в среднем и верхнем завитках улитки начинается значительно позднее.

Слуховой анализатор начинает функционировать сразу же после рождения. Уже у новорожденных возможно осуществление элементарного анализа звуков. Первые реакции на звук носят характер ориентировочных рефлексов, осуществляемых на уровне подкорковых образований. Они отмечаются даже у недоношенных детей и проявляются в закрывании глаз, открывании рта, вздрагивании, уменьшении частоты дыхания, пульса, в различных мимических движениях. Звуки, одинаковые по интенсивности, но разные по тембру и высоте, вызывают разные реакции, что свидетельствует о способности их различения новорожденным ребенком.

Функциональное развитие слухового анализатора продолжается до 6–7 лет, что проявляется в образовании тонких дифференцировок на речевые раздражители. Различны у детей разного возраста пороги слышимости. Острота слуха и, следовательно, наименьший порог слышимости уменьшаются до 14–19 лет, когда отмечается самая малая величина порога, а затем вновь нарастают. Чувствительность слухового анализатора к разным частотам неодинакова в разном возрасте. До 40 лет наименьший порог слышимости падает на частоту 3000 Гц, в 40–49 лет – 2000 Гц, после 50 лет – 1000 Гц, причем с этого возраста понижается верхняя граница воспринимаемых звуковых колебаний.

Задания для самостоятельной работы:

1. Определение остроты зрения

Ход работы. Для определения остроты зрения повесьте таблицу Сивцева на хорошо освещенную стену. Испытуемый должен сесть на расстоянии 5 метров от таблицы и закрыть ширмой один глаз. Экспериментатор указкой показывает испытуемому буквы и просит их называть. Определение начинают с верхней строчки и, спускаясь вниз, находят самую

нижнюю строку, все буквы которой испытуемый отчетливо видит и называет правильно или с некоторыми ошибками (не более 20 %) в течение 2–3 с. Затем рассчитывают остроту зрения по формуле: $V = \frac{d}{D}$, где V – острота зрения, d – расстояние испытуемого от таблицы (5 м), D – расстояние (в метрах), с которого данная строчка должна быть видна нормальному глазу (указано с левой стороны каждой строчки таблицы). Затем так же определяют остроту зрения другого глаза.

При $V = 1$ – зрение нормальное (эмметропическое), $V < 1$ – зрение понижено (миопическое). Дальнозоркость с помощью таблицы Сивцова выявить нельзя.

Запишите результаты определения остроты зрения для каждого глаза. Сделайте выводы, дав оценку полученным результатам.

2. Обнаружение слепого пятна (опыт Мариотта)

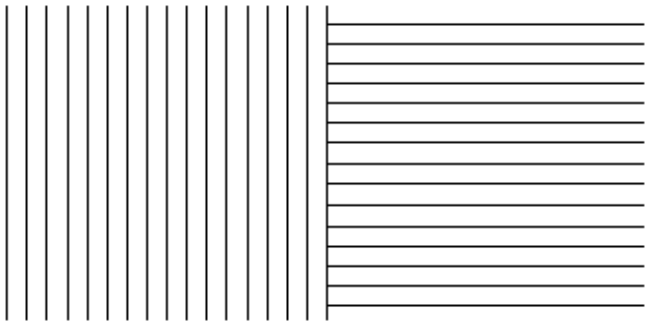
Ход работы. Поместите перед глазами рисунок для обнаружения слепого пятна. Закрыв правый глаз ширмой, левым фиксируйте крест, распложенный в правой части рисунка. Приближайте рисунок к глазу и удаляйте его. На определенном расстоянии от глаза (20–25 см) круг выпадает из поля зрения.

Повторите опыт, закрывая ширмой левый глаз и фиксируя правым глазом левое изображение на рисунке. Укажите расстояние от глаза до рисунка в момент, когда второе изображение исчезнет. Объясните результаты исследования.

3. Обнаружение явления астигматизма

Ход работы. Для наблюдения астигматизма предложите испытуемому рассматривать рисунок, на котором одни линии расположены вертикально, а другие – горизонтально, толщина всех линий одинакова. Отметьте, какие линии, горизонтальные или вертикальные, кажутся более отчетливыми.

Приближая рисунок к глазу и отодвигая его, определите, впереди сетчатки или за ней сходились лучи, идущие от менее ясно видимых линий. Если, например, при приближении рисунка горизонтальные линии стали более отчетливыми, то это означает, что лучи, идущие от этих линий, при начальном положении рисунка сходились впереди сетчатки, а при приближении рисунка к глазу точки схождения лучей переместились на сетчатку, т. е. изображение оказалось в фокусе.



Поворачивая рисунок на 90°, отметьте, что представление о толщине линий все время меняется соответственно изменению их положения.

Запишите результаты опыта, объясните наблюдаемое явление.

Вопросы для самоконтроля:

1. Перечислите основные отделы анализатора. Какие функции они выполняют?
2. Назовите основные сенсорные системы организма человека.
3. Чем представлен периферический отдел зрительного анализатора?
4. Назовите основные и вспомогательные структуры глаза.
5. Какие части глаза входят в состав оптической системы?
6. Что такое «аккомодация» и как она изменяется с возрастом?
7. Каково строение периферического отдела слухового анализатора?
8. Назовите основные причины, приводящие к нарушениям слуха.

3. МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ И ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ И СИСТЕМЫ КРОВИ

Теоретический материал

Сердечно-сосудистой системе принадлежит в основном транспортная функция, заключающаяся в обеспечении движения крови по сосудам ко всем органам и тканям живого организма. Благодаря транспортной функции сердечно-сосудистой системы осуществляются следующие процессы:

1. Передача ко всем органам и тканям организма человека необходимых для жизни питательных веществ (белков, жиров, углеводов), солей и воды.

2. Перенос продуктов распада, образованных в тканях в процессе обмена веществ, к органам выделения.

3. Транспорт гормонов и специфических веществ, образованных в процессе обмена и участвующих в гуморальной регуляции функций.

4. Транспорт газов. В сосудах легких кровь отдает углекислый газ и насыщается кислородом, в сосудах тканей отдает кислород и забирает углекислый газ.

Все основные функции крови реализуются благодаря ее постоянной циркуляции в организме по системе кровообращения, которая состоит из нагнетательного органа – сердца, выполняющего функцию насоса, и сосудов, доставляющих кровь к различным органам и тканям.

Артерии – это сосуды, по которым кровь течет в направлении от сердца к органам. Все артерии, в зависимости от диаметра, делят на крупные, средние и мелкие. Самые крупные артериальные сосуды – аорта и легочный ствол – выходят из сердца и несут кровь в артерии. Стенка артерий сравнительно толстая и состоит из трех оболочек: наружной соединительнотканной, средней – мышечной и внутренней, состоящей из слоя плоских эпителиальных клеток (эндотелия) (рис. 10). Толстая мышечная оболочка состоит из эластичных волокон и гладких мышц. Благодаря наличию эластичных волокон в стенках артерии обладают растяжимостью. Эластические свойства артериальных сосудов обеспечивают превращение пульсирующего кровотока в непрерывный. У человека диаметр артерий колеблется от 0,4 до 2,5 см.

Капилляры – это мельчайшие кровеносные сосуды со средним диаметром около 7 мкм, через стенки которых осуществляются все обменные процессы между кровью и тканями. Они связывают артериальную систему с венозной. Стенки капилляров образованы только слоем эпителиаль-

ных клеток. Кровь в них движется очень медленно. Это необходимое условие для обмена веществ и газообмена между кровью и тканями благодаря диффузии, фильтрации и реабсорбции.

Перемещаясь по капиллярам, кровь собирается в *вены*, по которым она возвращается в сердце. Имеющиеся в венах клапаны препятствуют движению крови в обратном направлении. Стенка вен, как и артерий, состоит из трех оболочек: внутренней, средней и наружной, но она тоньше, и ее средний слой содержит меньше мышечных и эластичных волокон, поэтому вены менее упруги и легко спадаются.

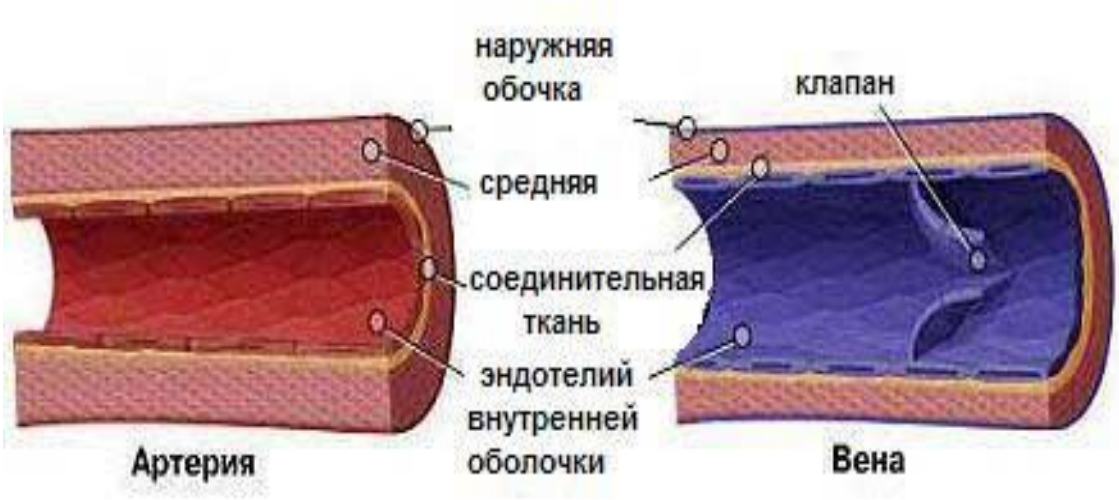


Рис. 10. Строение стенок кровеносных сосудов

Кровеносные сосуды образуют замкнутые круги кровообращения, по которым кровь движется непрерывно от сердца к органам и обратно. Кровеносная система представлена большим и малым кругами кровообращения (рис. 11).

Большой круг кровообращения начинается от левого желудочка самым крупным сосудом – аортой. Аорта разветвляется на артерии, идущие к голове (сонные артерии), верхним конечностям (подключичные артерии), туловищу (нисходящая часть аорты), ко всем внутренним органам и к нижним конечностям. Артерии разветвляются на более мелкие сосуды – артериолы, а затем капилляры, образующие густую сеть сосудов в органах и тканях. Капилляры переходят в очень тонкие венозные сосуды – венулы. Последние идут от всех органов и тканей и соединяются в более крупные вены, которые, идя от туловища и нижних конечностей, впадают в нижнюю полую вену, а от головы и верхних конечностей – в верхнюю полую вену. Этими сосудами, впадающими в правое предсердие, заканчивается большой круг кровообращения.

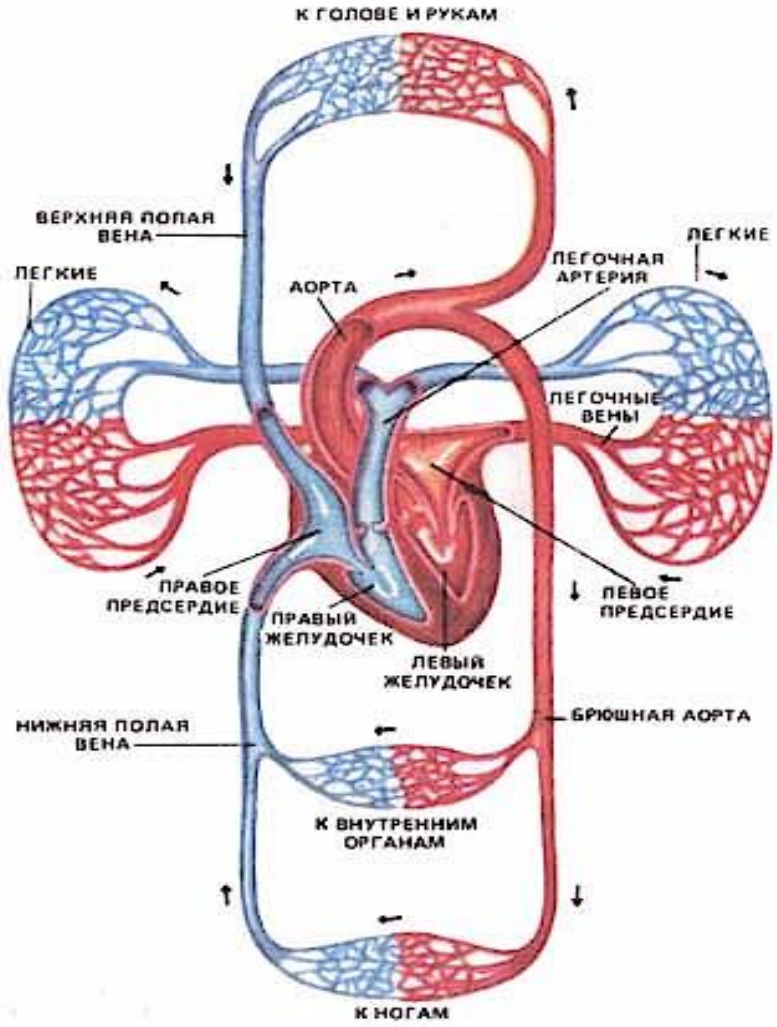


Рис. 11. Схема кругов кровообращения

Малый, или легочный, круг кровообращения начинается от правого желудочка стволом легочной артерии, который делится на две ветви. По этим артериям венозная кровь поступает к правому и левому легким. В легких артерии также разделяются на артериолы, а затем – на капилляры, которые густой сетью оплетают альвеолярные пузырьки. Через тонкостенные капилляры легких происходит обмен газов. Кровь получает из альвеолярного воздуха кислород и отдает ему углекислый газ, т. е. превращается в артериальную. Артериальная кровь по четырем легочным венам поступает в левое предсердие, где заканчивается малый круг кровообращения.

В артериях большого круга кровообращения течет кровь, богатая кислородом – артериальная, а в венах – кровь, содержащая углекислоту – венозная кровь. В артериях малого круга кровообращения, наоборот, течет венозная кровь, богатая углекислотой, а в венах – артериальная, обогащенная кислородом.

Сердце человека находится в грудной полости, позади грудины в переднем средостении, между легкими и почти полностью прикрыто ими.

Оно свободно подвешено на сосудах и может несколько смещаться. Располагается сердце асимметрично и занимает косое положение: его ось направлена справа, сверху, вперед, вниз, влево. Своим основанием сердце обращено к позвоночнику, а верхушка упирается в пятое левое межреберье; две трети его находится в левой части грудной клетки, а одна треть – в правой.

Сердце представляет собой полый мышечный орган массой 200–300 г. Его стенка состоит из трех слоев: внутреннего – эндокарда, образованного клетками эпителия, среднего мышечного – миокарда и наружного эпикарда, состоящего из соединительной ткани. Снаружи сердце покрыто соединительнотканной оболочкой – околосердечной сумкой или перикардом. Наружный слой околосердечной сумки плотный и не способен к растяжению, препятствуя тем самым переполнению сердца кровью. Между двумя листками перикарда находится замкнутая полость, в которой имеется небольшое количество жидкости, предохраняющей сердце от трения при сокращениях.

Сердце человека состоит из двух предсердий и двух желудочков (рис. 12). Левая и правая части сердца разделены сплошной перегородкой. Предсердия и желудочки каждой половины сердца соединяются между собой отверстием, которое закрывается клапаном. В левой половине клапан состоит из двух створок (митральный), в правой – из трех (трикуспидальный). Клапаны открываются только в сторону желудочков. Этому способствуют сухожильные нити, которые одним концом прикрепляются к створкам клапанов, а другим к сосочковым мышцам, расположенным на стенках желудочков. Эти мышцы являются выростами стенки желудочков и сокращаются вместе с ними, натягивая сухожильные нити и не допуская обратного тока крови в предсердия. Сухожильные нити не позволяют выворачиваться клапанам в сторону предсердий во время сокращения желудочков.

У места выхода аорты из левого желудочка и легочной артерии из правого желудочка располагаются полулунные клапаны по три створки в каждом, имеющие вид кармашков. Они пропускают кровь из желудочков в аорту и легочную артерию. Обратное движение крови из сосудов в желудочки невозможно, так как кармашки полулунных клапанов заполняются кровью, распрямляются и смыкаются.

Сердечная мышца обладает возбудимостью, способностью генерировать, проводить возбуждение, сокращаться и др. Одно из важнейших свойств сердечной мышцы – автоматия. *Автоматией* называют способность клетки, ткани, органа возбуждаться без участия внешнего стимула, под влиянием импульсов, возникающих в них самих.

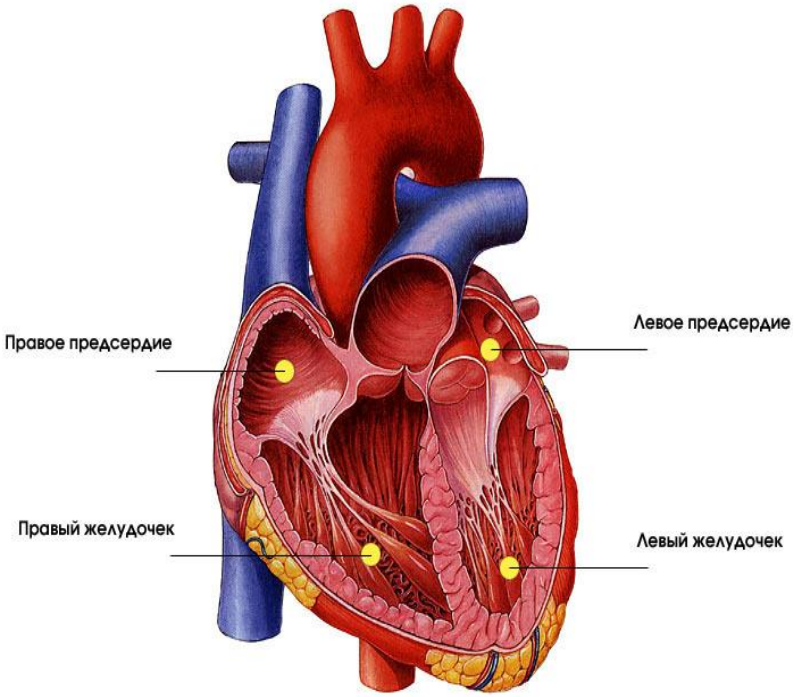


Рис. 12. Строение сердца

Автоматия связана с особенностями сердечной мышцы, в которой имеются мышечные волокна двух типов. Типичные для сердца волокна обеспечивают сокращение отделов сердца, их основная функция – сократимость. С нетипичными волокнами связано возникновение возбуждения в сердце и проведение его от предсердий к желудочкам. В нетипичных волокнах слабее выражена поперечная исчерченность, но они обладают способностью легко возбуждаться. За способность проводить возникающие возбуждения по сердцу волокна нетипичной мускулатуры получили название проводящей системы сердца. Автоматия сердца обусловлена периодическим возникновением возбуждения в нетипичных клетках, скопление которых расположено в стенке правого предсердия. Возбуждение передается ко всем мышечным клеткам сердца и вызывает их сокращение.

Наличие проводящей системы обеспечивает ряд важных физиологических свойств сердца: 1) ритмическую генерацию импульсов; 2) необходимую последовательность сокращений предсердий и желудочков; 3) синхронное вовлечение в процесс сокращения клеток миокарда желудочков (что увеличивает эффективность систолы).

Проводящая система сердца человека представлена тремя основными узлами (рис. 13).

1. *Синоатриальный* узел, расположенный у места впадения верхней полой вены в правое предсердие (узел Кис-Фляка). Он генерирует возбуждение с частотой 70–90 раз в минуту. Именно этот узел является реальным водителем ритма в норме. От него отходят волокна, осуществля-

ющие функциональную связь синоатриального узла со вторым узлом проводящей системы (пучок Кис-Фляка).

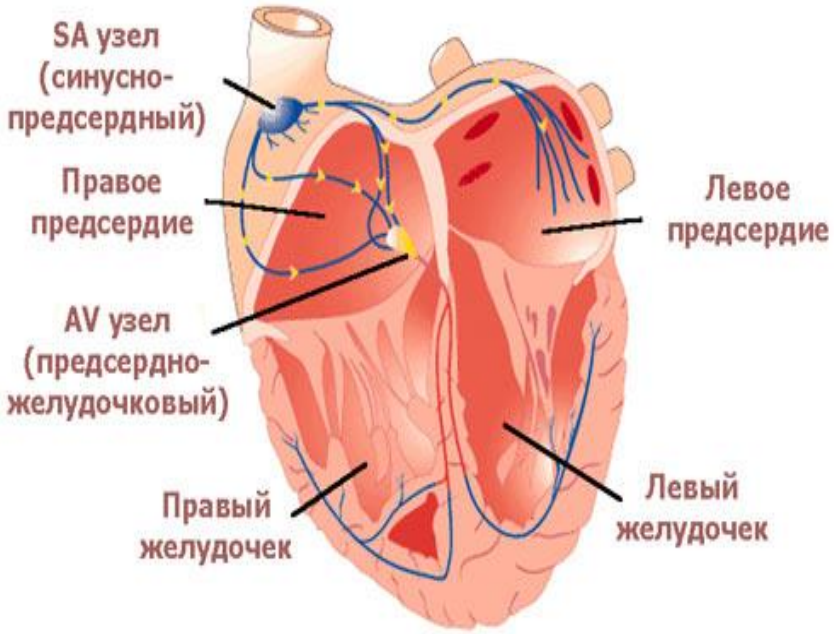


Рис. 13. Схема проводящей системы сердца человека

2. *Атриовентрикулярный* узел (узел Ашоффа-Тавара) расположен на границе правого и левого предсердий между правым предсердием и правым желудочком. Этот узел состоит из трех частей: верхней, средней и нижней.

Атриовентрикулярный узел может возбуждать сердце с частотой 40–60 раз в минуту. Однако в норме он не генерирует спонтанные нервные импульсы, а «подчиняется» синоатриальному узлу и играет роль передаточной станции, а также обусловливает атриовентрикулярную задержку.

3. *Пучок Гиса* в толще сердечной перегородки отходит от атриовентрикулярного узла и делится на две ножки, одна из которых направляется к правому, а другая – к левому желудочку. Ножки пучка Гиса ветвятся и в виде волокон Пуркинье пронизывают весь миокард. Пучок Гиса является водителем ритма 3-го порядка, спонтанный ритм его волокон 30–40 раз в минуту. Поэтому в норме его волокна являются лишь ведомыми, осуществляют проведение возбуждения в миокарде.

В нормальных условиях жизнедеятельности организма проявляется автоматия только синоатриального узла. Ему подчинены все другие отделы проводящей системы сердца, их автоматия подавляется водителем ритма.

Сердце сокращается ритмично, сокращения отделов сердца чередуются с их расслаблением. Сокращения называются *систолой,* а расслабления – *диастолой*. Период, охватывающий одно сокращение и расслабле-

ние сердца, называют *сердечным циклом.* Сердце человека сокращается примерно 75 раз в минуту. Каждый цикл длится 0,8 с и состоит из трёх фаз: систолы предсердий, систолы желудочков, общей паузы.

При сокращении левого и правого предсердий кровь поступает в желудочки, которые в это время расслаблены. Створчатые клапаны открыты в сторону желудочков. Систола предсердий длится 0,1 секунды, после чего наступает расслабление предсердий – диастола. В это время предсердия расслабляются и вновь заполняются кровью.

При систоле желудочков створчатые клапаны закрываются. При сокращении обоих желудочков в их полостях нарастает давление крови. Когда давление в желудочках станет выше, чем давление крови в аорте и легочной артерии, полулунные клапаны открываются, и кровь из желудочков с силой выбрасывается в артерии. Давление в левом желудочке во время систолы составляет 130–150 мм ртутного столба. Систола желудочков длится 0,3 секунды, затем наступает общая пауза, во время которой предсердия и желудочки расслаблены. Давление крови в аорте и легочной артерии теперь выше, чем в желудочках, поэтому полулунные клапаны заполняются кровью со стороны сосудов, закрываются и препятствуют возвращению крови в сердце. Продолжительность общей паузы 0,4 секунды. После общей паузы начинается новый сердечный цикл. Таким образом, в течение всего цикла предсердия работают 0,1 секунды и отдыхают 0,7 секунды, желудочки работают 0,3 секунды и отдыхают 0,5 секунды. Этим объясняется способность сердечной мышцы работать, не утомляясь, в течение всей жизни.

Высокая работоспособность сердечной мышцы обусловлена усиленным кровоснабжением сердца. Сердце имеет чрезвычайно богатую сосудистую сеть. Сосуды сердца еще называют коронарными сосудами (от лат. *cor* – сердце) или венечными сосудами. Общая поверхность капилляров сердца достигает 20 м^2. Примерно 10 % крови, выбрасываемой левым желудочком в аорту, поступает в отходящие от нее артерии, которые питают сердце. В отличие от других артерий организма, в коронарные артерии кровь поступает не во время сокращения сердца, а во время его расслабления. При сокращении сердечной мышцы сосуды сердца сжимаются, поэтому условия для тока крови по ним неблагоприятные. При расслаблении же сердечной мышцы сопротивление сосудов падает, что облегчает продвижение крови по ним.

Силой, которая проталкивает кровь в артерии сердца, является сила обратного тока крови. После того, как сердце осуществило сокращение и, соответственно, толчок крови в артерии, сердечная мышца расслабляется, и кровь стремится вернуться обратно в сердце. Сила обратного тока крови закрывает клапаны артерий, а закрытие клапанов является силой, проталкивающей кровь в коронарные сосуды.

Во время мышечной работы время расслабления сердечной мышцы уменьшается, что затрудняет кровоснабжение сердца. Поэтому большие нагрузки для нетренированного человека могут быть весьма опасны. Сердце тренированного человека имеет более богатую сосудистую сеть и дольше находится в состоянии расслабления даже при мышечной работе. Поэтому тренированный человек легче переносит одни и те же нагрузки по сравнению с нетренированным.

Сердце, осуществляя сократительную деятельность, во время систолы выбрасывает в сосуды определенное количество крови. Количество крови, которое выбрасывает сердце за одно сокращение, называют *систолическим, или ударным объемом сердца* (в среднем он составляет 60–80 мл). Количество крови, выбрасываемое сердцем в сосуды за минуту, называют *минутным объемом сердца*. Минутный объем сердца у человека в состоянии относительного покоя равен 4,5–5 л. Он одинаков для правого и левого желудочков. Минутный объем можно легко рассчитать, умножив систолический объем на число сердечных сокращений. За 70 лет жизни сердце человека перекачивает около 150 тысяч тонн крови.

Работа сердца регулируется нервной системой и гуморальным путем. К сердцу подходят волокна вегетативной нервной системы. Симпатические нервы при раздражении усиливают и учащают сердечные сокращения. При этом повышается возбудимость сердечной мышцы и проведение возбуждения по проводящей системе сердца. Центры симпатических нервов, регулирующие работу сердца, находятся в верхних грудных сегментах спинного мозга. Парасимпатические ветви блуждающего нерва ослабляют деятельность сердца. Ядра блуждающего нерва расположены в продолговатом мозге.

Усиливает работу сердца гормон надпочечников адреналин. Повышение содержания кальция в крови увеличивает частоту и силу сокращений, а калий вызывает противоположное действие.

Кровообращение плода. В процессе внутриутробного развития различают период лакунарного, а затем плацентарного кровообращения. На очень ранних стадиях развития эмбриона между ворсинками хориона образуются лакуны, в которые непрерывно поступает кровь из артерий стенки матки. Эта кровь не смешивается с кровью плода. Из нее через стенку сосудов плода происходит избирательное всасывание питательных веществ и кислорода. Также из крови плода в лакуны поступают продукты распада, образующиеся в результате обмена веществ, и углекислый газ. Из лакун кровь оттекает по венам в систему кровообращения матери.

Обмен веществ, осуществляющийся через лакуны, не может длительно удовлетворять потребности бурно развивающегося организма. На смену лакунарному приходит *плацентарное* кровообращение, которое устанавливается на втором месяце внутриутробного развития.

Венозная кровь от плода к плаценте поступает по пупочным артериям. В плаценте она обогащается питательными веществами и кислородом и становится артериальной. Артериальная кровь к плоду поступает по пупочной вене, которая, направляясь к печени плода, делится на две ветви. Одна из ветвей впадает в нижнюю полую вену, а другая идет через печень и в ее тканях делится на капилляры, в которых происходит обмен газами, после чего смешанная кровь поступает в нижнюю полую вену и затем в правое предсердие, куда попадает также венозная кровь из верхней полой вены.

Меньшая часть крови из правого предсердия идет в правый желудочек и из него – в легочную артерию. У плода легочный круг кровообращения не функционирует в связи с отсутствием легочного дыхания, и поэтому в него поступает незначительное количество крови. Основная часть крови, идущая по легочной артерии, встречает большое сопротивление в спавшихся легких, она поступает в аорту по боталлову протоку, который впадает в нее ниже места отхождения сосудов к голове и верхним конечностям. Поэтому эти органы получают менее смешанную кровь, содержащую больше кислорода, чем кровь, идущая к туловищу и нижним конечностям. Это обеспечивает лучшее питание мозга и более интенсивное его развитие.

Большая часть крови из правого предсердия поступает через овальное отверстие в левое предсердие. Сюда же попадает и небольшое количество венозной крови из легочных вен.

Из левого предсердия кровь поступает в левый желудочек, из него в аорту и идет по сосудам большого круга кровообращения, от артерий которого ответвляются две пупочные артерии, идущие к плаценте.

Изменения кровообращения у новорожденного. Акт рождения ребенка характеризуется переходом его к совершенно иным условиям существования. Изменения, наступающие в сердечно-сосудистой системе, связаны, прежде всего, с включением легочного дыхания. В момент рождения ребенка перевязывают и перерезают пупочный канатик (пуповину), в связи с чем прекращается обмен газов, осуществляющийся в плаценте. При этом в крови новорожденного увеличивается содержание углекислого газа и уменьшается количество кислорода. Эта кровь, с измененным газовым составом, приходит к дыхательному центру и возбуждает его – возникает первый вдох, при котором расправляются легкие и расширяются находящиеся в них сосуды. В легкие впервые входит воздух.

Расширенные, почти пустые сосуды легких обладают большой емкостью и имеют низкое давление крови. Поэтому вся кровь из правого желудочка по легочной артерии устремляется в легкие. Боталлов проток постепенно зарастает. В связи с изменившимся давлением крови овальное окошечко в сердце закрывается складкой эндокарда, которая постепенно

прирастает, и создается сплошная перегородка между предсердиями. С этого момента разделяются большой и малый круги кровообращения, в правой половине сердца циркулирует только венозная кровь, а в левой – только артериальная.

В то же время перестают функционировать сосуды пупочного канатика, они зарастают и превращаются в связки. Так в момент рождения система кровообращения плода приобретает все черты ее строения у взрослого человека.

У новорожденного масса сердца равна в среднем 23,6 г и составляет 0,89 % от массы тела. К 5 годам масса сердца увеличивается в 4 раза, к 6 – в 11 раз. В период от 7 до 12 лет рост сердца замедляется и несколько отстает от роста тела. Масса сердца мальчиков больше, чем у девочек. Но в 11 лет у девочек наступает период усиленного роста сердца (у мальчиков он начинается в 12 лет), и к 13–14 годам его масса становится больше, чем мальчиков. К 16 годам сердце мальчиков снова становится тяжелее, чем девочек.

У новорожденного сердце располагается очень высоко из-за высокого положения диафрагмы. К концу первого года жизни в связи с опусканием диафрагмы и переходом ребенка к вертикальному положению сердце занимает косое положение.

Изменения с возрастом частоты сердечных сокращений. У новорожденного частота сердечных сокращений близка к ее величине у плода и составляет 120–140 ударов в минуту. С возрастом частота сердечных сокращений уменьшается, и у подростков она приближается к величине взрослых. Уменьшение числа сердечных сокращений с возрастом связано с усилением влияния блуждающего нерва на сердце. Характерная особенность деятельности сердца ребенка – наличие дыхательной аритмии: в момент вдоха наступает учащение ритма сердечных сокращений, а во время выдоха – замедление. В раннем детстве аритмия встречается редко и слабо выражена. Начиная с дошкольного возраста и до 14 лет, она значительна. В возрасте 15–16 лет встречаются лишь единичные случаи дыхательной аритмии.

Возрастные особенности систолического и минутного объемов сердца. Величина систолического объема сердца с возрастом увеличивается более значительно, чем величина минутного объема. На изменении минутного объема сказывается уменьшение числа сердечных сокращений с возрастом.

Величина систолического объема у новорожденных – 2,5 мл, у ребенка 1 года – 10,2 мл. Величина минутного объема у новорожденных и детей до 1 года в среднем равна 0,33 л, в возрасте 1 года – 1,2 л, у 5-летних детей – 1,8 л, у 10-летних – 2,5 л. У детей, более развитых физически, больше величина систолического и минутного объемов.

Особенности изменения кровяного давления с возрастом. У новорожденного ребенка средняя величина систолического давления составляет 60–66 мм рт. ст., диастолического 36–40 мм рт. ст. У детей имеется общая тенденция к увеличению систолического, диастолического и пульсового давления с возрастом. В среднем максимальное кровяное давление к 1 году равно 100 мм рт. ст., к 5–8 годам – 104 мм рт. ст., к 11–13 годам – 127 мм рт. ст., к 15–16 годам – 134 мм рт. ст. Минимальное давление, соответственно, равно: 49, 68, 83 и 88 мм рт. ст. Пульсовое давление у новорожденных 24–36 мм рт. ст., в последующие периоды, в том числе у взрослых, – 40–50 мм рт. ст.

Во время мышечной работы у детей повышается величина максимального и несколько снижается величина минимального давления. Во время выполнения предельной мышечной нагрузки у подростков и юношей величина максимального кровяного давления может возрастать до 180–200 мм рт. ст. Поскольку в это время величина минимального давления изменяется незначительно, то пульсовое давление возрастает до 50–80 мм рт. ст. Интенсивность изменений величины кровяного давления во время физической нагрузки зависит от возраста: чем старше ребенок, тем значительнее эти изменения.

Возрастные изменения кровяного давления при физической нагрузке особенно ярко проявляются в восстановительном периоде. Восстановление величины систолического давления до исходной величины осуществляется тем быстрее, чем старше возраст ребенка.

В период полового созревания, когда развитие сердца происходит более интенсивно, чем сосудов, может наблюдаться так называемая юношеская гипертензия, т. е. повышение систолического давления до 130–140 мм рт. ст.

Кровь осуществляет транспортную функцию – перенос питательных веществ из органов пищеварения в клетки и ткани организма и вынос продуктов распада.

Кровь выполняет защитную функцию. В организм могут поступать ядовитые вещества или микробы. Они подвергаются разрушению и уничтожению некоторыми клетками крови или склеиваются и обезвреживаются особыми защитными веществами.

Кровь участвует в гуморальной регуляции деятельности организма, выполняет терморегуляторную функцию, охлаждая энергоемкие органы и согревая органы, теряющие тепло.

Количество крови в организме человека меняется с возрастом. У детей крови относительно массы тела больше, чем у взрослых. У новорожденных кровь составляет 14,7 % массы, у детей одного года – 10,9 %, у детей 14 лет – 7 %. Это связано с более интенсивным протеканием обмена веществ в детском организме. У взрослых людей массой 60–70 кг общее количество крови 5–5,5 л.

Обычно не вся кровь циркулирует в кровеносных сосудах. Некоторая ее часть находится в кровяных депо. Роль депо крови выполняют сосуды селезенки, кожи, печени и легких. При усиленной мышечной работе, при потере больших количеств крови при ранениях и хирургических операциях, некоторых заболеваниях запасы крови из депо поступают в общий кровоток. Депо крови участвуют в поддержании постоянного количества циркулирующей крови.

Артериальная кровь представляет собой красную непрозрачную жидкость. При центрифугировании она отчетливо разделяется на два слоя. Верхний слой – слегка желтоватая жидкость – плазма и осадок темно-красного цвета. На границе между осадком и плазмой имеется тонкая светлая пленка. Осадок вместе с пленкой образован форменными элементами крови – эритроцитами, лейкоцитами и кровяными пластинками – тромбоцитами. Все клетки крови живут определенное время, после чего разрушаются. В кроветворных органах (костном мозге, лимфатических узлах, селезенке) происходит непрерывное образование новых клеток крови.

У здоровых людей соотношение между плазмой и форменными элементами колеблется незначительно (55 % плазмы и 45 % форменных элементов). У детей раннего возраста процентное содержание форменных элементов несколько выше.

Плазма состоит на 90–92% из воды, 8–10% составляют органические и неорганические соединения. Концентрация растворенных в жидкости веществ создает определенное осмотическое давление. Постоянство осмотического давления крови очень важно для жизнедеятельности клеток организма.

Осмотическое давление в организме поддерживается на постоянном уровне за счет регулирования поступления воды и минеральных солей и их выделения почками и потовыми железами. В плазме поддерживается также постоянство реакции, которая обозначается как pH крови – она определяется концентрацией ионов водорода. Реакция крови слабощелочная (pH равняется 7,36). Поддержание постоянства pH достигается наличием в крови буферных систем, которые нейтрализуют избыточно поступившие в организм кислоты и щелочи. К ним относятся белки крови, бикарбонаты, соли фосфорной кислоты. В постоянстве реакции крови важная роль принадлежит также легким, через которые удаляется углекислый газ, и органам выделения, выводящим избыток веществ, имеющих кислую или щелочную реакцию.

Эритроциты – форменные элементы, определяющие возможность осуществления важнейшей функции крови – дыхательной. Количество эритроцитов в крови взрослого человека 4,5–5,0 млн. в 1 $мм^3$ крови.

Осуществление эритроцитами дыхательной функции связано с нали-

чием в них особого вещества – гемоглобина, являющегося переносчиком кислорода. В состав гемоглобина входит двухвалентное железо, которое, соединяясь с кислородом, образует непрочное соединение оксигемоглобин. В капиллярах такой оксигемоглобин легко распадается на гемоглобин и кислород, который поглощается клетками. Там же в капиллярах тканей гемоглобин соединяется с углекислым газом. Это соединение распадается в легких, углекислый газ выделяется в атмосферный воздух.

Лейкоциты – белые кровяные клетки. Важнейшей функцией лейкоцитов является защита от попадающих в кровь микроорганизмов и токсинов. Защитная функция лейкоцитов связана с их способностью передвигаться самостоятельно к тому участку, куда проникли микробы или инородное тело. Приблизившись к ним, лейкоциты обволакивают их, втягивают внутрь и переваривают. Явление поглощения микроорганизмов лейкоцитами называется фагоцитозом. Впервые оно было открыто выдающимся русским ученым И. И. Мечниковым. Важным фактором, определяющим защитные свойства лейкоцитов, является также их участие в иммунных механизмах.

По форме, строению и функции различают разные типы лейкоцитов. Основные из них: лимфоциты, моноциты, нейтрофилы. Лимфоциты образуются в основном в лимфатических узлах. Они не способны к фагоцитозу, но, вырабатывая антитела, играют большую роль в обеспечении иммунитета. Нейтрофилы вырабатываются в красном костном мозге: они являются самыми многочисленными лейкоцитами и выполняют основную роль в фагоцитозе. Один нейтрофил может поглотить 20–30 микробов. Через час все они оказываются переваренными внутри нейтрофила. Это происходит при участии специальных ферментов, разрушающих микроорганизмы. Если инородное тело по своим размерам превышает лейкоцит, то вокруг него накапливаются группы нейтрофилов, образуя барьер.

Способны к фагоцитозу и моноциты – клетки, образующиеся в селезенке и печени.

В крови взрослого человека содержится 4000–9000 лейкоцитов в 1 $мм^3$ крови. Существует определенное соотношение между разными типами лейкоцитов, выраженное в процентах, так называемая лейкоцитарная формула. При патологических состояниях изменяется как общее число лейкоцитов, так и лейкоцитарная формула.

Тромбоциты (кровяные пластинки) – самые мелкие из форменных элементов крови. Количество их варьирует от 200 до 400 тыс. в 1 $мм^3$. Днем их больше, а ночью меньше. После тяжелой мышечной работы количество кровяных пластинок увеличивается в 3–5 раз.

Образуются тромбоциты в красном костном мозге и селезенке. Основная функция тромбоцитов связана с их участием в свертывании крови. При ранении кровеносных сосудов тромбоциты разрушаются. При этом из

них выходят в плазму вещества, необходимые для формирования кровяного сгустка, – тромба.

В нормальных условиях кровь в неповрежденных кровеносных сосудах не свертывается благодаря наличию в организме противосвертывающих факторов. При некоторых воспалительных процессах, сопровождающихся повреждением внутренней стенки сосуда, и при сердечно-сосудистых заболеваниях происходит свертывание крови, образуется тромб.

Нормальное функционирование кровообращения, препятствующее как кровопотере, так и свертыванию крови внутри сосуда, достигается определенным равновесием двух существующих в организме систем – свертывающей и противосвертывающей.

Свертывание крови у детей в первые дни после рождения замедленно, особенно это заметно на 2-й день жизни ребенка. С 3-го по 7-й день жизни свертывание крови ускоряется и приближается к норме взрослых. У детей дошкольного и школьного возраста время свертывания крови имеет широкие индивидуальные колебания. В среднем начало свертывания в капле крови наступает через 1–2 мин, конец свертывания – через 3–4 мин.

Группы крови и переливание крови. При переливании крови от одного человека к другому необходимо учитывать группы крови. Это связано с тем, что в форменных элементах крови – эритроцитах содержатся особые вещества антигены, или агглютиногены, а в белках плазмы агглютинины, при определенном сочетании этих веществ происходит склеивание эритроцитов – агглютинация. Классификация групп основана на наличии в крови тех или иных агглютининов и агглютиногенов. Агглютиногенов в эритроцитах два типа, их обозначают буквами латинского алфавита А, В. В эритроцитах они могут быть по одному или вместе, либо отсутствовать. Агглютининов (склеивающих эритроцитов) в плазме тоже два, их обозначают греческими буквами α и β. В крови разных людей содержится либо один, либо два, либо ни одного агглютинина. Агглютинация наступает в том случае, если агглютиногены донора встречаются с одноименными агглютининами реципиента (человека, которому переливают кровь): А с α, В с β или АВ с αβ.

У людей имеется 4 комбинации агглютиногенов и агглютининов, и соответственно выделяют 4 группы крови : I группа (40 % людей) – в плазме содержатся агглютинины α и β, в эритроцитах агглютиногенов нет; II группа (39 % людей) – в плазме содержится агглютинин β, а в эритроцитах агглютиноген А; III группа (15 % людей) – в плазме находится агглютинин α, в эритроцитах агглютиноген В; IV группа (6 % людей) – агглютининов в плазме нет, а в эритроцитах содержатся агглютиногены А и В.

Людям I группы можно переливать кровь только той же группы. Од-

нако кровь людей I группы можно переливать всем. Людей этой группы называют универсальными донорами. Противоположная картина для IV группы. Кровь людей IV группы можно переливать только тем, кто имеет аналогичную группу, людям же IV группы можно переливать любую, они являются универсальными реципиентами. Кровь людей II и III групп можно переливать людям той же группы крови и тем, у кого IV группа крови.

В крови имеются также и другие агглютиногены, не входящие в систему классификации групп. Среди них один из наиболее существенных, который надо учитывать при переливании, – резус-фактор. Он содержится у 85 % людей (резус-положительные), у 15 % этого фактора в крови нет (резус-отрицательные). При переливании резус-положительной крови резус-отрицательному человеку в крови появляются резус-отрицательные антитела, и при повторном переливании резус-положительной крови могут наступить серьезные осложнения в виде агглютинации. Резус-фактор важно учитывать при беременности.

Задания для самостоятельной работы:

1. Определение длительности сердечного цикла по пульсу

Ход работы. На лучевой артерии испытуемого нащупайте пульс. Несколько раз в течение 3 минут подсчитайте число пульсовых ударов за 5 секунд. Определите продолжительность одного сердечного цикла, разделив 5 секунд на каждое найденное число. Это будет средняя продолжительность цикла за 5 секунд подсчета.

Определите число пульсовых ударов за 1 минуту. Найдите среднюю продолжительность цикла, разделив 60 секунд на найденное число.

Результаты запишите в тетрадь. Отметьте, имеется ли разница в продолжительности сердечного цикла при разных способах подсчета, и определите, имеет ли место аритмия деятельности сердца и насколько при этом изменяется продолжительность сердечного цикла.

2. Определение систолического и минутного объема крови расчетным методом.

Ход работы.

1. С помощью тонометра измерьте артериальное давление. Результаты запишите.

2. Рассчитайте пульсовое давление.

Для расчета пульсового давления используйте следующую формулу:

ПД = СД – ДД, где:

ПД – пульсовое давление, СД – систолическое давление, ДД – диастолическое давление; все в мм рт. ст.

Рассчитайте должные величины АД (для лиц моложе 20 лет) по

формулам:

СД = 1,7 × В + 83,

ДД = 1,6 × В + 42, где В – возраст (полных лет).

Запишите полученные результаты.

3. Определите систолический и минутный объемы крови расчетным методом.

Для расчета систолического объема крови используйте формулу Старра:

СО = 100 + 0,5 × ПД – 0,6 × ДД – 0,6 × В, где:

СО – систолический объем, в мл; ПД – пульсовое давление, в мм. рт. ст.; ДД – диастолическое давление, в мм рт. ст.; В – возраст испытуемого, в годах.

4. Рассчитайте минутный объем крови по формуле:

МОК = СО × ЧСС, где:

МОК – минутный объем крови, в мл, СО – систолический объем, в мл, ЧСС – частота сердечных сокращений, в уд/мин.

Сделайте вывод, сравнив свои данные с должными величинами.

Вопросы для самоконтроля:

1. Перечислите основные функции сердечно-сосудистой системы.
2. Чем отличаются по структуре и функциям артерии и вены?
3. Охарактеризуйте круги кровообращения.
4. Перечислите оболочки сердца и назовите их функции.
5. Назовите фазы сердечного цикла.
8. Какими элементами образована проводящая система сердца?
9. Охарактеризуйте возрастные особенности ЧСС, СО, МОК детей и подростков.
10. Чем представлена внутренняя среда организма?
11. Назовите функции крови в организме человека.
12. Что представляет собой плазма крови? Какой она имеет состав?
13. Охарактеризуйте особенности строения и функции эритроцитов крови.
14. На какие виды делятся лейкоциты крови? Какие функции они выполняют?
15. В чем заключаются особенности строения и функций тромбоцитов?

4. СТРОЕНИЕ И ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Теоретический материал

Дыхание – необходимый для жизни процесс постоянного обмена газами между организмом и окружающей средой. Дыхание обеспечивает постоянное поступление в организм кислорода, необходимого для осуществления окислительных процессов, являющихся основным источником энергии. Без доступа кислорода жизнь может продолжаться лишь несколько минут. При окислительных процессах образуется углекислый газ, который должен быть удален из организма.

В понятие дыхания включают следующие процессы: 1) внешнее дыхание – обмен газов между внешней средой и легкими; 2) обмен газов в легких между альвеолярным воздухом и кровью капилляров; 3) транспорт газов кровью, перенос кислорода от легких к тканям и углекислого газа из тканей в легкие; 4) обмен газов в тканях; 5) тканевое дыхание. Нарушение любого из этих процессов создает опасность для жизни человека.

Дыхательная система человека включает: воздухоносные пути, к которым относятся полость носа, носоглотка, гортань, трахея, бронхи, легкие –состоящие из бронхиол, альвеолярных мешочков и богато снабженные сосудистыми разветвлениями; костно-мышечную систему, обеспечивающую дыхательные движения: к ней относятся ребра, межреберные и другие вспомогательные мышцы, диафрагма.

Воздухоносные пути и дыхательный путь начинаются носовой полостью. Слизистая оболочка носовой полости обильно снабжена кровеносными сосудами и покрыта многослойным мерцательным эпителием. В эпителии много железок, выделяющих слизь, которая вместе с пылевыми частицами, проникшими с вдыхаемым воздухом, удаляется мерцательными движениям и ресничек. В носовой полости вдыхаемый воздух согревается, частично очищается от пыли и увлажняется.

Из полости носа воздух попадает в носоглотку – верхнюю часть глотки. В глотку открываются также полость носа, гортань и слуховые трубы, соединяющие полость глотки со средним ухом.

Следующее звено воздухоносных путей – гортань. Скелет гортани образован хрящами, к хрящам прикреплены мышцы.

Полость гортани покрыта слизистой оболочкой, которая образует две пары складок, замыкающих вход в гортань во время глотания. Нижняя пара складок покрывает голосовые связки. Пространство между голосовыми связками называют голосовой щелью. Таким образом, гортань не только связывает глотку с трахеей, но и участвует в речевой функции.

От нижнего края гортани отходит трахея. Длина ее увеличивается в соответствии с ростом туловища, максимальное ускорение роста трахеи отмечено в возрасте 14–16 лет. Окружность трахеи увеличивается соответственно увеличению объема грудной клетки. Трахея разветвляется на два бронха, правый из которых более короткий и широкий.

Первичный бронх, вступив в ворота легких, делится на более мелкие бронхи, которые образуют бронхиальное дерево. Самые тонкие веточки его называют бронхиолами. Тонкие бронхиолы входят в легочные дольки и внутри них делятся на конечные бронхиолы.

Бронхиолы разветвляются на альвеолярные ходы с мешочками, стенки которых образованы множеством легочных пузырьков – альвеол. Альвеолы являются конечной частью дыхательного пути. Стенки легочных пузырьков состоят из одного слоя плоских эпителиальных клеток. Каждая альвеола окружена снаружи густой сетью капилляров. Через стенки альвеол и капилляров происходит обмен газами – из воздуха в кровь переходит кислород, а из крови в альвеолы поступают углекислый газ и пары воды.

В легких насчитывают до 350 млн. альвеол, а их поверхность достигает 150 м^2. Большая поверхность альвеол способствует лучшему газообмену. По одну сторону этой поверхности находится альвеолярный воздух, постоянно обновляющийся в своем составе, по другую – непрерывно текущая по сосудам кровь. Через обширную поверхность альвеол происходит диффузия кислорода и углекислого газа. Во время физической работы, когда при глубоких входах альвеолы значительно растягиваются, размеры дыхательной поверхности увеличиваются. Чем больше общая поверхность альвеол, тем интенсивнее происходит диффузия газов.

Каждое легкое покрыто серозной оболочкой, называемой плеврой. У плевры два листка. Один плотно сращен с легким, другой приращен к грудной клетке. Между обоими листками – небольшая плевральная полость, заполненная серозной жидкостью (около 1–2 мл), которая облегчает скольжение листков плевры при дыхательных движениях. В альвеолах осуществляется газообмен: кислород из альвеолярного воздуха переходит в кровь, из крови углекислый газ поступает в альвеолы.

Дыхание плода. Дыхательные движения у плода возникают задолго до рождения. Стимулом для их возникновения является уменьшение содержания кислорода в крови плода.

Дыхательные движения плода заключаются в небольшом расширении грудной клетки, которое сменяется более длительным спадением, а затем еще более длительной паузой. При вдохе легкие не расправляются, а только возникает небольшое отрицательное давление в плевральной щели, которое отсутствует в момент спадения грудной клетки. Значение дыхательных движений плода заключается в том, что они способствуют увели-

чению скорости движения крови по сосудам и ее притоку к сердцу. А это приводит к улучшению кровоснабжения плода и снабжения тканей кислородом. Кроме того, дыхательные движения плода рассматриваются как форма тренировки функции легких.

Таким образом, акт дыхания, созревающий до рождения, участвует в поддержании газового состава крови и обеспечивает улучшение кровоснабжения.

Дыхание новорожденного. Возникновение первого вдоха новорожденного обусловлено рядом причин. После перевязки пупочного канатика у новорожденного прекращается плацентарный обмен газов между кровью плода и матери. Это приводит к увеличению содержания в крови углекислого газа, раздражающего клетки дыхательного центра и вызывающего возникновение ритмического дыхания.

Причиной возникновения первого вдоха новорожденного является изменение условий его существования. Действие различных факторов внешней среды на все рецепторы поверхности тела становится тем раздражителем, который рефлекторно способствует возникновению вдоха. Особенно мощным фактором является раздражение кожных рецепторов.

Первый вдох новорожденного особенно труден. При его осуществлении преодолевается упругость легочной ткани, которая увеличена за счет сил поверхностного натяжения стенок спавшихся альвеол и бронхов. Уменьшению сил поверхностного натяжения способствует образовавшийся в альвеолах *сурфактант*. Считают, что для растяжения легких необходимо определенное изменение формы грудной клетки с возрастом, соответствие силы сокращения дыхательных мышц и растяжимости легочной ткани. Если мышцы слабы, растяжения легких не произойдет, и дыхательные движения не возникнут.

После возникновения первых 1–3 дыхательных движений легкие полностью расправляются и равномерно наполняются воздухом.

Механизм акта дыхания у новорожденного. Особенности дыхания ребенка связаны со строением и развитием его грудной клетки.

У новорожденного грудная клетка имеет пирамидальную форму, к 3 годам она становится конусообразной, а к 12 годам – почти такой же, как и у взрослого. Верхние ребра, рукоятка грудины, ключицы и весь плечевой пояс у новорожденного расположены высоко. Все ребра лежат почти горизонтально, дыхательная мускулатура слаба. В связи с таким строением грудная клетка принимает незначительное участие в акте дыхания. Оно осуществляется в основном за счет опускания диафрагмы.

Изменение типа дыхания с возрастом. Диафрагмальное дыхание сохраняется вплоть до второй половины первого года жизни. По мере роста ребенка грудная клетка опускается вниз и ребра принимают косое положение. При этом у грудных детей наступает смешанное дыхание (гру-

добрюшное), причем более сильная подвижность грудной клетки наблюдаются в ее нижних отделах. В связи с развитием плечевого пояса (3–7 лет) начинает преобладать грудное дыхание. С 8–10 лет возникают половые различия в типе дыхания: у мальчиков устанавливается преимущественно диафрагмальный тип дыхания, а у девочек – грудной.

Обмен газов между атмосферным воздухом и воздухом, находящимся в альвеолах, происходит благодаря ритмическому чередованию актов вдоха и выдоха.

В легких нет мышечной ткани, и поэтому активно они сокращаться не могут. Активная роль в акте вдоха и выдоха принадлежит дыхательным мышцам. При параличе дыхательных мышц дыхание становится невозможным, хотя органы дыхания при этом не поражены.

При вдохе сокращаются наружные межреберные мышцы и диафрагма. Межреберные мышцы приподнимают ребра и отводят их несколько в сторону. Объем грудной клетки при этом увеличивается. При сокращении диафрагмы ее купол уплощается, что также ведет к увеличению объема грудной клетки. При глубоком дыхании принимают участие и другие мышцы груди и шеи. Легкие, находясь в герметически закрытой грудной клетке, пассивно следуют во время вдоха и выдоха за ее движущимися стенками, так как при помощи плевры они приращены к грудной клетке. Этому способствует и отрицательное давление в грудной полости. Отрицательное давление – это давление ниже атмосферного. Во время вдоха оно ниже атмосферного на 9–12 мм рт. ст., а во время выдоха – на 2–6 мм рт. ст.

В растянутом легком давление становится ниже атмосферного, и за счет разницы давления атмосферный воздух через дыхательные пути устремляется в легкие. Чем больше увеличивается при вдохе объем грудной клетки, тем больше растягиваются легкие, тем глубже вдох.

При расслаблении дыхательных мышц ребра опускаются до исходного положения, купол диафрагмы приподнимается, объем грудной клетки, а, следовательно, и легких уменьшается, и воздух выдыхается наружу. В глубоком выдохе принимают участие мышцы живота, внутренние межреберные и другие мышцы.

В легких происходит обмен газов между альвеолярным воздухом и кровью через стенки плоского эпителия альвеол и кровеносных сосудов. Этот процесс зависит от парциального давления газов в альвеолярном воздухе и их напряжения в крови.

Поскольку парциальное давление O_2 в альвеолярном воздухе велико, а в венозной крови его напряжение значительно меньше, то O_2 диффундирует из альвеолярного воздуха в кровь, а углекислый газ, вследствие его большего напряжения в венозной крови, переходит из нее в альвеолярный воздух. Диффузия газов осуществляется до наступления равенства парци-

альных давлений. При этом венозная кровь превращается в артериальную – она получает 7 объемных процентов кислорода и отдает 6 объемных процентов углекислого газа.

Артериальная кровь, приходящая к тканям, содержит 19 объемных процентов кислорода, парциальное напряжение которого равно 100 мм рт. ст., и 52 объемных процента CO_2 с напряжением 41 мм рт. ст.

Поскольку в тканях в процессе обмена веществ кислород непрерывно используется, то его напряжение в тканевой жидкости удерживается около нуля. Поэтому O_2 в силу разности напряжений диффундирует из артериальной крови в ткани.

В результате обменных процессов, происходящих в тканях, образуется CO_2 и его напряжение в тканевой жидкости равно 60 мм рт. ст., а в артериальной крови значительно меньше. Поэтому CO_2 диффундирует из тканей в кровь в сторону меньшего напряжения.

При спокойном дыхании человек вдыхает и выдыхает около 500 мл (от 300 до 800 мл) воздуха; этот объем называется *дыхательным объемом* (ДО). Сверх него при глубоком вдохе человек может вдохнуть еще приблизительно 1700 (от 1500 до 2000) мл воздуха – это *резервный объем вдоха* ($РО_{вд.}$). После спокойного выдоха человек способен выдохнуть около 1300 (от 1200 до 1500 мл) – это *резервный объем выдоха* ($РО_{выд.}$).

Сумма указанных объемов составляет *жизненную емкость легких* (ЖЕЛ): 500 + 1700 + 1300 = 3500 мл. ДО – количественное выражение глубины дыхания. ЖЕЛ определяет максимальный объем воздуха, который может быть введен или выведен из легких в течение одного вдоха или выдоха. Названные объемы воздуха определяют при помощи спирометров разной конструкции, а метод определения называют спирометрией.

ЖЕЛ в среднем взрослого человека равна 3500–4000 мл, у мужчин она несколько больше, чем у женщин.

ЖЕЛ не характеризует всего объема воздуха, находящегося в легких. После того как человек максимально выдыхает, в его легких остается большое количество воздуха. Оно составляет около 1200 мл, и называют его *остаточным объемом* (ОО).

Максимальное количество воздуха, которое может находиться в легких, называется *общей емкостью легких* (ОЕЛ); она равна сумме ЖЕЛ и ОО.

Объем воздуха, находящийся в легких в конце спокойного выдоха (при расслабленной дыхательной мускулатуре), называется *функциональной остаточной емкостью* (ФОЕ). Она равна сумме ОО и $РО_{выд.}$(1200 + 1300 = 2500 мл). ФОЕ близка к объему альвеолярного воздуха перед началом вдоха.

С каждым актом дыхания не весь дыхательный объем воздуха попадает в легкие. Значительная часть его 160 (от 150 до 180 мл) остается в

воздухоносных путях (в носоглотке, трахее, бронхах). Объем воздуха, заполняющий крупные воздухоносные пути, называют *воздухом «вредного» или «мертвого» пространства*. В нем не происходит обмен газов. Таким образом, в легкие с каждым вдохом попадает не 500 мл дыхательного объема, а только 340 мл. В альвеолах к концу спокойного выдоха находится около 2500 мл воздуха (ФОЕ), поэтому при каждом спокойном вдохе обновляется $\frac{340}{2500} = \frac{1}{7}$ часть воздуха.

Атмосферный воздух, прежде чем попасть в легкие, смешивается с воздухом вредного пространства, вследствие чего содержание газов в нем изменяется. По этой же причине неодинаково содержание газов в выдыхаемом и альвеолярном воздухе.

Непрерывную смену воздуха, происходящую в легких, называют *легочной вентиляцией*. Ее показателем является *минутный объем дыхания* (МОД), т. е. количество воздуха, выдыхаемое за минуту. Величина МОД определяется произведением числа дыхательных движений в минуту на ДО.

У женщин величина МОД может быть равна 3–5 л, а у мужчин – 6–8 л. Его величина зависит от возраста, пола и физического развития человека (его массы и роста), уровня окислительных процессов. Минутный объем значительно увеличивается при физической работе и может достигать 140–180 л/мин. Величину вентиляции, покрывающую потребности организма в состоянии покоя, называют эйпное (греч. «эй» – хорошо, «пное» – дыхание: «хорошее дыхание»).

Величина легочной вентиляции недостаточно отражает эффективность дыхания. При одной и той же величине МОД в легких может обмениваться разное количество воздуха. Так, спортсмен в минуту может осуществлять 10 глубоких дыханий при ДО, равном 600 мл, т. е. минутный объем у него будет равен 6000 мл. Нетренированный человек может сделать 20 дыханий, но поверхностных (ДО равен 300 мл) – величина минутного объема будет тоже равна 6000 мл. Однако у спортсмена в легкие попадает при одном вдохе за минусом объема вредного пространства 440 мл воздуха, т. е. ¾ дыхательного объема, а у нетренированного человека 140 мл, т. е. ⅓ дыхательного объема. Из этого можно сделать вывод, что редкое, но глубокое дыхание более эффективно, так как при этом в альвеолярном воздухе осуществляется больший обмен газов.

Изменение функциональных показателей с возрастом. У новорожденных и грудных детей дыхание аритмичное. Аритмичность выражается в том, что глубокое дыхание сменяется поверхностным, паузы между вдохами и выдохами неравномерны. Продолжительность вдоха и выдоха у детей короче, чем у взрослых: вдох равен 0,5–0,6 с (у взрослых – 0,98–2,82 с), а выдох – 0,7–1 с (у взрослых – от 1,62 до 5,75 с).

Частота дыхательных движений у детей уменьшается с возрастом. У плода она колеблется в пределах 46–64 в минуту. До 8 лет частота дыханий (ЧД) у мальчиков больше, чем у девочек. К периоду полового созревания ЧД у девочек становится больше, и это соотношение сохраняется в течение всей жизни. К 14–15-летнему возрасту ЧД приближается к величине у взрослого человека.

Жизненная емкость легких, дыхательный и минутный объемы у детей с возрастом постепенно увеличиваются в связи с ростом и развитием грудной клетки и легких.

У новорожденного ребенка легкие малоэластичны и относительно велики. Во время вдоха их объем увеличивается незначительно, всего на 10–15 мм. Обеспечение организма ребенка кислородом происходит за счет увеличения частоты дыхания. Дыхательный объем легких увеличивается с возрастом вместе с уменьшением частоты дыхания.

С возрастом абсолютная величина МОД увеличивается, но относительный МОД (отношение МОД к массе тела) уменьшается. Это связано с тем, что у детей при одинаковом относительном дыхательном объеме частота дыханий в несколько раз больше, чем у взрослых. В связи с этим легочная вентиляция на 1 кг массы тела у детей больше (у новорожденных она равна 400 мл, в 5–6-летнем возрасте она составляет 210, в 7-летнем – 160, в 8–10-летнем – 150, 11–13-летнем – 130–145, 14-летних – 125, а у 15–17-летних – 110). Благодаря этому обеспечивается большая потребность растущего организма в O_2.

Величина ЖЕЛ увеличивается с возрастом в связи с ростом грудной клетки и легких. У ребенка 5–6 лет она равна 710–800 мл, в 14–16 лет – 2500–2600 мл. С 18 до 25 лет жизненная емкость легких является максимальной, а после 35–40 лет уменьшается. Величина жизненной емкости легких колеблется в зависимости от возраста, роста, типа дыхания, пола (у девочек на 100 – 200 мл меньше, чем у мальчиков).

У детей при физической работе дыхание изменяется своеобразно. Во время нагрузки увеличивается ЧД и почти не меняется ДО. Такое дыхание неэкономно и не может обеспечить длительное выполнение работы. Легочная вентиляция у детей при выполнении физической работы увеличивается в 2–7 раз, а при больших нагрузках (беге на средние дистанции) почти в 20 раз.

Задания для самостоятельной работы:

1. Определение жизненной емкости легких (ЖЕЛ)

Ход работы. Мундштук спирометра обработайте ватой, смоченной спиртом. Дайте ему высохнуть. Шкалу сухого спирометра установите на нуле. После 2–3 обычных дыхательных движений сделайте максимальный

вдох, зажмите нос и произведите равномерный максимально глубокий выдох в спирометр, стараясь при этом держаться прямо, не сутулясь. Измерение повторите три раза, зафиксируйте максимальную и рассчитайте среднюю величину ЖЕЛ.

Сравните величину ЖЕЛ у обследуемого, измеренную с помощью спирометра, с должной величиной (ДЖЕЛ), рассчитанной по формуле Людвига.

ДЖЕЛ (жен.) = 40×Р + 10×В – 3800;

ДЖЕЛ (муж.) = 40×Р + 30×В – 4400, где:

ДЖЕЛ – должная жизненная емкость легких, в мл ($см^3$), Р – рост, в см, В – вес тела, в кг.

Вычислите процентное соотношение фактической ЖЕЛ к ДЖЕЛ по формуле:

$$\frac{(\text{ЖЕЛ} - \text{ДЖЕЛ})}{\text{ДЖЕЛ}} \times 100\ \%$$

В норме величина ЖЕЛ может отклоняться от должной в пределах ± 20 %. Превышение фактической величины указывает на большие морфофункциональные возможности легких.

Вычислите жизненный индекс:

$$\frac{\text{ЖЕЛ, мл}}{\text{Вес, кг}}$$

В норме величина жизненного индекса для женщин равна от 45 до 55 мл/кг, для мужчин – 55–60 мл/кг. Более низкие показатели свидетельствуют либо о недостаточности ЖЕЛ, более высокие – об избыточной массе тела.

Сравните полученные показатели жизненного индекса с нормой и сделайте вывод.

2. Определение дыхательного объема и резервного объема выдоха

Ход работы. Произведите легкий спокойный выдох в спирометр после обычного вдоха. Для точности результатов повторите измерения три раза и рассчитайте среднюю величину.

В покое ДО в среднем колеблется от 300 до 800 мл.

Сравните полученные показатели с нормой и сделайте вывод.

После очередного спокойного выдоха произведите максимально глубокий выдох в спирометр. Определение повторите три раза и рассчитайте среднюю величину.

Средняя величина РОвыд. в среднем равна 1500 мл.

Рассчитайте резервный объем вдоха (РОвд.) по формуле:

РОвд. = ЖЕЛ – (ДО + РОвыд.)

Средняя величина РОвд. равна 1500 мл.

Сравните полученные показатели с нормой и сделайте вывод.

Вопросы для самоконтроля:

1. Каково значение процесса дыхания для жизнедеятельности человека?
2. Из каких этапов складывается процесс дыхания?
3. Назовите последовательность прохождения воздуха через воздухоносные пути.
4. Опишите механизм вдоха и выдоха.
5. Какие процессы лежат в основе газообмена в легких?
6. Какие процессы лежат в основе газообмена в тканях?
7. Как изменяются частота дыхания, дыхательные объемы с возрастом?

5. МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ И ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОЙ И ВЫДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМ

Теоретический материал

Питание или процесс поступления в организм питательных веществ является одним из важных факторов, определяющих состояние здоровья и работоспособность организма. С биологической точки зрения питание является начальным процессом обмена веществ и энергии между организмом и окружающей средой. Питательные вещества необходимы для построения и непрерывного обновления клеток и тканей, восполнения энергетических затрат организма, поступления биологически активных веществ, формирования ферментов и гормонов. Характер питания в значительной мере определяет сопротивляемость организма к различным вредным воздействия, уровень работоспособности и активности человека. К питательным веществам, необходимым для обеспечения жизнедеятельности организма, относятся высокомолекулярные органические соединения: белки, липиды, углеводы и нуклеиновые кислоты, а так же низкомолекулярные органические вещества – витамины, минеральные вещества и вода.

Питательные вещества в большинстве своем из-за высокой молекулярной массы и полимерного строения не могут быть усвоены без предварительной обработки. В процессе пищеварения они деполимеризуются до низкомолекулярных легкоусваиваемых организмом веществ.

Пищеварение осуществляется органами пищеварительной системы за счет реализации ее основных функций: секреторной, моторной и всасывательной. Процесс пищеварения включает физическую и химическую обработку пищи. К физической обработке относится размельчение, перетирание, смачивание, растворение и перемешивание пищи. К химической переработке пищи относят расщепление полиорганических молекул: белков, жиров и углеводов до мономерных соединений, осуществляемое при помощи пищеварительных ферментов.

Пищеварительные ферменты обладают специфичностью, то есть каждый отдельный вид ферментов способен к расщеплению определенного класса полимерных соединений: гликолитические ферменты или гликозидазы расщепляют сложные углеводы, такие как крахмал или гликоген до ди- и моносахаридов; протеолитические ферменты или пептидазы, расщепляют белки до пептонов, пептидов и аминокислот; липолитические ферменты или липазы участвуют в расщеплении жиров до глицерина и жирных кислот, нуклеазы – в расщеплении ДНК и РНК до нуклеотидов

Мономерные соединения легче растворяются в воде, всасываются в кровь и лимфу с незначительными энерготратами и используются клетками и тканями организма в качестве пластического или энергетического материала.

Витамины, минеральные вещества и вода всасываются в желудочно-кишечном тракте практически без изменения.

Таким образом, обобщая вышесказанное, мы может дать развернутое определение пищеварения. *Пищеварением* называют комплекс процессов механической, физико-химической и химической переработки пищи с целью облегчения усвоения питательных веществ, а также всасывание в желудочно-кишечном тракте конечных продуктов расщепления и неизмененных питательных веществ.

Пищеварительная система – совокупность органов пищеварения и связанных с ними пищеварительных желез, отдельных элементов кровеносной и нервной систем, участвующих в процессе механохимического разложения пищи, а также в усвоении питательных веществ и выделении ненужных метаболитов из организма.

К органам пищеварения относятся желудочно-кишечный тракт, последовательно состоящий из ротовой полости, пищевода, желудка, тонкого и толстого кишечника. К органам пищеварения относят также печень, желчный пузырь, поджелудочную железу, слюнные железы (рис. 14).

Пищеварительная система ребенка к моменту рождения достаточно развита, однако имеет ряд особенностей, связанных с видом питания грудных детей. Неразвит челюстной аппарат, отсутствуют зубы, наблюдается низкая секреторная активность пищеварительных желез, недостаточно сформирована слизистая оболочка желудка кишечника. Развитие желудочно-кишечного тракта после рождения ребенка обеспечивает переход в питании на полужидкую и твердую пищу.

Ротовой отдел желудочно-кишечного тракта, единственный из органов пищеварительной системы, имеет твердую скелетную основу и хорошо развитую поперечно-полосатую мускулатуру. Полость рта сверху ограничена небом, снизу челюстно-подъязычной мышцей, по бокам – щеками, а спереди губами, замыкающими ротовую щель.

В ротовой полости расположены язык и зубы. Язык – подвижный мышечный орган, покрытый слизистой оболочкой, богато снабженный кровеносными сосудами и нервами. В языке различают переднюю свободную часть – тело и заднюю – корень. Верхняя часть языка называется спинкой, она богата мелкими выступами – сосочками, в которых содержаться вкусовые почки. Основную массу языка образуют поперечно-полосатые мышцы. Язык участвует в перемешивании пищи, в акте глотания, служит органом вкуса и артикуляции.

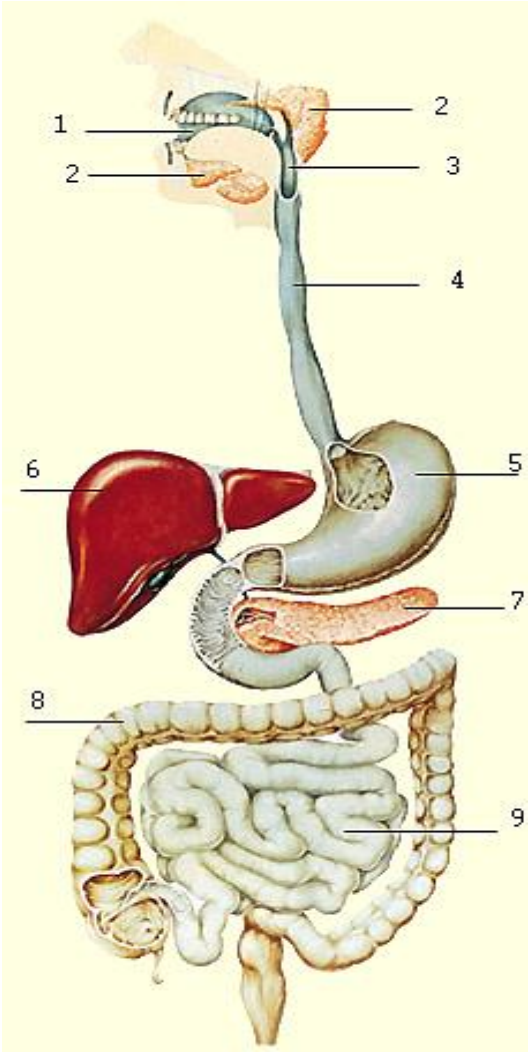


Рис. 14. Общий план строения пищеварительной системы:
1 – ротовая полость, 2 – слюнные железы, 3 – глотка, 4 – пищевод,
5 – желудок, 6 – печень, 7 – поджелудочная железа, 8 – толстый кишечник,
9 – тонкий кишечник

Зубы у человека различаются по форме и функциям. Выделяют резцы, клыки, малые и большие коренные зубы. У взрослого человека 32 зуба. Зубы одной стороны обоих челюстей можно описать зубной формулой 2/2 1/1 2/2 3/3. Зубы участвуют в измельчении и перетирании пищи, а также в артикуляции. У ребенка наблюдаются значительные изменения строения и функций зубо-челюстного аппарата с возрастом.

В ротовую полость открываются протоки крупных слюнных желез – околоушной, поднижечелюстной и подъязычной. Мелкие слюнные железки разбросаны по всей слизистой ротовой полости. Железы вырабатывают пищеварительный секрет – слюну.

Сзади полость рта сообщается с глоткой отверстием, которое называется зевом. Глотка – это мышечный орган, соединяющий ротовую полость с пищеводом и носовую с гортанью. В глотке пищеварительные пути пересекаются с дыхательными. Глотка делится на три отдела: носо-

глотку, ротоглотку и гортаноглотку. Основная пищеварительная функция глотки – эвакуаторная – участие в акте глотания пищи, кроме того, глотка выполняет дыхательные функции и является верхним резонатором при звукообразовании. Суженная часть глотки на уровне шестого шейного позвонка переходит в пищевод.

Пищевод представляет собой мышечную трубку длиной около 25 см. Он проходит позади гортани и трахеи и вместе с последней вступает в грудную полость, далее идет вдоль позвоночника, проходит через диафрагму и открывается в желудок на уровне 11-го грудного позвонка.

Желудок – наиболее расширенная часть пищеварительной трубки. Основные функции желудка – депонирование пищи, ее механическая и химическая обработка, эвакуация в кишечник. Желудок также выполняет защитную, секреторную, всасывающую и выделительную функции.

Желудок располагается в верхней левой (2/3) и правой (1/3) части брюшной полости. Форма и размеры желудка весьма изменчивы и зависят от степени его наполнения, функционального состояния мускулатуры его стенок, возраста. Длина желудка по длинной его оси в среднем равна 21–25 см. Емкость желудка достигает 2–3 л. Желудок состоит из нескольких отделов: входного или кардиального, дна или свода, тела и выходного или пилорического. Входная, или кардиальная часть начинается отверстием, сообщающим желудок с пищеводом. Выходной отдел, или привратниковая (пилорическая) часть, непосредственно прилегает к отверстию привратника, которое сообщает просвет желудка с просветом двенадцатиперстной кишки. Возрастные особенности формы и положения желудка характеризуется тем, что на желудке новорожденного выпуклость дна и большой кривизны выражена слабо, и его форма приближается к цилиндрической; положение желудка почти вертикальное. В грудном возрасте форма желудка приближается к грушевидной, и он расположен выше вследствие смещения обычно вздутыми кишечными петлями. В дальнейшем желудок постепенно принимает более горизонтальное положение. У детей желудок почти полностью покрыт печенью. Желудок наиболее интенсивно растет на первом году жизни.

Стенка желудка состоит из трех оболочек: наружной – брюшины (серозной оболочки), средней – мышечной и внутренней – слизистой.

Мышечная оболочка желудка состоит из трех слоев: наружного – продольного, среднего – кругового и глубокого – косого. Мышечный слой желудка у детей раннего возраста развит слабо, особенно в области дна и кардиального сфинктера, это приводит к частым реакциям срыгивания и рвоты.

Слизистая оболочка желудка имеет толщину 1,5–2 мм; она образует многочисленные желудочные складки, располагающиеся преимущественно на задней стенке желудка. Складки имеют различную протяженность и

разное направление. При растяжении желудка складки слизистой оболочки сглаживаются. Слизистая оболочка желудка разделена на мелкие, диаметром 1–6 мм, участки – желудочные поля. В них находятся углубления или желудочные ямочки. В каждую ямочку открываются отверстия 1–2 протоков желудочных желез.

Различают желудочные железы (собственные), расположенные в области дна и тела и состоящие из главных, обкладочных клеток и добавочных клеток, и привратниковые железы, состоящие только из главных клеток. Железы новорожденного ребенка развиты слабо, малодифференцированы. Их дифференцировка заканчивается к 7 годам жизни, а полного развития они достигают в периоду половой зрелости.

Тонкий кишечник начинается от привратника желудка. Длина его 5–6 метров, диаметр 2,5–3 см. В тонкой кишке различают двенадцатиперстную, тощую и подвздошную кишки. Внутрь двенадцатиперстной кишки открываются общий желчный проток и проток поджелудочной железы. Стенка тонкого кишечника состоит из наружного серозного слоя, среднего мышечного слоя, образованного наружным продольным и внутренним циркулярным гладкомышечными слоями, и внутреннего слоя – состоящего из подслизистой основы и слизистой оболочки.

Слизистая оболочка тонкого кишечника имеет сложное рельефное строение. Она образует многочисленные ворсинки, крипты и циркулярные складки, которые увеличивают рабочую поверхность кишки в 300–500 раз.

Толстый кишечник отличается от тонкого большим диаметром, наличием продольных лент мышечной ткани и выпячиваниями стенки кишечника.

В толстый кишечник входят слепая кишка с червеобразным отростком (аппендиксом), ободочная кишка, сигмовидная кишка и прямая кишка. Общая длина толстого кишечника составляет 1,5–2 метра, а диаметр около 5–6 см.

Слизистая оболочка толстого кишечника формирует рельеф: складки и крипты. Ворсинки в толстой кишке отсутствуют.

У детей кишечник относительно длиннее, чем у взрослых. У взрослого человека длина кишечника превышает длину его тела в 4–5 раз, а у грудного ребенка – в 6 раз. Особенно интенсивно кишечник растет в длину от 1 до 3 лет в связи с переходом от молочной пищи к смешанной и от 10 до 15 лет.

В *ротовой полости* осуществляется анализ вкусовых свойств веществ и разделение их на пищевые и отвергаемые, защита пищеварительного тракта от попадания некачественных пищевых веществ и экзогенной микрофлоры, измельчение, смачивание слюной пищи, начальный гидролиз углеводов и формирование пищевого комка. Кроме того, происходит

раздражение механо-, хемо-, терморецепторов, вызывающее рефлекторное возбуждение деятельности слюнных желез, желез желудка, поджелудочной железы, печени, желез двенадцатиперстной кишки.

Слюна человека представляет собой вязкую, слегка мутную жидкость со слабощелочной реакцией. Ежедневно у человека продуцируется от 0,5 до 2,0 л слюны. Защита организма от патогенной микрофлоры, попадающей в ротовую полость, осуществляется благодаря наличию в слюне бактерицидного вещества лизоцима, способности иммуноглобулина А слюны связывать экзотоксины, а также в результате фагоцитоза лейкоцитов, содержащихся в слюне. В состав слюны входят ферменты амилаза и мальтаза, расщепляющие углеводы. Еще один белок слюны – муцин способствует обволакиванию твердых частичек пищи и их склеиванию при образовании пищевого комка. Слюнные железы функционируют с момента рождения ребенка, но в первые месяцы слюны отделяется мало. С возрастом количество отделяющейся слюны увеличивается: наиболее заметные сдвиги в слюноотделении отмечаются у детей от 9 до 12 месяцев и от 9 до 11 лет.

Пища находится в ротовой полости 16–18 с, а затем при попадании пищевого комка на корень языка, проглатывается. Рефлекс глотания осуществляется при раздражении механорецепторов в слизистой корня языка. У новорожденных детей механизм жевания не развит, зато хорошо развиты сосательные и глотательные движения. Причем новорожденные и грудные дети обладают способностью к одновременному проглатыванию пищи и дыханию, что возможно из-за особенностей строения дыхательных путей и типа дыхания при сосании молока. Жевательные функции развиваются к полутора-двум годам.

В *желудке* пища, смешанная со слюной и слизью, задерживается от 3 до 10 ч для ее механической и химической обработки. Механическая обработка пищи в желудке связана с перемешиванием пищи с пищеварительными соками, ее дальнейшим растворением и формированием пищевой кашицы, которая, передвигаясь по желудку порциями, эвакуируется в двенадцатиперстную кишку. В желудке происходит всасывание в кровь небольшого количества веществ, поступивших с пищей, также в желудке происходит образование и выделение активных веществ, принимающих участие в регуляции деятельности желудочных и других пищеварительных желез (гастрина, гистамина, соматостатина, мотилина). Кроме того, в желудке обезвреживаются многие бактерии и осуществляется удаление недоброкачественной пищи – рвотный рефлекс. Химическая обработка пищи осуществляется ферментами желудочного сока.

Желудочный сок человека – бесцветная жидкость кислой реакции, с большим содержанием соляной кислоты (0,5 %) и слизи, pH желудочного сока составляет от 1 до 2 единиц. Слизь, вырабатываемая клетками слизи-

стой оболочки желудка, предохраняет ее от механических и химических повреждений. Соляная кислота обладает способностью губительно действовать на бактерии, выполняя тем самым защитную функцию. Под влиянием соляной кислоты активизируется основной фермент желудочного сока пепсин, расщепляющий белки до альбумоз и пептонов. Желудочный сок содержит также фермент, расщепляющий жиры, – липазу. В желудке распадаются на глицерин и жирные кислоты только жиры, находящиеся в состоянии эмульсии (жиры молока). В желудочном соке детей, особенно в период вскармливания их молоком, содержится сычужный фермент – химозин, вызывающий свертывание молока.

Частично переварившееся содержимое желудка в виде пищевой кашицы, пропитанной кислым желудочным соком, перемещается движениями мускулатуры желудка к его пилорическому отделу, а оттуда порциями поступает в начальный отдел тонкого кишечника – *двенадцатиперстную кишку*. Здесь пищевая масса обрабатывается соком двух основных пищеварительных желез – *печени* и *поджелудочной железы* (рис. 15) и соком мелких кишечных желез. Под влиянием содержащихся в них ферментов происходит наиболее интенсивная химическая переработка белков, жиров и углеводов, которые, подвергаясь дальнейшему расщеплению, доводятся в двенадцатиперстной кишке до такого состояния, что могут всасываться и усваиваться организмом.

Сок, выделяемый поджелудочной железой, – бесцветная прозрачная жидкость щелочной реакции. В нем есть фермент трипсин, расщепляющий белковые вещества до аминокислот. Он вырабатывается в неактивной форме клетками железы и активируется ферментом кишечного сока. Содержащийся в соке фермент липаза активируется желчью, поступающей из печени и желчного пузыря, и, действуя на жиры, превращает их в глицерин и жирные кислоты. Ферменты амилаза и мальтаза превращают сложные углеводы в моносахариды типа глюкозы.

Отделение поджелудочного сока продолжается 6–14 ч и зависит от состава и свойств пищи.

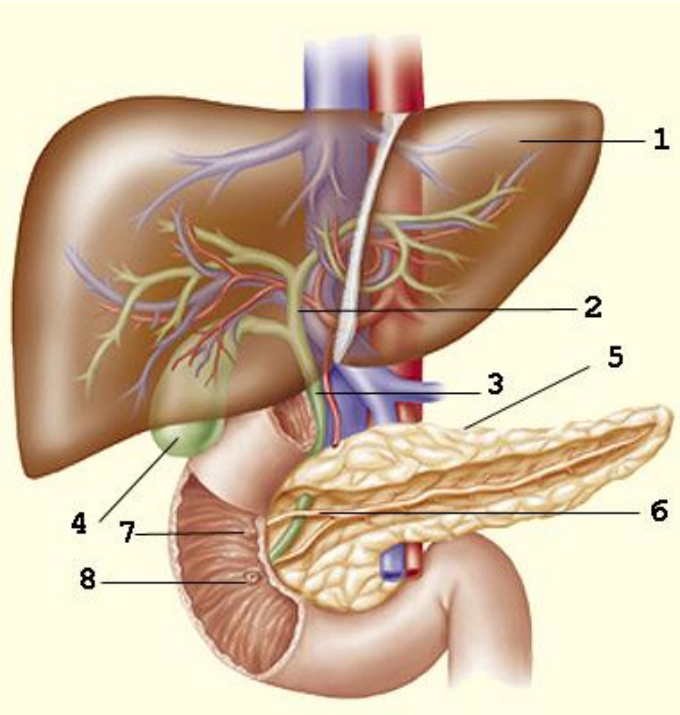


Рис. 15. Печень и поджелудочная железа:
1 – печень, 2 – печеночный проток, 3 – общий желчный проток,
4 – желчный пузырь, 5 – поджелудочная железа,
6 – проток поджелудочной железы, 7 – малое отверстие, 8 – большое отверстие

Активность белковых ферментов находится на довольно высоком уровне уже у грудного ребенка, далее она постелено увеличивается, достигая максимума к 4–6 годам. Активность липазы увеличивается к концу первого года жизни и остается высокой до 9-летнего возраста. Активность ферментов, расщепляющих углеводы, на протяжении первого года жизни увеличивается в 3–4 раза, а максимальных значений достигает к 9 годам.

В процессах переваривания пищевых веществ в двенадцатиперстной кишке важнейшую роль играет желчь. Желчь, во-первых, переводит в активное состояние липазу, вырабатывающуюся клетками поджелудочной железы, и активизирует другие ферменты; во-вторых, эмульгирует жиры, превращая их во взвесь мелких капелек (эмульгированные жиры легче перевариваются), в-третьих, активно влияет на процессы всасывания в тонкой кишке; в-четвертых, способствует усилению отделения сока поджелудочной железы. Выделение желчи печенью происходит с первого дня жизни ребенка. Количество желчи в раннем возрасте вполне достаточно для переваривания основного пищевого продукта – молока, содержащего эмульгированный жир, с возрастом желчеотделение усиливается.

В составе собственного кишечного сока в тонком кишечнике обнаружено свыше 20 ферментов, способных катализировать расщепление пищевых веществ. Однако основной функцией тонкого кишечника является всасывание. Всасывание – сложный физиологический процесс, про-

исходящий главным образом за счет активной работы клеток кишечного эпителия. Белки всасываются в кровь в виде водных растворов аминокислот. В связи с тем, что для детей характерна повышенная проницаемость кишечной стенки, в небольшом количестве у них из кишечника всасываются натуральные белки молока, яичный белок. Избыточное поступление в организм ребенка нерасщепленных белков приводит к разного рода кожным высыпаниям, зуду и другим неблагоприятным явлениям. В связи с тем, что проницаемость кишечной стенки у детей повышена, чужеродные вещества и кишечные яды, образующиеся в процессе гниения пищи, продукты неполного переваривания могут попадать из кишечника в кровь, вызывая разного рода токсикозы, хотя часть этих вредных продуктов обезвреживается в печени, выполняющей барьерную функцию.

Углеводы всасываются в кровь главным образом в виде глюкозы. Жиры всасываются преимущественно в лимфу в виде жирных кислот и глицерина.

Ферментативная обработка пищи в *толстой кишке* незначительна. В толстой кишке живут многочисленные бактерии. Одни из них расщепляют растительную клетчатку, так как в пищеварительных соках человека нет ферментов для ее переваривания. В толстой кишке синтезируются бактериями витамин К и некоторые витамины группы В. В толстом кишечнике в основном всасывается вода, однако возможно и всасывание углеводов, что используется в клинике при необходимости искусственного питания (клизмы). В толстом кишечнике происходит формирование каловых масс из неперевареных остатков и экскретируемых веществ и выведение их из организма – или дефекация.

Важной функцией всего кишечника является его моторика. За счет моторной деятельности кишечника происходит перемешивание пищевой кашицы с пищеварительными соками, ее продвижение по кишке, а также повышение внутрикишечного давления, что способствует всасыванию некоторых компонентов из полости кишки в кровь и лимфу.

Моторика осуществляется продольными и кольцевыми мышцами кишечника, сокращения которых вызывают два типа кишечных движений – сегментацию и перистальтику. Сегментация или кольцеобразные сокращения повторяются через определенные интервалы времени (около 10 раз в минуту). Участки сокращения сменяются участками расслабления, и наоборот. Таким образом, пищевые массы, двигаясь взад и вперед, перемешиваются. Перистальтические движения распространяются медленными волнами (1–2 см/с) вдоль кишечника по направлению от полости рта и способствуют проталкиванию пищи.

Мышечный слой кишечника и его эластические волокна развиты у детей менее, чем у взрослых. В связи с этим перистальтика у детей слабее. Этим отчасти объясняется склонность к запорам у детей.

Выделение – это процесс выведения из организма конечных продуктов обмена, а также вредных и ненужных организму веществ. К органам, участвующим в выведении веществ из организма, относятся почки, кожа, легкие, кишечник. Более 90 % выводимых из организма веществ удаляется через мочевыделительную систему. К мочевыделительным органам относятся почки, мочеточники, мочевой пузырь и мочеиспускательный канал. Основная функция мочевыделительных органов – выведение из организма продуктов обмена веществ, участие в регулировании содержания воды в организме и поддержание этим постоянства его внутренней среды. Почки – это орган, где происходит образование мочи, остальные мочевыделительныее органы предназначены для выведения мочи. Они имеют трубчатое или полое строение.

Почки – парный орган. Они расположены по бокам позвоночного столба на уровне 12-го грудного – 2-го поясничного позвонков (правая несколько ниже, а левая выше) и прилежат к задней стенке брюшной полости. На каждой почке, имеющей бобовидную форму, различают переднюю и заднюю поверхности, верхний и нижний концы, латеральный и медиальный края (рис. 16).

На медиальном, вогнутом, крае, обращенном к позвоночнику, находятся ворота почки (рис. 17). В воротах лежат: почечная артерия, почечная вена, лимфатические сосуды, лимфатические узлы, нервы и почечная лоханка. Почка покрыта оболочками, которые способствуют ее фиксации.

Непосредственно к веществу почки прилежит фиброзная оболочка. Снаружи от нее расположена жировая капсула, окруженная спереди и сзади фасцией почки. Кроме того, спереди почка покрыта брюшиной. Фиксации почек способствуют также кровеносные сосуды, входящие в почку и выходящие из нее, и внутрибрюшное давление. В почке различают корковое вещество толщиной 5–7 мм расположенное с периферии, и мозговое вещество, состоящее из 7–12 пирамидок, обращенных основанием к корковому веществу, а верхушкой – в почечную пазуху.

Структурно-функциональной единицей почки является нефрон – система канальцев почки, участвующих в образовании мочи (рис. 18).

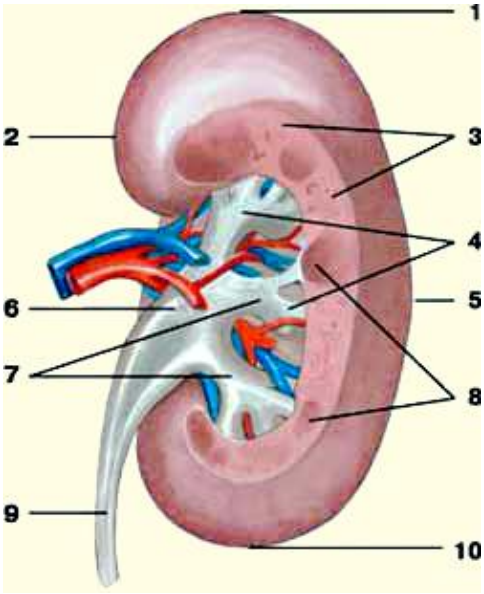


Рис. 16. Почка (вид сзади):
1 – верхний полюс; 2 – медиальный край; 3 – корковое вещество почки;
4 – малые почечные чашечки; 5 – латеральный край; 6 – почечная лоханка;
7 – большие почечные чашки; 8 – мозговое вещество почки (пирамиды);
9 – мочеточник; 10 – нижний полюс

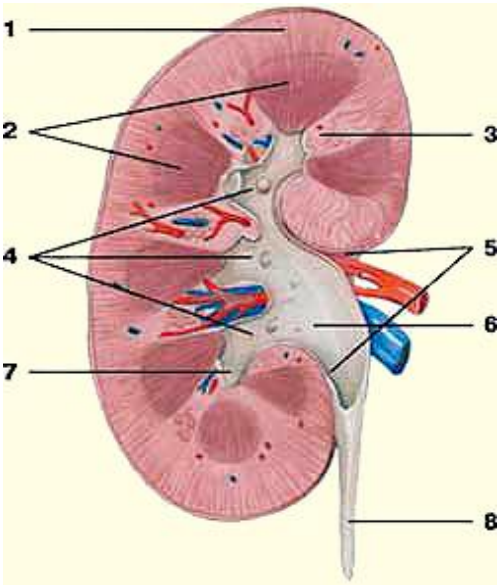


Рис. 17. Почка в разрезе:
1 – корковое вещество почки; 2 – мозговое вещество почки (пирамиды);
3 – столб почки; 4 – большие почечные чашки; 5 – ворота почки;
6 – почечная лоханка; 7 – малая почечная чашечка; 8 – мочеточник

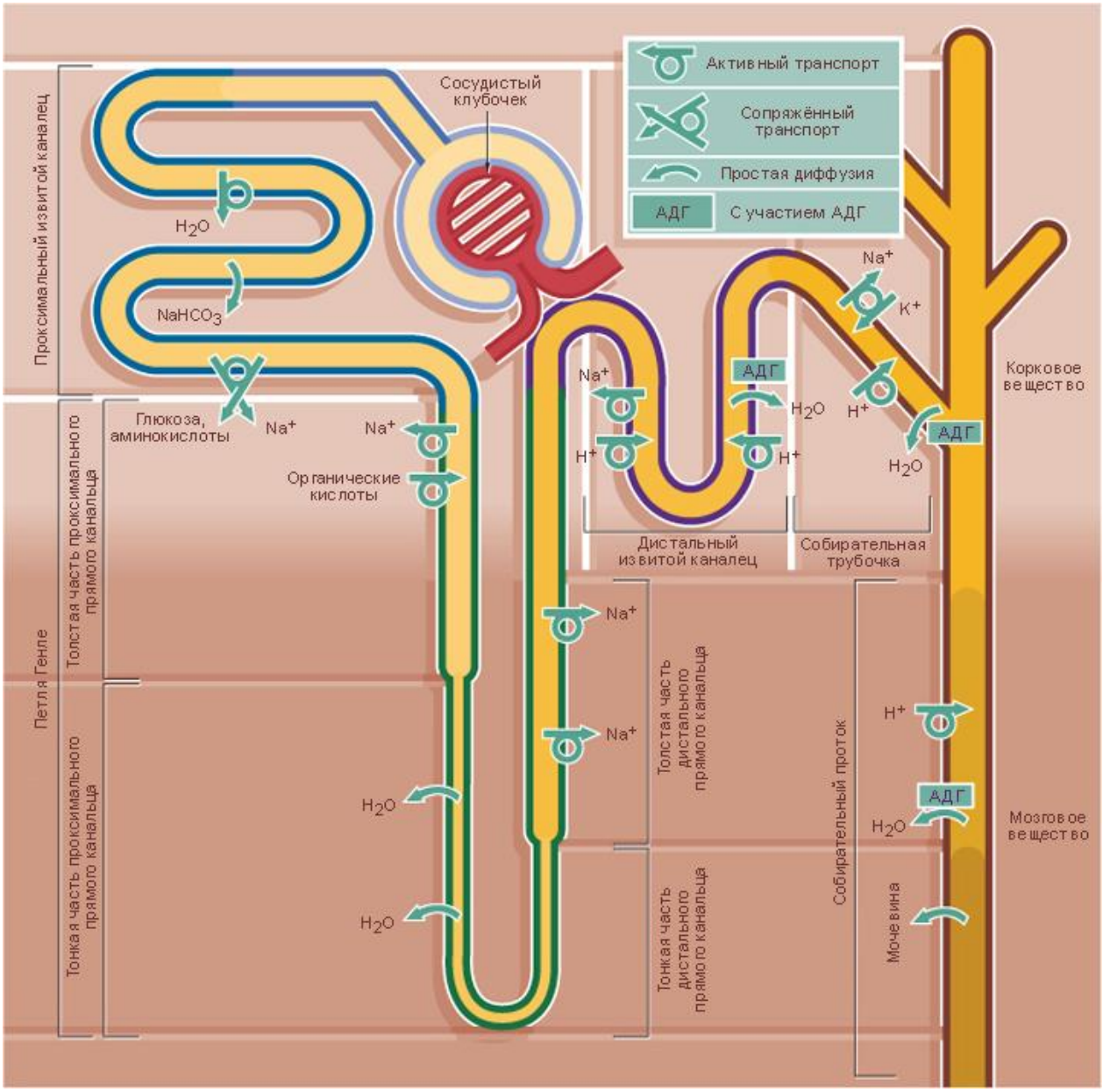


Рис. 18. Схема строения и функционирования нефрона

Длина одного нефрона колеблется от 18 до 50 мм, а общая протяженность их составляет 100 км. В каждой почке насчитывают свыше 1 млн. нефронов.

Нефрон состоит из капсулы и трехзвенной трубочки: проксимального отдела канальца (извитой каналец первого порядка), петли нефрона и дистального отдела канальца (извитой каналец второго порядка), переходящего в собирательную трубочку. Капсула – начальная часть нефрона, расположенная в корковом веществе почки, имеет форму двухстенной чаши. Она плотно охватывает капилляры клубочка почки, образуя так называемое почечное тельце. Таким образом, один конец нефрона начинается почечной капсулой, а второй конец впадает в собирательную трубочку. Наиболее активной частью нефрона является проксимальный его от-

дел, в котором процессы образования мочи отличаются высокой скоростью.

Способность почки к мочеобразованию, в результате которого выводятся из организма продукты обмена веществ, связана с особенностью ее кровообращения. Через почки взрослого человека за один час проходит более 40 литров крови, а за сутки около 1000 литров. Кровеносная система почки начинается почечной артерией, которая входит в ворота почки и распадается на более мелкие артерии, проходящие между пирамидами почек до коркового вещества. У основания почечных пирамидок они образуют дугообразные артерии, от которых отходят ветви к корковому веществу почки, где от них в расширенную чашеобразную часть каждого нефрона (почечную капсулу) отходит приносящая артерия (сосуд).

В чаше почечной капсулы приносящий сосуд разветвляется на артериальные капилляры и образует клубочек почки. Капилляры клубочка собираются в выносящий сосуд, тоже артериальный, диаметр которого приблизительно в 2 раза меньше, чем диаметр приносящего сосуда, что создает повышенное давление в клубочке (70–90 мм рт. ст.). При давлении ниже 40–50 мм рт. ст. образование мочи прекращается. Выносящие сосуды, выйдя из клубочка, распадаются на капилляры, но уже венозные, которые постепенно сливаются в более крупные вены и выходят из ворот почки. Такое своеобразное разветвление артерий на капилляры, из которых вновь образуются артерии, получило название чудесной сети. Тесный контакт сосудов клубочка с его капсулой, повышенное давление внутри капилляров клубочка создают условия для образования мочи. Моча образуется из плазмы крови. По мере протекания крови в сосудах клубочка внутрь капсулы из нее переходят почти все составные компоненты, кроме белков и форменных элементов, образуя так называемую первичную мочу. За сутки ее вырабатывается около 100 литров. При прохождении первичной мочи через канальцы из нее обратно в кровь всасываются вода, некоторые соли, сахар, в результате чего образуется окончательная моча. Количество окончательной мочи всего 1,0–1,5 литра. Она имеет более высокую концентрацию, чем первичная моча. Например, в ней в 70 раз больше мочевины и в 40 раз больше аммиака. Таким образом, в тельцах почки образуется первичная моча, а в канальцах нефрона – окончательная моча, которая через собирательные трубочки, проходящие в корковом, а затем мозговом веществе почки, стекает к отверстиям на верхушке пирамиды сначала в малые чашечки, затем в большие и, наконец, в почечную лоханку, продолжением которой является мочеточник. Малых чашечек 7–10. Они окружают сосочки почечных пирамид. Больших чашечек 2–3, а почечных лоханок одна. Все эти образования располагаются в пазухе почки, окруженные жировой тканью. Стенка их имеет три оболочки: слизистую, мышечную и соединительнотканную.

Мочеточники – полые трубки, соединяющие почечную лоханку с мочевым пузырем. Как и почки, они лежат на задней стенке брюшной полости позади брюшины. В мочеточнике выделяют брюшную, тазовую и пузырную части. Последняя расположена в толще мочевого пузыря. Стенка мочеточника имеет слизистую, мышечную и соединительнотканную оболочку. Моча по мочеточнику продвигается благодаря перистальтическому сокращению гладкой мышечной ткани его стенки.

Мочевой пузырь – это полый орган, куда непрерывно порциями стекает моча из мочеточников. Он расположен в малом тазу. Кроме двух отверстий мочеточников в пузыре есть третье – внутреннее отверстие мочеиспускательного канала, через которое периодически опорожняется пузырь. Стенка его имеет три оболочки: слизистую (с подслизистой основой), мышечную и соединительнотканную. По мере наполнения пузыря, емкость которого равняется примерно 0,5 литра, стенка его растягивается, а складки слизистой оболочки расправляются. Сокращение гладкой мышечной ткани при открытом отверстии в мочеиспускательный канал способствует опорожнению мочевого пузыря.

Возрастные особенности органов выделительной системы. Почки у новорожденного короткие и толстые, сильнее, чем у взрослого, выступают в брюшную полость. На поверхности почек видны борозды, соответствующие границам между их долями. Дольчатость почек сохраняется до 2–3 лет.

Сосудистые клубочки и нефроны дифференцируются во внутриутробном периоде. У плода почка вырабатывает мочу, но ее функция не является жизненно необходимой. В постнатальном периоде число сосудистых клубочков изменяется мало, но их размеры, объем и площадь фильтрационной поверхности возрастают в несколько раз. Соответственно этому развивается корковое вещество почки. До пятилетнего возраста почки не обладают способностью концентрировать мочу, в них преобладают фильтрационные процессы. После 5 лет, в связи с развитием канальцевой системы, усиливается резорбционная функция почек.

Задание для самостоятельной работы:

1. Заполните таблицу «Распределение в желудочно-кишечном тракте пищеварительных ферментов и их роль в расщеплении пищи».

Отдел желудочно-кишечного тракта	**Основные ферменты**	**Роль в пищеварении**
Ротовая полость		
Желудок		
Тонкий кишечник		
Толстый кишечник		

2. Оценка пищевого статуса по антропометрическим показателям.

Пищевой статус характеризует состав и функции организма человека, обусловленные питанием. Пищевой статус может быть обычным, оптимальным, избыточным или недостаточным.

Оценка пищевого статуса проводится по антропометрическим (рост, масса тела и др.), клиническим, функциональным, иммунологическим показателям.

Важнейшим показателем соответствия питания и состояния здоровья организма является высокоинформативный и простой показатель – индекс массы тела (ИМТ), называемый также индексом Кетле:

$$Индекс\ массы\ тела\ (ИМТ) = \frac{масса\ тела\ (кг)}{рост^2\ (м)}$$

Характеристика показателей индекса массы тела, принятая в России, в кг/м^2: менее 20 – недостаточная масса тела; 20–24,9 – нормальная масса тела; 25–29,9 – избыточная масса тела; 30–34,9 – ожирение 1 степени (легкое); 35–39,9 – ожирение 11 степени (умеренное); 40 и более – ожирение 111 степени (тяжелое).

Рассчитайте значение индекса Кетле по своим величинам роста и массы тела. Сделайте вывод, сравнив свои данные с характеристикой показателей

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое «ферменты», какую роль они играют в пищеварении?
2. В чем заключается физическая и химическая переработка пищи?
3. Какие функции выполняет слюна?
4. Назовите пищеварительные железы желудка и их секреты.
5. Каким образом желудок защищается от воздействия собственных ферментов и соляной кислоты желудочного сока?
6. Укажите на различия в строении тонкого и толстого кишечника.
7. Как и где происходит всасывание основных питательных веществ?
8. Охарактеризуйте пищеварительные функции поджелудочной железы.
9. Какую роль играет печень в организме человека?
10. В каком отделе желудочно-кишечного тракта обитает полезная микрофлора, какую роль она играет?
11. Какие органы составляют мочевыделительную систему?
12. За счет каких механизмов происходит образование первичной мочи?
13. Опишите процесс образования вторичной мочи в канальцах нефрона.

6. ОСНОВЫ УЧЕНИЯ О ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Теоретический материал

Согласно учению И. М. Сеченова и И. П. Павлова функции ЦНС могут быть поделены на два типа: низшие и высшие. *Низшая нервная деятельность* – это совокупность нейрофизиологических процессов, обеспечивающих осуществление безусловных рефлексов и инстинктов. *Высшая нервная деятельность* – это совокупность нейрофизиологических процессов, обеспечивающих сознание, подсознательную переработку информации и приспособительное поведение организма в окружающей среде.

Условные рефлексы – это индивидуально приобретенные системные приспособительные реакции животных и человека, возникающие на основе образования в центральной нервной системе временной связи между условным (сигнальным) раздражителем и безусловно-рефлекторным актом.

Условные рефлексы обладают следующими общими признаками.

1) Условные рефлексы носят приспособительный характер, что делает поведение наиболее пластичным, соответствующим конкретным условиям среды.

2) Любые условные рефлексы требуют для своего участия высших отделов головного мозга.

3) Условные рефлексы приобретаются и затормаживаются в индивидуальной жизни каждой конкретной особи. В индивидуальную память записываются не всякие случайные совпадения условного раздражения и безусловной реакции, а лишь те, сочетание которых во времени оказывается наиболее вероятным. Все остальные случайно возникшие связи затормаживаются.

4) Условный рефлекс имеет сигнальный характер, т. е. предшествует, предупреждает последующее возникновение безусловного рефлекса, подготавливая к нему организм. С помощью условных рефлексов организм может заранее избежать опасности или подготовиться к захвату добычи, встрече с половым партнером и т. д.

Организм рождается с определенным фондом безусловных рефлексов. Они обеспечивают ему поддержание жизнедеятельности в относительно постоянных условиях существования. К таким рефлексам относятся: пищевые (жевание, сосание, глотание, отделение слюны, желудочного сока и др.), оборонительные (отдергивание руки от горячего предмета, кашель, чихание, мигание при попадании струи воздуха в глаз и др.), половые рефлексы (рефлексы, связанные с осуществлением полового акта, выкармливанием и уходом за потомством), рефлексы терморегуляцион-

ные, дыхательные, сердечные, сосудистые, поддерживающие постоянство внутренней среды организма (гомеостаз) и др.

Условные рефлексы обеспечивают более совершенное приспособление организма к меняющимся условиям жизни. Они способствуют нахождению пищи по запаху, своевременному уходу от опасности, ориентировке во времени и пространстве. Условнорефлекторное отделение слюны, желудочного, поджелудочного соков на вид, запах, время приема пищи создает лучшие условия для переваривания пищи еще до того, как она поступила в организм. Усиление газообмена и увеличение легочной вентиляции до начала работы, только при виде обстановки, в которой совершается работа, способствует большей выносливости и лучшей работоспособности организма во время мышечной деятельности.

Сравнительные характеристики условных и безусловных рефлексов представлены в таблице.

Безусловный рефлекс	**Условный рефлекс**
1. Врожденная форма деятельности	1. Приобретается после рождения
2. Имеет фиксированную рефлекторную дугу	2. Формируется на основе временной связи между центрами условного и безусловного раздражителя
3. Может осуществляться с участием разных структур ЦНС	3. Осуществляется с обязательным участием коры больших полушарий
4. Отличается наличием специфического рецептивного поля и специфического раздражителя	4. Не имеет специфического рецептивного поля и специфического раздражителя
5. Отличается прочностью и постоянством	5. Отличается непрочностью (может тормозиться и изменяться)
6. Может обеспечить существование организма только на самом раннем этапе жизни	6. Обеспечивает приспособление организма к постоянно меняющимся условиям внешней среды в течение всей жизни
7. Видовые	7. Индивидуальные

Условные рефлексы вырабатываются на базе безусловных. Условный рефлекс так назван И. П. Павловым потому, что для его образования нужны определенные условия. Прежде всего, нужен условный раздражитель, или сигнал. Условным раздражителем может быть любой раздражитель из внешней среды или определенное изменение внутреннего состояния организма. Условные рефлексы на время вырабатываются у человека при соблюдении режима труда, приема пищи в одно и то же время, постоянном времени отхода ко сну.

Чтобы выработать условный рефлекс, условный раздражитель надо подкреплять безусловным раздражителем, т. е. таким, который вызывает безусловный рефлекс. Такое подкрепление должно повторяться несколько раз. Звон ножей в столовой вызовет отделение слюны у человека лишь в

том случае, если этот звон несколько раз подкреплялся едой. Звон ножей и вилок в нашем случае является условным раздражителем, а безусловным раздражителем, вызывающим слюноотделительный безусловный рефлекс, является пища. Вид горящей свечи может стать сигналом к отдергиванию руки у ребенка лишь в том случае, если хотя бы один раз вид свечи совпал с болью от ожога. При образовании условного рефлекса условный раздражитель должен предшествовать действию безусловного (обычно на 1–5 с). При этом сила условного сигнала не должна превышать силу безусловного.

При выработке условных рефлексов важно отсутствие сильных посторонних раздражителей.

ЦНС должна быть в бодром, работоспособном состоянии. Болезнь, сильное утомление затрудняют выработку условного рефлекса.

При выработке новых условных рефлексов в качестве подкрепляющего фактора могут быть использованы и условные рефлексы, выработанные у ребенка раньше. Например: у ребенка выработан прочный условный рефлекс – вид обеденной посуды вызывает у него слюноотделение. Если теперь ввести новый условный раздражитель, допустим подвязывание обеденного фартука, и подкреплять это сервировкой стола, то уже вид фартука будет вызывать у ребенка слюноотделение. Такие рефлексы называют рефлексами второго порядка; существуют также рефлексы третьего, четвертого, пятого и более высоких порядков.

Существуют определенные особенности формирования условных рефлексов у животных и человека: если у собак и обезьян можно выработать рефлексы только третьего и четвертого порядков, то у человека возможно формирование рефлексов даже 20-го порядка. Так, уже на первых этапах постнатального развития у детей дошкольного возраста возможна выработка условных рефлексов 6-го и 7-го порядков. Именно такой физиологический механизм лежит в основе формирования речи у детей – в образовании слов и понятий.

Ребенок рождается с определенным набором безусловных рефлексов, и уже со 2-го дня жизни у него начинают вырабатываться условные связи, способствующие приспособлению к условиям внешней среды.

В процессе формирования условных рефлексов выделяют 4 стадии. Первая называется *стадией неспецифических реакций.* Она характеризуется возникновением ориентировочного рефлекса на раздражитель. Вторая – *стадия торможения*, когда при действии условного сигнала происходит прекращение деятельности ребенка. Третья – *стадия неустойчивого условного рефлекса*. Условные раздражители в этот период не всегда вызывают ответную реакцию. Последнюю стадию выработки условного рефлекса называют *устойчивой*: каждое действие условного раздражителя сопровождается появлением условной реакции.

Скорость выработки условных рефлексов с возрастом увеличивается. В дошкольном возрасте появление условной реакции можно наблюдать уже после 2–5 сочетаний, а после 10–20 сочетаний образуется прочный условный рефлекс, характерный для устойчивой фазы. Так же быстро неустойчивая фаза рефлекса вырабатывается у детей младшего школьного возраста, устойчивая – через 2–15 сочетаний. Скорость образования условных рефлексов у детей старше 10 лет практически не отличается от таковой у взрослых.

У дошкольников условно-рефлекторные связи неустойчивы и требуют частого речевого подкрепления. У детей 3–4 лет замена условного раздражителя обозначающим его словом не вызывает условно-рефлекторной реакции. Способность реагировать на словесный раздражитель, заменяющий условный сигнал, как на сам сигнал, развивается постепенно и становится ярко выраженной лишь в 6–7 лет.

Согласно представлениям И. П. Павлова, образование условного рефлекса связано с установлением временной связи между двумя группами клеток коры: воспринимающими условное и воспринимающими безусловное раздражение. Эта связь становится тем прочнее, чем чаще одновременно возбуждаются оба участка коры. После нескольких сочетаний связь оказывается настолько прочной, что при действии одного лишь условного раздражителя возбуждение возникает и во втором очаге.

Вначале индифферентный раздражитель, если он является новым и неожиданным, вызывает общую генерализованную реакцию организма – ориентировочный рефлекс. Любой раздражитель, если он применяется впервые, вызывает двигательную реакцию (общее вздрагивание, поворот глаз, ушей в сторону раздражителя), учащение дыхания, сердцебиение, генерализованные изменения электрической активности мозга – альфаритм сменяется быстрыми колебаниями (бета-ритм). Эти реакции отражают общее генерализованное возбуждение. При повторении раздражителя, если он не становится сигналом к определенной деятельности, ориентировочный рефлекс угасает. Например, если собака впервые услышит звонок, она на него даст общую ориентировочную реакцию, но слюны при этом отделяться не будет. Подкрепим теперь звучащий звонок едой. При этом в коре больших полушарий возникнут два очага возбуждения – один в слуховой зоне, а другой в пищевом центре (это участки коры, которые возбуждаются под влиянием запаха, вкуса еды). После нескольких подкреплений звонка едой в коре больших полушарий между двумя очагами возбуждения возникнет (замкнется) временная связь.

Замыкание временной связи идет не только по горизонтальным волокнам (кора – кора), важная роль принадлежит и путям кора-подкорка-кора. При этом центростремительные импульсы от условного раздражителя через таламус и неспецифическую систему (гиппокамп, ретикулярная

формация) поступают в соответствующую зону коры. Здесь они перерабатываются и по нисходящим путям достигают подкорковых образований, откуда импульсы приходят снова в кору, но уже в зону представительства безусловного рефлекса.

Существует точка зрения, что механизм образования условного рефлекса основывается на принципе доминанты А. А. Ухтомского. В нервной системе в каждый момент времени имеются господствующие очаги возбуждения – доминантные очаги. Доминантный очаг имеет свойство притягивать к себе возбуждение, поступающее в другие нервные центры, и за счет этого усиливаться. Например, при голоде в соответствующих участках центральной нервной системы возникает стойкий очаг с повышенной возбудимостью – пищевая доминанта. Если голодному щенку дать лакать молоко и одновременно начать раздражать лапу электрическим током, то щенок не отдергивает лапу, а начинает лакать с еще большей интенсивностью. У сытого щенка раздражение лапы электрическим током вызывает реакцию ее отдергивания.

Считается, что при образовании условного рефлекса очаг стойкого возбуждения, возникший в центре безусловного рефлекса, «притягивает» к себе возбуждение, возникшее в центре условного раздражителя. По мере сочетаний этих двух возбуждений образуется временная связь.

Многие исследователи считают, что в фиксации временной связи ведущая роль принадлежит изменению синтеза белка; описаны специфические белковые вещества, связанные с запечатлеванием временной связи. Образование временной связи связано с механизмами хранения следов возбуждения. Однако механизмы памяти не могут быть сведены к механизмам временной связи.

Имеются данные о возможности сохранения следов на уровне единичных нейронов. Хорошо известны случаи запечатлевания от однократного действия внешнего стимула. Это дает основание считать, что замыкание временной связи является одним из механизмов памяти.

Условные рефлексы пластичны. Временный характер условного рефлекса обеспечивается наличием процесса торможения, который наряду с процессом возбуждения определяет динамику условно-рефлекторной деятельности. Описано два типа торможения условных рефлексов – внешнее и внутреннее.

Безусловное, или *внешнее* торможение. Этот тип торможения имеет место в тех случаях, когда в коре больших полушарий при осуществлении условного рефлекса возникает новый, достаточно сильный очаг возбуждения, не связанный с данным условным рефлексом. Если у собаки был выработан условный слюноотделительный рефлекс на звук звонка, то включение яркого света при звуке звонка у этой собаки тормозит ранее выработанный рефлекс слюноотделения. В основе этого торможения лежит яв-

ление отрицательной индукции: новый сильный очаг возбуждения в коре от постороннего раздражения вызывает понижение возбудимости в участках коры больших полушарий, связанных с осуществлением условного рефлекса, и, как следствие этого явления, наступает торможение условного рефлекса. Такой вид торможения условных рефлексов называют *индукционным* торможением.

Индукционное торможение не требует выработки (потому оно и относится к безусловному торможению) и развивается сразу, как только подействует внешний, посторонний для данного условного рефлекса раздражитель.

К внешнему торможению относят и *запредельное* торможение. Оно проявляется при чрезмерном увеличении силы или времени действия условного раздражителя. При этом условный рефлекс ослабевает или полностью исчезает. Это торможение имеет охранительное значение, так как защищает нервные клетки от раздражителей слишком большой силы или длительности, которые могли бы нарушить их деятельность.

Внутреннее (*условное*) торможение, в отличие от внешнего, развивается внутри дуги условного рефлекса, т. е. в тех нервных структурах, которые участвуют в осуществлении данного рефлекса.

Если внешнее торможение возникает сразу, как только подействовал тормозящий агент, то внутреннее торможение надо вырабатывать, оно возникает при определенных условиях, и это иногда требует длительного времени.

Одним из видов внутреннего торможения является *угасание*. Оно развивается, если несколько раз условный раздражитель не подкрепляется безусловным. Через некоторое время после угасания условный рефлекс может восстановиться. Это произойдет, если мы вновь подкрепим действие условного раздражителя безусловным.

Непрочные условные рефлексы восстанавливаются с трудом. Угасанием можно объяснить временную утрату трудового навыка, навыка игры на музыкальных инструментах. У детей угасание происходит гораздо медленнее, чем у взрослых. Именно поэтому трудно отучать детей от вредных привычек. Угасание лежит в основе забывания.

Угасание условных рефлексов имеет важное биологическое значение. Благодаря ему организм перестает реагировать на сигналы, утратившие свое значение. Сколько бы ненужных, лишних движений при письме, трудовых операциях, спортивных упражнениях делал человек без угасательного торможения!

Запаздывание условных рефлексов также относится к внутреннему торможению. Оно развивается, если отставить во времени подкрепление условного раздражителя безусловным. Обычно при выработке условного рефлекса включают условный раздражитель – сигнал (например, звонок),

а через 1–5 с дают пищу (безусловное подкрепление). Когда рефлекс выработан, сразу после включения звонка, без дачи пищи, уже начинает течь слюна. Теперь поступим так: включим звонок, а пищевое подкрепление постепенно отодвинем во времени до 2–3 мин после окончания звучания звонка. После нескольких (иногда весьма многократных) сочетаний звучащего звонка с задержанным подкреплением пищей развивается запаздывание: звонок включается, а слюна теперь будет течь не сразу, а спустя 2–3 мин после включения звонка. Из-за неподкрепления на протяжении 2–3 мин условного раздражителя (звонка) безусловным (пищей) условный раздражитель в течение времени неподкрепления приобретает тормозное значение.

Запаздывание создает условия для лучшей ориентировки животного в окружающем мире. Волк не сразу бросается на зайца, увидев его на значительном расстоянии. Он выжидает, когда заяц приблизится. От момента, когда волк увидел зайца, до того времени, когда заяц приблизился к волку, в коре больших полушарий волка имеет место процесс внутреннего торможения: тормозятся двигательные и пищевые условные рефлексы. Если бы этого не происходило, волк часто оставался бы без добычи, срываясь в погоню сразу, как только увидит зайца. Выработавшееся запаздывание обеспечивает волку добычу.

Запаздывание у детей вырабатывается с большим трудом под влиянием воспитания и тренировки. Вспомните, как нетерпеливо тянет руку первоклассник, размахивая ею, вставая из-за парты, чтобы его заметил учитель. И только к старшему школьному возрасту (да и то не всегда) мы отмечаем выдержку, умение сдерживать свои желания, силу воли.

Сходные звуковые, обонятельные и другие раздражители могут сигнализировать о совершенно различных событиях. Только точный анализ этих сходных раздражителей обеспечивает биологически целесообразные реакции животного. Различение, или дифференцирование, сходных условных раздражителей вырабатывается путем подкрепления одних и неподкрепления других раздражителей. Развивающееся при этом торможение подавляет рефлекторную реакцию на неподкрепляемые раздражители. *Дифференцировка* – один из видов условного (внутреннего) торможения.

Благодаря дифференцировочному торможению можно выделить сигнально значимые признаки раздражителя из многих окружающих нас звуков, предметов, лиц и т. д. Дифференцирование вырабатывается у детей уже с первых месяцев жизни.

Еще одной разновидностью условного торможения является *условный тормоз*. Этот тип торможения, в сущности, близок к дифференцировочному торможению. Условный тормоз расширяет возможности человека выделять из окружающей среды биологически значимые сигналы и

адекватно на них реагировать. Выработка этого типа торможения происходит в том случае, если к условному сигналу присоединяют добавочный индифферентный раздражитель и их совместное действие не сопровождают подкреплением. При этом условный раздражитель без дополнительного индифферентного продолжают подкреплять безусловным. В результате условную реакцию вызывает только условный раздражитель без индифферентного, а их сочетание тормозит условный рефлекс.

В процессе обучения и воспитания ребенка необходимо учитывать, что внешнее (безусловное) торможение наиболее выражено только у детей 3–4 лет. Эту физиологическую особенность успешно используют в учебно-воспитательной работе с детьми этого возраста. У 3-летнего малыша можно легко затормозить нежелательный рефлекс (действие), отвлекая его внимание новыми раздражителями. Например, малыш пытается пройтись по луже. Если заинтересовать малыша пролетающей мимо птицей или чем-нибудь другим, он легко забудет о своих прежних намерениях.

Условное (внутреннее) торможение в первые годы жизни ребенка развито слабо. С возрастом сила всех видов внутреннего торможения увеличивается и приобретает ведущее значение только к 6–7 годам. Так, детям 5–6 лет требуется 40–60 неподкреплений условного сигнала безусловным, чтобы реакция угасла, в то время как в 10–16 лет достаточно 3–4 неподкреплений, особенно в сочетании со словесной инструкцией. При этом важным фактом развития условного торможения является постоянная тренировка, которую целесообразно начинать с 6–7-летнего возраста. Тренировка тормозных процессов ложится впоследствии в основу воспитания у ребенка норм общественного поведения, научит его ждать, уважать требования окружающих.

Внутреннее дифференцировочное торможение зависит от степени созревания анализаторных систем и имеет большое значение для обучения ребенка письму, чтению, рисованию, музыке, в процессе выработки у него трудовых навыков. В связи с этим можно предполагать, что успеваемость и дисциплинированность детей и подростков в школе в какой-то степени определяются особенностями протекания у них тормозных процессов.

Вопросы для самоконтроля:

1. Назовите принципиальные отличия высшей и низшей нервной деятельности.
2. Перечислите основные признаки условных рефлексов.
3. Охарактеризуйте отличия условных рефлексов от безусловных.
4. При каких условиях формируются условные рефлексы?
5. В чем заключается основной механизм выработки условного рефлекса?

6. Каково биологическое значение условных и безусловных рефлексов?

7. Чем отличается внешнее торможение от внутреннего?

8. Приведите примеры проявления внешнего индукционного торможения.

9. Охарактеризуйте виды внутреннего торможения.

10. Почему условное торможение является основой воспитания и обучения?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В условиях Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования приоритетную роль в подготовке бакалавра играет активная учебно-исследовательская деятельность.

Настоящее учебно-методическое пособие представляет научно-практическую значимость, поскольку позволяет сформировать знания студентов о возрастных особенностях детского организма и обеспечить формирование практических навыков исследовательской деятельности.

В процессе изучения дисциплины у студентов формируется представление об организме как единой системе, подчиняющейся общебиологическим законам происхождения, развития и функционирования.

Изучение дисциплины должно основываться на полном освоении биологического материала, а также самостоятельной работе студентов по выполнению исследовательских заданий, самоконтроле изучения содержания разделов, подготовке и защите проектов.

Социальная значимость такого рода деятельности будет заключаться в удовлетворении потребностей личности в самореализации и повышении конкурентоспособности выпускников вуза на основе сформированных исследовательских компетенций.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

Основная литература:

1. Безруких, М. М. Возрастная физиология (физиология развития ребенка) : учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. зав. / М. М. Безруких, В. Д. Сонькин, Д. А. Фарбер. – М. : Академия, 2008. – 416 с. (Допущено УМО по специальностям педагогического образования).

2. Кирпичев, В. И. Физиология и гигиена подростка : учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / В. И. Кирпичев. – М. : Академия, 2008. – 208 с. (Рекомендовано УМО).

3. Обреимова Н. И. Основы анатомии, физиологии и гигиены детей и подростков : учебник для студ. высш. пед. учеб. заведений / Н. И. Обреимова, А. С. Петрухин. – М. : Академия, 2007. – 376 с. (Рекомендовано УМО).

4. Сапин, М. Р. Анатомия и физиология детей и подростков : учеб. пособие для студ. пед. вузов / М. Р. Сапин, З. Г. Брыксина – М. : Академия, 2007 – 432 с. (Рекомендовано УМО по специальностям педагогического образования).

Дополнительная литература:

1. Возрастная анатомия, физиология и гигиена : практикум по лаб. занятиям / сост. Н. А. Мельникова, М. В. Лапшина ; Мордов. гос. пед. ин-т. - Саранск, 2013. – 97 с.

2. Лапшина, М. В. Анатомия и физиология нервной и сенсорной систем : учеб. пособие / М. В. Лапшина, О. С. Шубина ; Мордов. гос. пед. ин-т. – Саранск, 2016. – с. 68–107 с.

3. Смирнов, В. М. Нейрофизиология и высшая нервная деятельность детей и подростков : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В. М. Смирнов. – М. : Академия, 2007. – 464 с.

5. Тайрова, М. Р. Анатомия и физиология нервной и сенсорных систем (возрастные особенности) : учеб. пособие / М. Р. Тайрова, Н. В. Громова ; Мордов. гос. пед. ин-т. – Саранск, 2007. – 109 с.

6. Шубина, О. С. Анатомия опорно-двигательного аппарата человека : учеб.-метод. пособие / О. С. Шубина, Л. В. Грызлова ; Мордов. гос. пед. ин-т – Саранск, 2005. – 79 с.

7. Шубина, О. С. Анатомия и физиология : учеб. пособие / О. С. Шубина, Н. А. Мельникова, М. В. Лапшина ; Мордов. гос. пед. ин-т. – Саранск, 2014. – 117 с.

Интернет-ресурсы:

1. Сохранение и укрепление здоровья обучающихся в образовательных организациях и деятельности педагога [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л. А. Акимова. – Электрон. дан. – Оренбург : ОГПУ, 2016. – 276 с. – Режим доступа : https://e.lanbook.com/book/100917 .

2. Акимова, Л. А. Здоровьесберегающие технологии [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Л. А. Акимова. – Электрон. дан. – Оренбург : ОГПУ, 2017. – 247 с. – Режим доступа : https://e.lanbook.com/book/102254 .

3. https://wikiw.life/zdorove/polezno/anatomiya-cheloveka.html – строение и функции человеческого организма.

4. http://www.grandars.ru/college/medicina/valeologiya.html – валеология как наука о здоровье.

ГЛОССАРИЙ

Авитаминоз – это состояние полного отсутствия того или иного витамина (витаминов) в организме, наиболее тяжелая форма витаминной недостаточности.

Автоматия сердца – это свойство сердца самостоятельно ритмически сокращаться и расслабляться (в естественных условиях или изолированного в соответствующих условиях) без внешних побуждающих воздействий. Автоматия сердца обеспечивается эндогенными регуляторами сердца – ритмическими пейсмекерами (водителями ритма) сердца.

Адаптационный синдром – это реакция на повторное и/или длительное действие стрессорных факторов любой природы. Характеризуется максимизацией защитных функций и структур, их реализующих, направленной на преодоление неблагоприятного влияния указанных факторов на здоровье.

Адаптация – это структурно-функциональное приспособление организма в целом и/или составляющих его систем к окружающим условиям. Процесс и его результат. Адаптация предназначена для сохранения организмом своих структур и функций в пределах нормы в изменяющихся условиях среды. Реально адаптация осуществляется одновременно на многих иерархических уровнях организма в целом. Примеры: адаптация организма к высокогорным условиям, адаптация системы кровообращения к физической нагрузке, адаптация зрительной системы к пониженному освещению, адаптация слуховой системы к шуму, социальная адаптация.

Адаптация школьная – процесс приспособления организма школьников к новым условиям жизнедеятельности, новому виду деятельности, новым нагрузкам, связанным с систематическим обучением.

Аккомодация возбудимой структуры – это явление снижения возбудимости структуры (нерва, мышцы) в процессе раздражения, медленно нарастающего по интенсивности. Возбудимая структура «успевает приспособиться» к действию стимула при медленном нарастании его интенсивности. В результате аккомодации воздействие такой формы, даже пороговое по максимальной амплитуде, может не вызвать возбуждение.

Аксон – это длинный неветвящийся отросток (нервное волокно), отходящий от тела нейрона и заканчивающийся терминалями на клетках-мишенях: нейронах, миоцитах, железистых клетках. Участвует в передаче возбуждения от тела нейрона.

Анализатор – это совокупность нейронов, расположенных в разных отделах нервной системы, участвующих в восприятии раздражений, проведении возбуждения и в анализе раздражения. Анализатор вместе с совокупностью специализированных структур (органов чувств), содействующих восприятию информации, называют ***сенсорной системой***. Например,

слуховая система представляет собой совокупность очень сложных взаимодействующих структур, включающую в себя наружное, среднее, внутреннее ухо и совокупность нейронов, называемых анализатором. Часто понятия «анализатор» и «сенсорная система» используют как синонимы. Анализаторы, как и сенсорные системы, классифицируют по качеству (модальности) тех ощущений, в формировании которых они участвуют. Это зрительный, слуховой, вестибулярный, вкусовой, обонятельный, соматосенсорный анализаторы.

Артериальный пульс – это колебания стенки артерий, обусловленные изменениями давления крови и объёма крови в артериях при работе сердца.

Вдох или **инспирация** – это дыхательное движение, осуществляемое аппаратом внешнего дыхания, с целью перемещения атмосферного воздуха (или другой дыхательной смеси газов) из окружающей среды по дыхательным путям в лёгкие.

Витамины – это группа естественных низкомолекулярных органических соединений различной природы, которые в очень небольших количествах необходимы организму для нормального метаболизма и, следовательно, для осуществления функций всех систем. Суточные потребности человека в каждом из витаминов выражаются в микрограммах или миллиграммах. Организм человека не синтезирует витамины или синтезирует их в недостаточных количествах. Поэтому витамины относят к незаменимым пищевым веществам.

Выдох или **экспирация** – это дыхательное движение, осуществляемое аппаратом внешнего дыхания, с целью перемещения по дыхательным путям альвеолярной смеси газов из лёгких в атмосферу или другую окружающую среду.

Гиповитаминоз или витаминная недостаточность – это состояние дефицита (недостатка) одного или нескольких витаминов в организме.

Группа крови – тип крови, различающийся у особей одного вида по иммунологическим признакам: наличию или отсутствию определенных антигенов в эритроцитах и антител в плазме крови.

Гомеостаз – постоянство внутренней среды организма.

Давление крови (кровяное давление) – это давление, которое оказывает кровь на стенки кровеносных сосудов, по которым она движется. Величина кровяного давления определяется силой сердечных сокращений, количеством крови и сопротивлением кровеносных сосудов. Самое высокое давление наблюдается в момент выброса крови в аорту; минимальное – в момент, когда кровь достигает полых вен. Различают верхнее (систолическое) давление и нижнее (диастолическое) давление.

Двигательная единица – простейшая структурно-функциональная единица двигательной системы, представляющая собой мотонейрон вме-

сте с совокупностью мышечных волокон скелетной мышцы, иннервируемых этим мотонейроном.

Дендрит – это ветвящийся отросток нервной клетки (нейрона), воспринимающий сигналы от других нейронов, рецепторных клеток или непосредственно от внешних раздражителей.

Железы – это клетки, совокупности клеток или органы, которые осуществляют секрецию веществ, участвующих в осуществлении функций организма.

Запоминание – удержание материала в памяти. Запоминание – важнейшее условие последующего восстановления вновь приобретенных знаний. Успешность запоминания определяется в первую очередь возможностью включения нового материала в систему осмысленных связей. В зависимости от места процессов запоминания в структуре деятельности различают произвольное и непроизвольное запоминание. Согласно И. П. Павлову, физиологической основой запоминания служит условный рефлекс как акт образования временной связи между стимулом и реакцией. Эти формы памяти и научения называют простыми, чтобы отличать от научения, имеющего произвольный осознанный характер.

Кожный анализатор – это совокупность анатомо-физиологических механизмов, обеспечивающих восприятие, анализ и синтез механических, термических, химических и других раздражений, попадающих из внешней среды на кожу и некоторые слизистые оболочки. Кожный анализатор включает разные виды кожной чувствительности: тактильную, температурную и болевую.

Кровообращение – это движение крови в кровеносной системе, обеспечивающее обмен веществ между всеми тканями организма и внешней средой и поддерживающее постоянство внутренней среды – гомеостаз.

Мышление – это процесс отражения объективной действительности, составляющий высшую ступень человеческого познания, переходящий границы непосредственно-чувственного отражения и позволяющий получать знание о таких объектах, свойствах и отношениях реального мира, которые не могут быть непосредственно восприняты человеком.

Мышление (в физиологии) – сложный вид мозговой деятельности, основанный на физиологических процессах.

Научение – приобретение знаний, умений и навыков. В отличие от педагогических понятий обучения, образования и воспитания, термин «научение» применяется преимущественно в психологии поведения и охватывает широкий круг процессов формирования индивидуального опыта. К научению относятся такие явления, как привыкание, запечатление, образование простейших условных рефлексов, сложных двигательных и речевых навыков, реакций сенсорного различения и, наконец, так

называемое разумное научение у человека.

Память – это способность к воспроизведению прошлого опыта, одно из основных свойств нервной системы, выражающееся в способности длительно хранить информацию о событиях внешнего мира и реакциях организма и многократно вводить её в сферу сознания и поведения.

Пищеварительные ферменты – это ферменты, вырабатываемые органами пищеварительной системы и осуществляющие расщепление пищи в процессе пищеварения; относятся к классу гидролаз, специфичных в отношении типа расщепляемой связи.

Работоспособность физическая – потенциальная способность человека выполнить в течение заданного времени максимально возможное количество физической работы за счет значительной активации нервно-мышечной системы.

Работоспособность умственная – потенциальная способность человека выполнить в течение заданного времени с максимальной эффективностью определенное количество интеллектуальной работы, требующей значительной активации нервно-психической сферы работающего.

Речь, речевая деятельность – это способ общения, опосредствованный языком, один из видов коммуникативной деятельности человека. Речь возникла в коллективе как средство координации совместной трудовой деятельности и как одна из форм проявления возникающего сознания. Речевые средства в этом процессе постепенно потеряли свой «естественный» характер и стали системой искусственных сигналов.

Скелет человека – объемно-пространственная структура, состоящая из соединенных между собой костей. Различают неподвижное, полуподвижное и подвижное (сустав) соединения костей. Скелет подразделяют на отделы: скелет черепа, скелет туловища, скелет верхних и скелет нижних конечностей.

Скелетные (соматические) мышцы человека – это мышцы, как правило, прикрепленные к определенной части скелета и позволяющие удерживать и перемещать тело в пространстве, осуществлять дыхательные, глотательные и мимические движения. Все скелетные мышцы по топографо-анатомическому принципу могут быть разделены на мышцы головы, шеи, туловища, верхних конечностей и нижних конечностей. В каждом из отделов, в свою очередь, выделяют отдельные ***мышечные группы***. Например, среди мышц верхней конечности различают мышцы плечевого пояса, плеча, предплечья и кисти.

Спинномозговые рефлексы – это рефлексы, центры которых расположены в спинном мозге. Различают соматические (двигательные), относящиеся к деятельности скелетной мускулатуры туловища и конечностей, и вегетативные, относящиеся к деятельности мускулатуры сосудов и внутренних органов спинномозговые рефлексы. В зависимости от строе-

ния рефлекторных дуг могут быть моносинаптическими или полисинаптическими.

Типы высшей нервной деятельности (ВНД) – совокупность врожденных (генотип) и приобретенных (фенотип) свойств нервной системы, определяющих характер взаимодействия организма с окружающей средой и находящих свое отражение во всех функциях организма.

Торможение – это активный нервный процесс, приводящий к угнетению или предупреждению возбуждения. В зависимости от локализации тормозного процесса различают периферическое торможение, осуществляемое непосредственно в синапсах на мышечных и железистых элементах, и центральное, реализуемое в пределах центральной нервной системы. К видам центрального торможения, обеспечивающим дифференцировку условно рефлекторной деятельности, относятся безусловное (внешнее) и условное (внутреннее) торможения условных рефлексов.

Физическое развитие – это процесс изменения, а также совокупность морфологических и функциональных свойств организма.

Школьная зрелость – это готовность ребенка к систематическому обучению в школе, уровень морфологического, функционального и психического развития ребенка, при котором требования систематического обучения не будут чрезмерными и не приведут к нарушению здоровья ребенка.

Учебное электронное издание

ЛАПШИНА Марина Вениаминовна

ВОЗРАСТНАЯ АНАТОМИЯ,
ФИЗИОЛОГИЯ И ГИГИЕНА

Учебно-методическое пособие

Редактор и корректор *Н. Ф. Голованова*
Компьютерная верстка *М. В. Лапшиной*
Дизайн обложки *Т. В. Мадякиной*

Объем 1,85 Мб. Тираж 100 экз. Заказ № 98.

ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический институт
имени М. Е. Евсевьева»
Редакционно-издательский центр
430007, г. Саранск, ул. Студенческая, 11 а
Тел.: (8342) 33-94-96; e-mail: rio@mordgpi.ru