

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ГОУ ВПО «АДЫГЕЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

А.А. Псеунок

ВОЗРАСТНАЯ АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ

(лекции)

МАЙКОП - 2008

УДК 612. 17 (4-053)

ББК 57.31

П86

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Адыгейского государственного университета

Отв. редактор: **Ф.Г. Ситдиков**, доктор биологических наук,
профессор, зав. кафедрой анатомии и физиологии
человека и охраны детства ТГГПУ

Рецензенты: **Т.И. Джандарова**, доктор биологических наук,
профессор Ставропольского госуниверситета

А.Р. Тугуз, доктор биологических наук, профессор АГУ

Псеунок А.А., д.б.н.

П86 Возрастная анатомия и физиология (лекции). – Майкоп: Изд-во
АГУ, 2008, - 268 с.

В пособии представлены морфофункциональные особенности ребенка на разных этапах возрастного развития. Книга иллюстрирована большим количеством рисунков, таблиц, облегчающих усвоение материала, предложены вопросы для самоконтроля

Пособие предназначено для студентов высших учебных заведений, учителей школ, научных работников.

© А.А. Псеунок, 2008

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ТЕМА 1. Организм и его уровни организации.....	6
ТЕМА 2. Общие закономерности роста и развития организма.....	16
ТЕМА 3. Опорно-двигательная система.....	26
ТЕМА 4. Мышечная система (миология).....	48
ТЕМА 5. Нервная система, строение и функции.....	62
ТЕМА 6. Анатомия и физиология центральной нервной системы. Высшая нервная деятельность. Условные рефлексy.....	73
ТЕМА 7. Физиологические основы психических функций человека	104
ТЕМА 8. Физиологические основы целенаправленного поведения человека.....	114
ТЕМА 9. Сенсорные системы (вкусовой, обонятельный, тактиль- ный анализаторы).....	121
ТЕМА 10. Вестибулярная сенсорная система.....	133
ТЕМА 11. Зрительная сенсорная система.....	140
ТЕМА 12. Физиология адаптации.....	149
ТЕМА 13. Кровь.....	160
ТЕМА 14. Сердечно-сосудистая система.....	166
ТЕМА 15. Пищеварительная система.....	180
ТЕМА 16. Дыхательная система.....	202
ТЕМА 17. Мочеполовая система.....	217
ТЕМА 18. Общая характеристика желез внутренней секреции и их возрастные особенности.....	226
ТЕМА 19. Лимфатическая система.....	251
ТЕМА 20. Иммунная система.....	256
ЛИТЕРАТУРА	266

ВВЕДЕНИЕ

Анатомия человека – это наука о формах и строении, происхождении и развитии человеческого организма. Анатомия изучает внешние формы и пропорции тела человека, его частей, отдельные органы, их конституцию, микроскопическое и ультрамикроскопическое строение. Анатомия рассматривает строение тела человека, его органов в различные периоды жизни – от внутриутробного состояния и до старческого возраста, исследует особенности организма в условиях воздействия внешней среды.

Физиология изучает функции живого организма, его органов и систем, клеток и клеточных структур, процессы их жизнедеятельности. Она исследует функциональные взаимосвязи в теле человека в различные возрастные периоды и в условиях меняющейся внешней среды. Необходимо отметить, что невозможно понять функции организма без знания строения тела человека, его анатомии. Также нельзя представить себе все особенности, закономерности его развития без изучения функций. Прогресс анатомии и физиологии как наук связан с развитием молекулярной биологии, генетики, физики, химии (биохимии).

Анатомия и физиология человека являются основой для изучения ряда других биологических дисциплин: антропологии, гистологии (от греч. *histos* – ткань), цитологии (от греч. *kytos* – клетка), эмбриологии (от греч. *embryon* – зародыш). Все эти дисциплины в различное время сформировались в недрах анатомии, а затем отделились от нее благодаря появлению и усовершенствованию новых методов исследований (гистологического, биохимического, хирургического, электрофизиологического, световой и электронной микроскопии и др.).

Анатомия и физиология тесно связаны между собой, потому что любое структурное преобразование органов и систем (морфогенез) в процессе онтогенеза обязательно приведет к изменению функций, к усложнению характера взаимодействия организма с внешней средой. В результате организм становится более устойчив к постоянно меняющимся ее факторам, особенно неблагоприятным. Это означает, что организм лучше приспособляется к новым изменениям.

Возрастная физиология изучает особенности жизнедеятельности организма в различные периоды онтогенеза (от греч. *ontos* – существо, особь; *genesis* – развитие, происхождение; индивидуальное развитие особи с момента зарождения в виде оплодотворенной яйцеклетки до смерти), функции организма в целом, его органов и систем.

Эффективность воспитания и обучения находится в тесной зависимости от того, в какой мере учитываются анатомо-физиологические

особенности детей и подростков. Особого внимания заслуживают те стадии развития, для которых характерна наибольшая восприимчивость к воздействиям тех или иных факторов, а также периоды повышенной чувствительности и пониженной сопротивляемости организма.

Взаимодействие организма с образовательной средой изучает школьная гигиена. Ее цель – разработка соответствующих нормативов и требований, направленных на охрану и укрепление здоровья учащихся. Гигиена дает педагогике научно обоснованные рекомендации по организации учебно-воспитательного процесса, режиму дня и отдыха учащихся.

Задача настоящего курса – вооружить студентов, будущих учителей, современными знаниями о возрастных особенностях развивающегося организма и закономерностях, лежащих в основе сохранения и укрепления здоровья детей и подростков.

Школьная гигиена, прежде всего, исходит из задач коллектива в целом, не всегда учитывая индивидуальные особенности ребенка. Но, тем не менее, изучение организма гигиенистами проводится дифференцированно, при этом выделяют три уровня здоровья ребенка:

1. Общий уровень, когда определяются гигиенические требования жизнедеятельности организма для практически здоровых детей и учитываются возрастные периоды.

2. Особенный уровень, когда в пределах одной возрастно-половой группы учитывается уровень здоровья ребенка, и с его учетом определяются гигиенические нормы жизнедеятельности для каждой определенной группы здоровья. При этом гигиенисты выделяют среди детей следующие уровни здоровья:

- а) практически здоровые дети (10-14 %);
- б) дети с некоторыми функциональными или морфологическими отклонениями (40-45 %);
- в) хронически больные дети, но дееспособные (40-45 %);
- г) хронически больные дети, но не способные к труду (3-6 %);
- д) инвалиды (7 %).

Чтобы определить соответствующий уровень здоровья для каждого конкретного ребенка, педагог и врач-гигиенист должны изучить историю болезни, индивидуальную медицинскую карточку.

3. Индивидуальные и рабочие возможности каждого конкретного ребенка.

Далее предлагаются тематические лекции, которые рассматриваются в данном курсе.

ТЕМА 1. ОРГАНИЗМ И ЕГО УРОВНИ ОРГАНИЗАЦИИ

ПЛАН

1. Понятие об организме и уровнях организации. Основные свойства организма.
2. Понятие функциональной системы по П.К. Анохину. Системный принцип регуляции физиологических функций.
3. Диалектико-материалистические основы физиологии. Физиологическая функция.

1. Понятие об организме и уровнях организации. Основные свойства организма

Организм (от лат. *organizo* – устраиваю, придаю стройный вид) – сложная, динамическая, замкнутая, саморегулирующая система. С другой стороны, с позиции обмена веществ, **организм** - это открытая система, так как вне связи с внешней средой он не может существовать.

Организм состоит из множества клеток, функционально взаимосвязанных тканей, органов. На любое воздействие из окружающей среды организм реагирует как единое целое.

Основой жизнедеятельности организма являются:

- обмен веществ;
- движение;
- размножение.

Основные свойства организма:

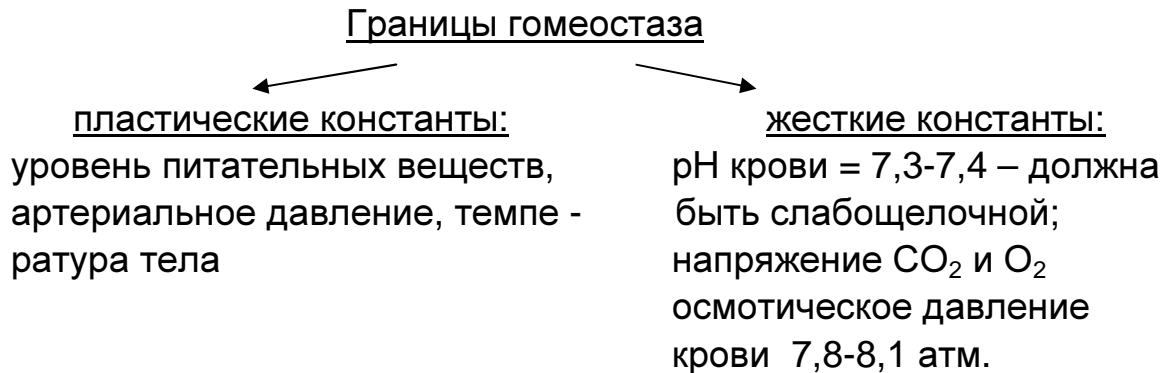
- саморегуляция;
- гомеостаз;
- адаптация;
- биологическая надежность;
- иммунологическая реактивность (выработка антител).

Саморегуляция – это свойство организма, которое позволяет осуществлять адаптивные реакции при сохранении динамического постоянства его внутренней среды. Системы саморегуляций действуют не только на уровне организма, но и на уровне клеток. Организм является суммой составляющих его клеток, и оптимальное функционирование организма как целого зависит от оптимального функционирования образующих его частей.

Гомеостаз (от греч. *homoios* – подобный, сходный, и *stasis* – стояние, неподвижность) – это способность сохранять относительное постоянство состава внутренней среды и свойств организма.

Учение о гомеостазе было предложено французским физиологом Клодом Бернаром в 1878 г., а сам термин был введен в 1932 г. американским физиологом Уолтером Кэнноном. Постоянство внутренней среды организма поддерживается нервным и гуморальным механизмами, а также непрерывной работой внутренних органов.

Физико-химические и физиологические процессы поддержания гомеостаза на клеточном уровне направлены на устранение или существенное изменение возмущающих влияний внешней и внутренней среды.



Пластические константы могут отклоняться от гомеостатического уровня на некоторое время. Температура тела равна 36,6° – 37°С, однако, человек может выносить и температуру 40° – 42°С.

Жесткие константы не могут отклоняться от нормы, так как это вызовет необратимые явления и смерть.

Верхние и нижние границы гомеостаза носят динамический характер.

С возрастом, по мере роста и развития ребенка, а также в процессе его закаливания, трудовой и спортивной деятельности, границы гомеостаза изменяются, и это делает организм устойчивым к неблагоприятным воздействиям окружающей среды.

Адаптация (от лат. *adaptatio* – приспособление) – это эффективная деятельность организма к воздействию факторов внешней среды. В адаптации можно выделить две тенденции: с одной стороны – отчетливые изменения, затрагивающие в той или иной мере все системы организма, с другой – сохранение гомеостаза, перевод организма на новый уровень функционирования при поддержании динамического равновесия.

Согласно представлениям П.К. Анохина, адаптацию следует рассматривать как формирование новой функциональной системы, в которой заложен приспособительный эффект.

Механизмы адаптации

Срочные. Эволюционно механизмы адаптации генетически выработаны и параллельно заключены в каждом индивидууме и проявляются с первых дней жизни ребенка. Организм ребенка приспособляется к колебаниям окружающей среды и другим, постоянно меняющимся факторам, благодаря готовым генетическим программам. Любое изменение окружающей или внутренней среды организма воспринимается соответствующими рецепторами, например, термо-баромеханорецепторами. Информация передается в центральную нервную систему (ЦНС), а затем к исполнительным внутренним органам (вегетативная регуляция), работа которых перестраивается в направлении сохранения гомеостаза.

Кратковременные. Вырабатываются в процессе онтогенеза многократным включением механизмов краткосрочной адаптации. Тренировка, закаливание организма имеют большое значение для выработки механизмов кратковременной адаптации. Организм более устойчив к изменениям окружающей среды: ослабевает первоначальная сила раздражителя – повышается порог чувствительности.

Биологическая надежность – это способность организма переносить отрицательные факторы внешней среды.

Биологическая надежность обеспечивается рядом принципов:

1. Принцип избыточности обеспечивается наличием большего числа элементов, чем требуется для реализации функции.

2. Принцип функции резерва – способность организма или функции системы иметь несколько уровней функционирования (от базального до аварийного). Благодаря этому орган или система органов переходит из состояния покоя к определенной функциональной деятельности. В случае необходимости ее уровень может быть повышен организмом с целью адаптации к той или иной ситуации (например, частота сердечных сокращений (ЧСС) – 74 удара в минуту в покое, а при физической нагрузке она достигает 200 ударов в минуту – это и есть функциональный резерв).

3. Принцип периодичности функционирования. Например, в легких происходит постоянная смена вентилируемых альвеол, в почках – функционирование нефронов, в головном мозге – функционирование возбуждающих нервных клеток и нервных центров.

4. Принцип взаимозаменяемости и замещения. В случае отказа или повреждения какой-либо функции ее роль берут на себя другие элементы организма, или же он начинает работать в новом режиме, чтобы не нарушались гомеостаз и процессы жизнедеятельности.

5. Принцип дублирования связан с наличием парных органов (легкие, почки). Он проявляется в системах регулирования. Например, в головном мозге существует множество нервных клеток, образующих одинаковые нервные волокна, которые выполняют одинаковую функцию.

Один и тот же эффект может быть достигнут разными путями регулирования. Например, ЧСС под влиянием симпатической нервной системы увеличивается, а под влиянием парасимпатической – уменьшается. Но, с другой стороны, регуляция сердца может быть изменена за счет, например, в случае повышения тонуса центра симпатической регуляции, тогда работа сердца усиливается, а в случае снижения тонуса, в состоянии эмоционального и мышечного покоя, работа замедляется.

6. Принцип смещения в ряду сопряженных функций обеспечивает достижение приспособительного результата при нарушении одной из функций за счет активизации другой. Например, при нарушении внешнего дыхания и поступлении кислорода в кровь активизируется образование эритроцитов, изменение функции кровообращения, вследствие чего доставка кислорода к тканям не страдает.

7. Принцип усиления. Для получения регуляторного эффекта необходимо посылать большое количество сигналов или же небольшое количество гормонов, что вызывает изменение функций. Организм стремится повысить свою надежность различными способами:

а) путем усиления регенеративных процессов, восстанавливающих погибшие клетки;

б) разделением клеток на резервные и дежурные, по мере нарастания функции включаются резервные клетки;

в) использованием охранительного торможения;

г) достижением одного и того же результата разными поведенческими реакциями.

Иммунологическая реактивность – свойство живой системы реагировать выработкой антител на воздействие внешней среды.

Уровни организации организма

Организм – это целостная, структурно-функциональная система, обладающая различными уровнями организации.

Уровень организации – это результат адаптациогенеза. В органическом мире различают организмы с протоплазматическим уровнем организации – это одноклеточные организмы, и организмы многоклеточные, включающие в себя клеточный, тканевый, органнй, системный, организменный уровни.

2. Понятие функциональной системы по П.К. Анохину. Системный принцип регуляции физиологических функций

Впервые понятие о функциональной системе разработал физиолог П.К. Анохин.

Функциональная система – это совокупность органов и тканей, принадлежащих к различным анатомо-физиологическим образованиям, но обеспечивающих определенную форму приспособленной деятельности организма. Конечной целью работы функциональной системы является поддержание в организме гомеостаза.

Функциональная система – это не анатомическое образование, а временная совокупность различных нервных центров и периферических органов, объединенных в единое целое полезным для организма результатом, необходимым подбором органов и регулирующих их деятельность нервных центров, которые эта система создает.

Петр Кузьмич Анохин – основатель системного подхода к изучению организма. Он первый обратил внимание на то, что все системы объединены в организме в единую целостную систему. Это необходимо для того, чтобы организм мог достигнуть полезных приспособительных результатов, среди которых различают следующие:

- показатель гомеостаза;
- полезный результат поведенческой деятельности, который бы удовлетворял следующие биологические потребности: пищевые, оборонительные, половые;
- результат социальной деятельности, который бы удовлетворял социальные потребности или идеальные потребности человека.

При получении гомеостатического результата подключаются все физиологические системы, а нервная система координирует их работу. В ней происходит интеграция информации, поступающей от различных раздражителей. Нервная система получает информацию о состоянии гомеостатических параметров и путем ее интеграции создается программа по достижению полезного результата. На основе этой программы изменяется деятельность всех физиологических систем, работа эндокринных желез, характер энергетических и пластических процессов в клетке.

Все эти изменения направлены на достижение полезного приспособительного результата.

Любое отклонение гомеостатического показателя от нормы улавливается соответствующими рецепторами, в результате чего формируется электрический импульс, который передается в центральную

нервную систему (ЦНС) по афферентным нервным волокнам. В ЦНС происходит оценка полученного результата, и если он достигнут, то оттуда к исполнительным органам поступает нервный импульс.

Любое отклонение гомеостаза от нормы изменяет интенсивность обменных процессов, в крови накапливаются обменные продукты. Усиливается гуморальное воздействие на нервные механизмы. В результате изменяется уровень работы всех систем организма, и, как следствие, изменяются обменные процессы.

Рецепторы – это основной узел саморегуляций, потому что возникновение любой потребности в организме, прежде всего, вызывает возбуждение в рецепторах, расположенных в сердце, сосудах и т.д.

Рецепторы низкопороговые реагируют на сенсорные раздражители (прикосновение), высокопороговые – на сверхсильные, разрушающие раздражители (болевые реакции).

Общая схема функциональной системы

Согласно учению П.К. Анохина, организм в целом и любая функциональная система есть замкнутая саморегулирующаяся система (рис.1.1).

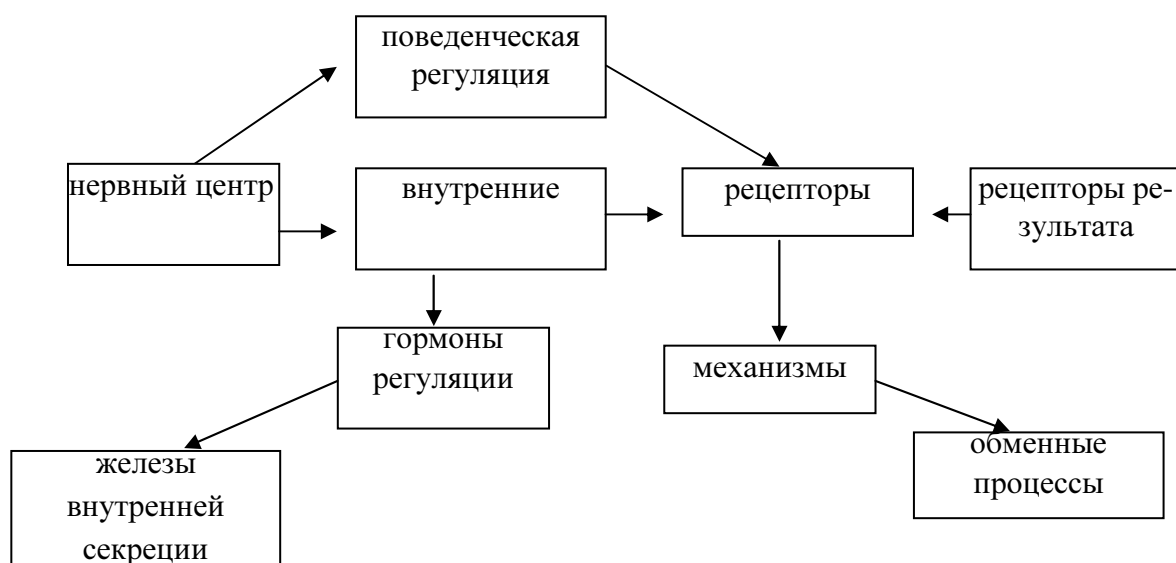


Рис. 1.1. Схема центральной структуры поведенческого акта по П.К. Анохину

В организме непрерывно идет обмен веществ, поэтому различные показатели внутренней среды могут постоянно отклоняться от нормы, т.е. от гомеостатического уровня. А быстрота восстановления этих показателей и норма определяются скоростью саморегуляции

каждой функции. Если жесткая константа гомеостаза отклоняется от нормы, это приводит к быстрому включению организма к саморегуляции. Если изменяется пластическая константа, то механизмы саморегуляции долго не включаются, и процессы жизнедеятельности не нарушаются.

Поведение с позиции теории функциональных систем рассматривается как приспособительный акт любой степени сложности, в основе которого лежат следующие процессы:

1. В организме идут обменные процессы, которые оказывают свое влияние на результаты показателей внутренней среды организма. Они отклоняются от нормы.

2. Результаты – различные показатели внутренней среды организма: артериальное давление (АД), осмотическое давление, рН среды. При отклонении показателей результата от нормы в организме возникает потребность в правильном результате, и возбуждаются рецепторы, которые ответственны за нормальный уровень строго определенного результата.

3. Рецепторы результата – барорецепторы в стенках сосудов улавливают изменения АД или внешней среды. Хеморецепторы улавливают изменения концентрации кислорода, углекислого газа и химических веществ. Температурные рецепторы улавливают изменение температуры тела.

Любое отклонение результата деятельности (сердечно-сосудистой системы, пищеварительной и т.д.) от нормы вызывает возбуждение в рецепторах, формируется электрический потенциал, который в виде волны возбуждения передается по нервным волокнам в ЦНС, где принимается решение целенаправленного поведения всех органов и систем, чтобы вернуть отклонившийся результат в норму.

4. Центральная нервная система. Импульс возбуждения поступает в отдел промежуточного мозга – гипоталамус, далее в кору головного мозга. После чего формируются поведенческие реакции в организме на данную ситуацию, которые направлены на удовлетворение возникшей биологической потребности.

Гипоталамус регулирует работу всех внутренних органов и желез внутренней секреции. Эта работа также перестраивается на удовлетворение возникшей биологической потребности.

Все изменения направлены на то, чтобы вернуть отклонившийся показатель результата к нормальному уровню, т.е. восстановить необходимый уровень обмена веществ в организме. При этом идет их перераспределение в организме, выход крови и питательных веществ из депо, а также поиск некоторых других веществ во внешней среде.

5. Как только показатель результата возвращается к норме, это улавливается рецепторами, и процессы возбуждения прекращаются. Таким образом, процессы саморегуляции в сложной системе, каковой является организм, совершаются автоматически.

3. Диалектико-материалистические основы физиологии. Физиологическая функция

Позиция материалиста в физиологии и медицине связана с двумя главными положениями: во-первых, с признанием объективного характера изучаемых функций, т.е. существованием их вне нашего сознания; во-вторых, с признанием познаваемости всех, в том числе психофизиологических функций. Диалектическая позиция предусматривает познание функций организма в движении, развитии, взаимосвязи друг с другом, их соподчинении.

Методологические принципы в физиологии

- **Принцип целостности:** организм во взаимосвязи со средой выступает как целостный единый объект. Организм характеризуется большой активностью целого по отношению к частям, подчинением частей целому; при этом часть может существовать только в составе целостного организма. Целостность организма формируется деятельностью ряда физиологических систем: нервной, эндокринной, иммунной, кровообращением. Ведущую роль при этом играет нервная система.

Нервизм- направление в физиологии и медицине, которое признает за нервной системой главную роль в регуляции процессов жизнедеятельности организма в норме и патологии.

Единство организма и внешней среды - научная разработка этой проблемы началась в теории дарвинизма, в частности, в ее положении о преобразующей роли внешней среды в происхождении и развитии видов. И.М. Сеченов не только подчеркивал важную роль внешней среды, но и был первым, кто ввел категорию «внешняя среда» в категорию жизни.

- **Принципы эволюции функций** - закономерности изменения функций в эволюционном процессе:

• **принцип мультифункциональности.** В процессе эволюции увеличивается количество функций разных органов (у миксин почки выполняют функцию регуляции обмена жидкости, у миног добавляется функция осморегуляции, у высших позвоночных – инкреторная и метаболическая функции);

- **принцип интенсификации функций.** Например, функции фильтрации и реабсорбции на 1 г почек у млекопитающих в 10-100 раз выше, чем у низших позвоночных;

- **принцип смены функции.** Например, кроветворная функция почек у рыб сменяется функцией регуляции кроветворения у высших позвоночных;

- **принцип надстройки функции.** Новые функции не изменяются, а наслаиваются на старые, подчиняя их. Например, помимо осморазведения мочи у млекопитающих и птиц развивается (и становится доминирующей) функция осмоконцентрации мочи. Это связано с надстройкой новой структуры – мозгового вещества почек.

- **Детерминизм** – учение о всеобщей связи и обусловленности объективных явлений.

- Выделены разные связи: жесткие причинно-следственные (ценные, разветвленные, сетчатые), обратные (отрицательные и положительные), связи отражения с образованием памяти, связи взаимодействия, связи субординации и др.

- Принцип причинности является ядром детерминизма и лежит в основе всех форм детерминирования.

- Введено понятие «полная причина», состоящее из специализирующей причины (фактора, который вызывает специфические свойства следствия), внешних и внутренних условий, которые способствуют реализации причинного фактора, пускового фактора (повода, т.е. внутреннего или внешнего фактора, который определяет время возникновения следствия под влиянием совокупных условий).

- Сложный характер полной причины создает вероятностный характер причинно-следственных отношений.

- **Системный подход в физиологии** – системность является всеобщим и неотъемлемым свойством материи. Она характеризует преобладание организованности над хаотичностью. Свойства и функции системы не являются суммой свойств и функций ее элементов. При деятельности системы всегда возникают системные свойства, которые отсутствуют у элементарной системы. С другой стороны, включаясь в новую систему, элемент приобретает новые свойства, отсутствующие у него в изолированном состоянии или при функционировании в старой системе. Совокупность устойчивых отношений и связей между элементами называется структурной системой. Качество системы определяется элементами (их природой свойствами, количеством), и структурой, т.е. связью, взаимодействием элементов.

Физиологическая функция

1. Функция. Специфическая жизнедеятельность клеток, тканей, органов, организма в целом, проявляющаяся как физиологический процесс или совокупность процессов, называется функцией. Функциональные изменения направлены на сохранение живой системы и ее адаптацию.

2. Параметры им норма функции

- норма функции является объективной категорией. Ее механизмы генетически детерминированы, и по наследству передается определенная норма физиологических реакций. Но генотип определяет норму реакции лишь как возможность ее проявления. Генотип реализуется в определенных условиях внешней среды – так возникает конкретная индивидуальная норма.

- параметры нормы представляют собой количественную характеристику функции. В физиологии и медицине нормативы должны, с одной стороны, наиболее полно отражать многообразие индивидуальной нормы, с другой стороны, при полном охвате индивидуальных различий часть больных попадает в зону нормы. Поэтому обычно выделяют интервал нормы, в который укладываются показатели 95% здоровых людей. Нормативы разрабатываются для как можно более однородной совокупности людей, что уменьшает разброс индивидуальных показателей.

3. Взаимоотношение функций и структуры, их единство.

- Структура - это совокупность устойчивых связей элементов системы, обеспечивающей ее целостность при разных внешних и внутренних изменениях.

- Функциональные изменения при этом можно рассматривать как выражение внутренних перестроек структуры живого. Структура и функция составляют динамическое единство.

Вопросы для самоконтроля

1. Дать понятие «организм». Перечислить основные свойства организма и уровни организации
2. Дать понятие функциональной системы по П.К. Анохину.
3. В чем заключается системный принцип регуляции физиологических функций.
4. Расскажите о диалектико-материалистических основах физиологии.
5. Дать понятие физиологической функции.

ТЕМА 2. ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ ОРГАНИЗМА

ПЛАН

1. Понятие роста и развития.
2. Общие закономерности роста и развития.
3. Состояние и здоровья детей и подростков и пути его укрепления средствами физического воспитания.
4. Этапы развития ребенка.
5. Факторы, влияющие на рост и развитие.

1. Понятие роста и развития

Рост и развитие обычно употребляются как понятия тождественные, неразрывно связанные между собой. Между тем биологическая природа этих процессов различна, различны их механизмы и последствия.

Рост – реализация естественной потребности организма в достижении взрослого состояния, когда делается возможным продолжение рода. Задержка роста при неблагоприятных условиях среды в один период жизни (болезнь, недостаток питания) сменяется ускорением роста при улучшении экзогенных условий в другой период. Это явление саморегуляции называется гомеорезисом. К экзогенным факторам, оказывающим влияние на рост и развитие организма, относятся социально-экономические, психологические, климатические, экологические.

Развитие – это сложный процесс, состоящий из трех функций: роста; дифференцировки (когда клетки приобретают специфическую структуру – например, мышечную, нервную, т.е. приобретают признаки для данных клеток) и формообразования.

Различают физическое развитие и соматическое – уровень половой зрелости, которая определяется по явлению вторичных половых признаков и по степени их развития. Процессы роста и развития организма начинаются со слияния двух половых клеток и продолжают после рождения ребенка. Их окончательное формообразование заканчивается к 22 годам. Соматическое развитие протекает гетерохронно (неравномерно), когда периоды интенсивного роста сменяются периодами дифференцировки.

Взаимосвязь роста и развития проявляется, в частности, в том, что определенные стадии развития могут наступать только при достижении определенных размеров тела. Так, половое созревание у девочек может наступить только тогда, когда масса тела достигнет определенной величины (для представителей Европейской расы это около 48 кг.). активные ростовые процессы также не могут продолжаться на одной и той же стадии развития бесконечно.

Дифференцировочные процессы, или дифференцировка, - это появление специализированных структур нового качества из мало специализированных клеток – предшественниц.

2. Общие закономерности роста и развития

Гетерохронный характер развития организма выдвигает много медико-биологических и педагогических проблем. Прежде всего, необходимо знать критические периоды в онтогенезе ребенка, и возникает синдром школьной дезадаптации, когда он быстрее утомляется, теряет интерес к занятиям на фоне плохого самочувствия и здоровья. Как правило, это происходит в периоды интенсивных скачков роста длины и массы тела, наблюдается резкое отставание развития внутренних органов от общего развития. Сердце отстает в своем развитии от бурного соматического развития, а сосуды отстают от развития сердца. Это особенно усиливается на фоне пубертатного периода – у девочек в 11, у мальчиков в 12 лет. В этот период длина и масса тела увеличивается значительно. У девочек масса тела растет за счет увеличения жировой ткани, а у мальчиков – массы мышц. Мужской половой гормон – тестостерон способствует гипертрофии мышечной и увеличению костной ткани. Объясняя гетерохронность, П.К. Анохин исходил из концепции избирательного и ускоренного созревании тех структур, которые обеспечивают выживаемость организма. Например, мозг плода интенсивно развивается на 2-10 недели беременности, сердце на 3-7, пищеварительные органы – на 10-12. Если избирательность развития нарушена, то плод оказывается не жизнеспособным.

Понятие о «скачке роста». В тех случаях, когда во множестве различных тканей организма одновременно наблюдаются ростовые процессы, отмечаются феномены так называемых «скачков роста». В первую очередь это проявляется в резком увеличении продольных размеров тела за счет увеличения длины туловища и конечностей. В постнатальном онтогенезе человека такие «скачки» наиболее ярко выражены в первый год жизни (1,5-кратное увеличение длины и 3–4-кратное увеличение массы тела за год, рост преимущественно за счет удлинения туловища), в возрасте 5-6 лет (так называемые «полуростовый скачок», в результате которого ребенок достигает примерно 70% длины тела взрослого, рост преимущественно за счет удлинения конечностей), а также в 13-15 лет (пубертатный скачок роста как за счет удлинения туловища, так и за счет удлинения конечностей).

Впервые о скачке роста стало известно из исследований графа Ф.де Монбейяра, который в 1759-1777 гг. наблюдал за развитием

своего сына, взвешивая его каждые полгода. Эти результаты были впервые опубликованы Бюффеном в приложении к его «Естественной истории». На рисунке 1 хорошо видно резкое увеличение скорости роста в период от 12 до 16 лет (пубертатный скачок), а также замедление снижения скорости ростовых процессов в период от 6 до 8 лет (полуростовой скачок).

В результате каждого скачка роста существенно меняются пропорции тела, все более приближаясь к взрослым. Кроме того, количественные изменения, выражающиеся в увеличении длины тела и изменении его пропорций, обязательно сопровождаются качественными изменениями функционирования важнейших физиологических систем, которые должны «настроиться» на работу в условиях новой морфологической ситуации.

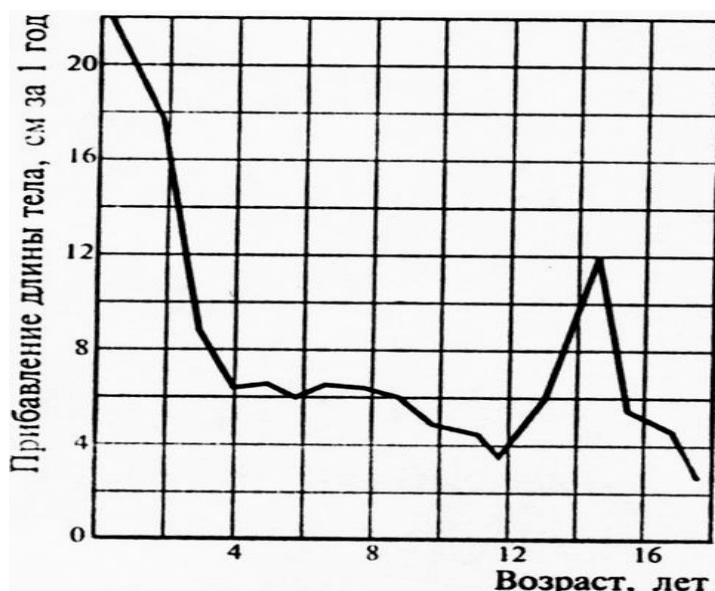


Рис. 2.1. Изменение темпов роста

Системогенез – не равномерное созревание функциональных систем и структур их составляющих. Различают пренатальный (дородовой) и постнатальный этапы развития. В пренатальном периоде различные функциональные системы закладываются и созревают не одновременно. Закладываются те, которые обеспечивают выживаемость организма после рождения. В пределах одной функциональной системы также не все структуры созревают одновременно. Например, в пищеварительной системе в первую очередь созревают те из них, которые обеспечивают акт глотания и сосания.

Ребенок до рождения должен иметь готовый запас избирательно созревших функциональных систем, чтобы после рождения приспособиться к новым условиям. Другие функциональные системы находятся

в состоянии неполной или недостаточной зрелости. Те функциональные системы, которые поддерживают гомеостаз, дыхание, кровообращение, пищеварение, созревают очень рано.

После рождения ребенка происходит дозревание одних функциональных систем и формирование тех, которые находились в состоянии неполной зрелости. При этом каждая функциональная система проходит следующие этапы:

1) она включает в свою работу те звенья, которые созрели на текущий момент;

2) включаются дополнительные структуры по мере роста и развития организма;

3) система начинает функционировать, то есть она обогащается за счет приобретенных функций. Важно приобретение индивидуального опыта, что обеспечивает сложные поведенческие акты.

Половой диморфизм – это наличие у одного биологического вида двух различных форм (мужской и женской) является общей закономерностью. В детском и подростковом возрасте половой диморфизм наиболее выражен в период половой зрелости и связан с различиями половых признаков.

Мальчики при рождении имеют более высокие антропометрические показатели, процесс роста у них заканчивается на 1-3 года позднее. Длина тела у мужчин в среднем на 8-11 см больше, чем у женщин. Причина заключается в развитии генетических программ, определяющих разную скорость в онтогенезе. Из этой картины выпадает только период полового созревания. В связи с тем, что у девочек пубертатный период и пубертатный скачок роста наступает на 2-3 года раньше, чем у мальчиков, антропометрические показатели у них в этот период более высокие.

Акселерация (от лат. acceleration – ускорение) – ускоренное физическое, половое и психическое развитие. Оно проявлялось в том, что дети значительно опережали своих родителей в соответствующем возрасте по длине и массе тела, а также раньше достигали уровня половой зрелости. В период с 1960 по 1990 годы было проведено огромное число исследований с целью выявить сам факт акселерации роста и развития, а также попытаться дать ему рациональное объяснение. Об ускорении физического развития людей, в частности, о раннем созревании детей впервые сообщил английский антрополог Джеймс Гент в 1869 году. Позже в 1935 году Е.М.Кох назвал это явление акселерацией.

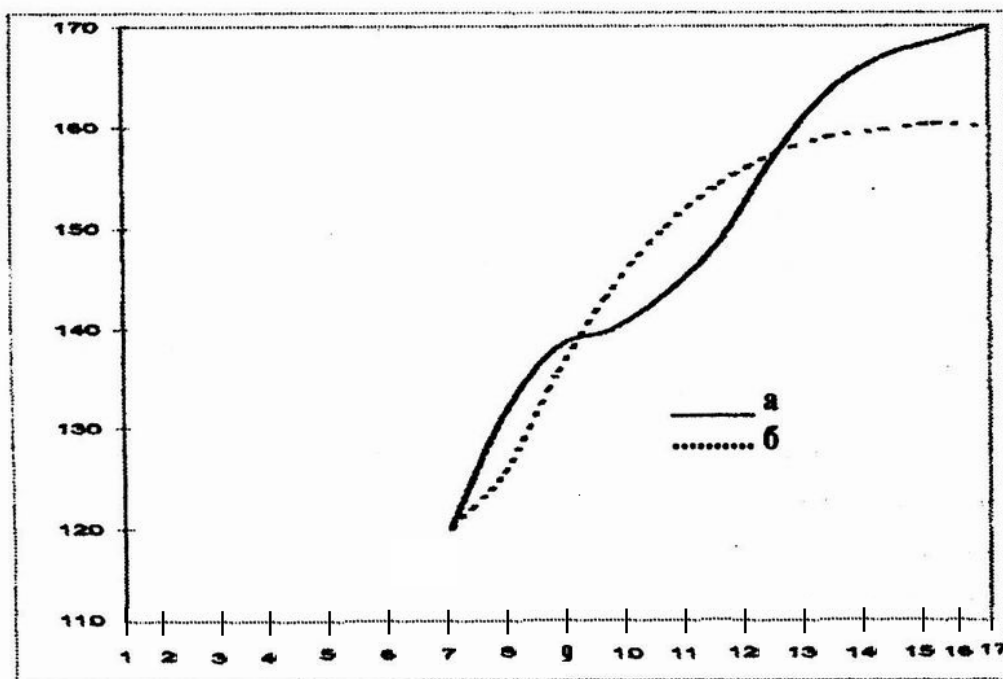


Рис. 2.2. Изменение длины тела у мальчиков (а) и девочек (б) в возрасте 7-17 лет. По оси ординат – длина тела, в см. по оси абсцисс – возраст, годы.

Акселерация – процесс интенсивной реализации генетической программы под влиянием факторов среды. Традиционно акселерацию рассматривают в двух средах: вертикальной – вековая, эпохальная, групповая, и горизонтальной – внутригрупповая, индивидуальная (до 20% в каждом поколении).

Акселерация оказывает положительное влияние на рост и развитие, обеспечивая:

- а) гармоничность физического развития, а именно соблюдение пропорций тела;
- б) гармоничность соматического и функционального развития, когда происходит высокое внешнее развитие и высокое развитие функциональных систем и органов;
- в) гармоничность биологическую и социальную.

В связи с явлением социальной акселерации и более раннем начале обучения приобретают важное значение проблемы школьной зрелости, а именно морфофункционального и психоэмоционального уровня развития ребенка.

Профессор С.М. Громбах считает, что момент поступления в школу должен соответствовать школьной зрелости, в том числе по уровню физического развития ребенка. Большинство детей от 5 до 7 лет хорошо справляются со школьным режимом, но встречаются ослабленные дети. Поэтому на 6-7 году очень трудно освоить школьный

режим. Из подобных детей формируются неуспевающие школьники, чаще это происходит перед периодом полового созревания. Для определения школьной зрелости имеют значение не «паспортные данные» ребенка, а состояние его физического развития, условия жизни, перенесенные болезни. В возрасте 6 лет 51% детей относится к незрелым, в 7 лет – 13%. Незрелые дети оказываются менее способными адаптироваться к условиям школы. К причинам школьной незрелости относят патологию беременности, плохие бытовые условия, низкий культурный уровень родителей.

О школьной зрелости судят по следующим признакам:

- по количеству постоянных зубов;
- по антропометрическим показателям (длина и масса) тела;
- по функциональному состоянию организма (ЧСС, ЧД, АД, и их соответствие нормативным показателям);
- по уровню заболеваний (не более 4);
- по умственной работоспособности.

Таким образом, акселерация должна учитываться при организации учебно-воспитательного процесса, режима труда и отдыха.

Сенситивные периоды:

- 1) от рождения до 5 лет;
- 2) от 7 до 10 лет;
- 3) от 15 до 17 лет.

В эти периоды повышена чувствительность зрительной и слуховой функций, и организм становится более восприимчивым к процессу обучения.

Акселерация физического развития, проявившаяся в мире в последние 50 лет, практически не затрагивала темпов ментального и духовного развития, и это создавало определенные трудности в сфере обучения и воспитания. В частности, раннее достижение половой зрелости привело к массовому раннему вступлению подростков в половые отношения, что до сих пор представляет собой не малую социокультурную, педагогическую и медицинскую проблему.

3. Состояние здоровья детей и подростков и пути его укрепления средствами физического воспитания

Изучение состояния здоровья организованных детских коллективов во взаимосвязи с физическим воспитанием является чрезвычайно важным для обоснования профилактических мероприятий и укрепления здоровья подрастающего поколения. Несмотря на то, что изучение состояния здоровья детей в нашей стране ведется интенсивно уже

многие годы, проблема раскрыта еще не достаточно. Особенно это относится к познанию роли физического воспитания. Старые подходы в установлении связей между физическим воспитанием и здоровьем имели существенные недостатки: не обеспечивался комплексный подход при изучении влияния физического воспитания на состояние здоровья детского населения. Ведь физическое воспитание не возможно отделить от общего процесса воспитания молодежи. На наш взгляд, методология познания должна быть поэтапной. Первый этап – изучение механизма влияния отдельных средств физического воспитания, а именно воздействия количественного и качественного содержания физических упражнений и естественных факторов природы. Второй этап – изучение роли всего комплекса средств физического воспитания в реальных социальных условиях, в которых осуществляется учебно-воспитательный процесс.

Важным показателем, отражающим социальное положение детей, является уровень физического и нервно-психического развития. Без этих показателей оценка состояния здоровья будет неполной. Источником сведений о физическом состоянии являются данные антропометрических измерений (длина и масса тела, окружность грудной клетки), полученные во время медицинских осмотров.

Для выявления причинно-следственных связей между здоровьем детей и подростков и организацией их физического воспитания в семье, а также в различных учебно-воспитательных учреждениях необходимо использовать критерии наличия или отсутствия хронических заболеваний и физических дефектов, ограничивающих социальную дееспособность. На основании данных обследования дается комплексная оценка состояния здоровья детей и подростков, проводится распределение их в группы здоровья. Первая группа – это лица, у которых отсутствуют хронические заболевания, не болевшие или редко болевшие за период наблюдения и имеющие нормальное, соответствующее возрасту физическое и нервно – психическое развитие (здоровые, без отклонений). Вторую группу составляют дети и подростки, не страдающие хроническими заболеваниями, но имеющие некоторые функциональные и морфологические отклонения, а также часто (4 раза в год и более) или длительно (более 25 дней по одному заболеванию) болеющие (здоровые, с морфофункциональными отклонениями и сниженной сопротивляемостью). Третья группа объединяет лиц имеющих хронические заболевания или врожденную патологию в состоянии компенсации, с редкими и не тяжело протекающими обострениями хронического заболевания, без выраженного нарушения общего состояния и самочувствия (больные в состоянии компенсации).

К четвертой группе относятся лица с хроническими заболеваниями, врожденными пороками развития, затяжным периодом выздоровления после острых сопутствующих заболеваний (больные в состоянии субкомпенсации). В пятую группу включают больных с тяжелыми хроническими заболеваниями и со значительно сниженными функциональными возможностями. Как правило, такие больные не посещают детские, подростковые учреждения общего профиля и не проходят медицинские осмотры.

Здоровье детей и подростков на уровне популяции, т.е. здоровье детского и подросткового населения определяется здоровьем индивидуумов, но как совокупность обладает новыми признаками и качествами, которые являются предметом специального изучения с привлечением методов медицинской статистики. Здоровье населения рассматривается как общественное здоровье.

4. Этапы развития ребенка

Младенчество (от 0 до 1 года). 1-й год жизни ребенка - это период интенсивной адаптации организма к новым условиям существования, период формирования всех органов и систем. Именно в этом возрасте возрастает начинается развитие высших психических функций, ребенок учится активно взаимодействовать с окружающей средой. В 1-й год жизни отмечаются наибольшая скорость роста тела в длину и темп нарастания массы тела. Кора больших полушарий новорожденных характеризуется наличием слабо дифференцированных нейронов с малым числом слабо ветвящихся дендритов и соответственно небольшим числом синаптических контактов. В этот период активно развиваются речевые центры коры.

Ранний возраст (от 1 года до 3 лет). Начиная со 2-го года жизни, скорость роста ребенка быстро снижается. На смену интенсивным ростовым процессам приходят процессы клеточных дифференцировок, что обеспечивает качественное изменение свойств детского организма, постепенно приближая его к зрелому состоянию. Пропорции тела продолжают изменяться, уменьшается относительный размер головы. Изменения функциональной организации мозга в раннем возрасте связаны, прежде всего, с дальнейшим созреванием коры больших полушарий.

Дошкольный возраст (от 3 до 6-7 лет). Происходят дальнейшие ростовые процессы в организме. На протяжении дошкольного возраста происходят значительные преобразования мозговых механизмов организации познавательной деятельности и целенаправленного

поведения ребенка, которые во многом определяют его готовность к систематическому обучению в школе (т. е. школьную зрелость).

Младший школьный возраст (с 7 до 11-12 лет). Этот период характеризуется ускоренными процессами психического развития и формированием целенаправленного поведения на фоне продолжающихся морфофункциональных перестроек организма. При этом темп и характер этих перестроек определяют индивидуальную динамику психического развития. Завершается дифференцировка клеток больших полушарий, создаются условия для высших форм деятельности мозга. Продолжается смена молочных зубов на постоянные. Абсолютные черепа фактически уже не отличаются от размеров черепа взрослых. Позвоночник продолжает расти, завершается формированием его изгибов.

Подростковый юношеский возраст (пубертатный период). Характеризуется возрастными скачками в развитии ребенка. Начинается период полового созревания. Скачкообразные изменения массы тела отмечаются и в размерах внутренних органов - сердца, печени, желудка. Пубертатный период является результатом усиления гормональной функции в системе гипоталамус-гипофиз-надпочечники - половые железы. В юношеском возрасте (17-21 год у юношей и 16-20 лет у девушек) продолжается рост тела в длину (на 1-2 см в год), завершается формирование систем органов.

5. Факторы, влияющие на рост и развитие

При нормальном развитии ребенка выделяют характерные и индивидуальные особенности. Они могут меняться в зависимости от состояния здоровья, условий жизни и других факторов.

На организм человека на всех этапах его развития влияют различные факторы, важнейшим из которых является **наследственность** - свойство организма сохранять и передавать совокупность признаков посредством генетического аппарата.

Изменчивость - свойство организма приобретать новые признаки. Под влиянием среды повышается или понижается функциональная активность организма. Наследственная изменчивость приводит к серьезным заболеваниям.

В настоящее время известно около 1000 наследственных заболеваний. В их основе лежат мутации, которые развиваются под влиянием мутагенов.

Физические мутации, связанные с солнечным излучением, вызывают болезнь Дауна, при которой дети имеют неправильную форму лица, языка, губ.

Лучистая энергия повреждает хромосомный аппарат половой клетки, вследствие чего дети рождаются мертвыми или имеют значительные отклонения в развитии.

Факторы внешней и внутренней среды могут в равной степени отрицательно воздействовать на потомство не только через материнский организм, но и через отцовский.

Двигательная активность способствует морфофункциональному развитию организма, его совершенствованию. Движение является биологической потребностью организма, незаменимым фактором жизнедеятельности организма. Двигательная активность влияет на физическое и умственное развитие человека.

Гиподинамия - недостаточная двигательная активность.

Гипердинамия возникает при чрезмерных занятиях спортом, может сопровождаться серьезными нарушениями в деятельности организма.

Выделяют благоприятные социальные факторы, влияющие на двигательную активность: рациональный суточный режим, правильное чередование труда и отдыха, физической и умственной работы.

Биоритмы - реальный физиологический механизм, имеет анатомо-функциональную структуру, изменяющую под влиянием внешних и внутренних факторов. Биоритмы следует учитывать при составлении режима активности и отдыха детей, для оптимизации работоспособности.

Работоспособность - свойство человека на протяжении длительного времени и с определенной эффективностью выполнять максимальное количество физической и умственной работы.

Вопросы для самоконтроля

1. Дать понятия рост и развитие, в чем их разница.
2. Отметить закономерности возрастных изменений организма.
3. Акселерация и ее причины
4. Чем характеризуется период школьной зрелости?
5. Характеристика этапов развития ребенка.
6. Чем объясняются скачкообразные изменения массы тела и внутренних органов в пубертатный период?
7. Группы здоровья, их краткая характеристика.
8. Перечислить факторы, влияющие на рост и развитие.
9. Изменчивость как фактор, влияющий на рост и развитие.
10. Влияние двигательной активности на развитие ребенка.

ТЕМА 3. ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

ПЛАН

1. Строение и функции опорно-двигательного аппарата.
2. Строение и классификация костей.
3. Развитие и рост костей. Возрастные изменения костей.
4. Соединение костей скелета.
5. Классификация суставов.
6. Возрастные и функциональные изменения соединения костей.
7. Скелет туловища. Возрастные особенности позвоночника и грудной клетки.
8. Строение черепа. Череп новорожденного. Возрастные и половые особенности черепа.
9. Скелет верхних конечностей. Скелет нижних конечностей. Развитие и возрастные особенности скелета конечностей.

1. Строение и функции опорно-двигательного аппарата

Опорно-двигательный аппарат (аппарат опоры и движения) объединяет кости, соединения костей и мышцы. Основной функцией аппарата является не только опора, но и перемещение тела и его частей в пространстве. Опорно-двигательный аппарат разделяют на пассивную и активную части. К *пассивной части* относятся кости и соединения костей. *Активную часть* составляют мышцы, которые, благодаря способности к сокращению, приводят в движение кости скелета.

Скелет (от греч. *skeleton* – высохший, высушенный) представляет собой комплекс костей, различных по форме и величине. В скелете человека различают кости туловища, головы, верхних и нижних конечностей (рис. 3.1). Кости соединены друг с другом при помощи различного вида соединений и выполняют функции опоры, передвижения, защиты, депо различных солей. Костный скелет называют также *твердым, жестким скелетом*.

Опорная функция скелета состоит в том, что кости вместе с их соединениями составляют опору всего тела, к которой прикрепляются мягкие ткани и органы. Мягкие ткани в виде связок, фасций, капсул и стромы органов называют *мягким скелетом*, так как они также выполняют механические функции (прикрепляют органы к твердому скелету, поддерживают строю органов, защищают их).

Функции опоры и передвижения скелета сочетаются с *рессорной функцией* суставных хрящей и других конструкций (сводов стопы), смягчающих толчки и сотрясения.

Защитная функция выражается в образовании костных вместилищ для жизненно важных органов: череп защищает головной мозг, позвоночный столб защищает спинной мозг, грудная клетка защищает сердце, легкие и крупные кровеносные сосуды. В полости таза располагаются органы размножения. Внутри костей находится костный мозг, дающий начало клеткам крови и иммунной системы.

Функция опоры и движения возможна благодаря строению костей в виде длинных и коротких рычагов, подвижно соединенных друг с другом и приводимых в движение мышцами, управляемых нервной системой. Кроме того, кости определяют направление хода сосудов, нервов, а также форму тела и его размеры.

Кости являются депо и для солей фосфора, кальция, железа, магния, меди и других соединений, сохраняют постоянство минерального состава внутренней среды организма.

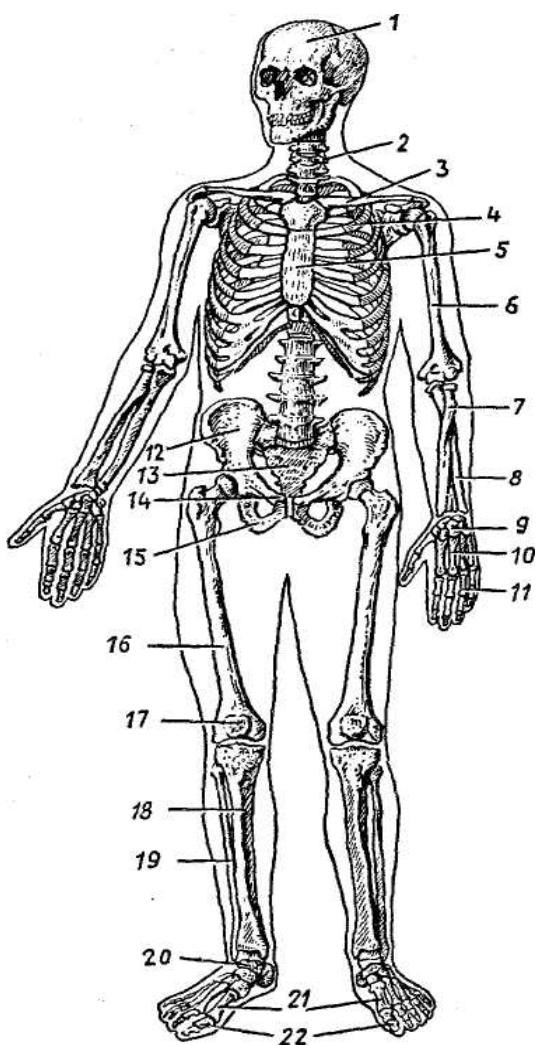


Рис. 3.1. Скелет человека (вид спереди)

1 – череп, 2 — позвоночный столб, 3 – ключица, 4 – ребро, 5 — грудина, 6 – плечевая кость, 7 – лучевая кость, 8 – локтевая кость, 9 – кости запястья, 10 - пястные кости, 11 – фаланги пальцев кисти, 12 – подвздошная кость, 13 – крестец, 14 – лобковая кость, 15 – седалищная кость, 16 – бедренная кость, 17 – надколенник, 18 - большеберцовая кость, 19 – малоберцовая кость, 20 – кости предплюсны, 21 – плюсневые кости, 22 – фаланги пальцев стопы

В состав скелета входит 206 костей (85 парных и 36 непарных). Масса «живого» скелета у новорожденных около 11 % массы тела, у детей разного возраста – от 9 до 18 %. У взрослых людей отношение массы скелета к массе тела до пожилого, старческого возраста сохраняется на уровне до 20 %, затем несколько уменьшается.

2. Строение и классификация костей

Каждая кость как орган состоит из всех видов тканей, однако главное место занимает костная ткань, являющаяся разновидностью соединительной ткани.

Химический состав костей сложный. Кость состоит из органических и неорганических веществ. Неорганические вещества составляют 65–70% сухой массы кости и представлены главным образом солями фосфора и кальция. В малых количествах кость содержит более 30 других различных элементов. Органические вещества, получившие название оссеин, составляют 30–35% сухой массы кости. Это костные клетки, коллагеновые волокна. Эластичность, упругость кости зависит от ее органических веществ, а твердость – от минеральных солей. Сочетание неорганических и органических веществ в живой кости придает ей необычайные крепость и упругость. По твердости и упругости кость можно сравнить с медью, бронзой, чугуном. В молодом возрасте, у детей кости более эластичные, упругие, в них больше органических веществ и меньше неорганических. У пожилых, старых людей в костях преобладают неорганические вещества. Кости становятся более ломкими.

У каждой кости выделяют *плотное (компактное)* и *губчатое* вещество. Распределение компактного и губчатого вещества зависит от места в организме и функции костей.

Компактное вещество находится в тех костях и в тех их частях, которые выполняют функции опоры и движения, например, в диафизах трубчатых костей.

В местах, где при большом объеме требуется сохранить легкость и вместе с тем прочность, образуется губчатое вещество, например, в эпифизах трубчатых костей.

Губчатое вещество находится также в коротких (губчатых) и плоских костях. Костные пластинки образуют в них неодинаковой толщины перекладины (балки), пересекающиеся между собой в различных направлениях. Полости между перекладинами (ячейки) заполнены красным костным мозгом. В трубчатых костях *костный мозг* находится в канале кости, называемом *костномозговой полостью*. У взрослого человека различают красный и желтый костный мозг. Красный костный

мозг заполняет губчатое вещество плоских костей и эпифизов трубчатых костей. Желтый костный мозг находится в диафизах трубчатых костей.

Вся кость, за исключением суставных поверхностей, покрыта **надкостницей**, или *периостом*. Суставные поверхности кости покрыты суставным хрящом.

Различают кости трубчатые (длинные и короткие), губчатые, плоские, смешанные и воздухоносные.

Трубчатые кости – это кости, которые расположены в тех отделах скелета, где совершаются движения с большим размахом (например, у конечностей). У трубчатой кости различают ее удлинненную часть (цилиндрическую или трехгранную среднюю часть) – тело кости, или *диафиз*, и утолщенные концы – *эпифизы*. На эпифизах располагаются суставные поверхности, покрытые суставным хрящом, служащие для соединения с соседними костями. Участок кости, расположенный между диафизом и эпифизом, называется *метафизом*. Среди трубчатых костей выделяют длинные трубчатые кости (например, плечевая, бедренная, кости предплечья и голени) и короткие (кости пясти, плюсны, фаланги пальцев). Диафизы построены из компактной, эпифизы – из губчатой кости, покрытой тонким слоем компактной.

Губчатые (короткие) кости состоят из губчатого вещества, покрытого тонким слоем компактного вещества. Губчатые кости имеют форму неправильного куба или многогранника. Такие кости располагаются в местах, где большая нагрузка сочетается с большой подвижностью. Это кости запястья, предплюсны.

Плоские кости построены из двух пластинок компактного вещества, между которыми расположено губчатое вещество кости. Такие кости участвуют в образовании стенок полостей, поясов конечностей, выполняют функцию защиты (кости крыши черепа, грудина, ребра).

Смешанные кости имеют сложную форму. Они состоят из нескольких частей, имеющих различное строение. Например, позвонки, кости основания черепа.

Воздухоносные кости имеют в своем теле полость, выстланную слизистой оболочкой и заполненную воздухом. Например, лобная, клиновидная, решетчатая кость, верхняя челюсть.

3. Развитие и рост костей. Возрастные изменения костей

В онтогенезе человека большинство костей скелета последовательно проходит три стадии в своем развитии. Это *перепончатая*, *хрящевая* и *костная* стадии. Минуют хрящевую стадию так называемые покровные кости (кости свода черепа, лица, ключица).

Вначале скелет человека представлен эмбриональной соединительной тканью – мезенхимой, которая на месте будущих костей уплотняется (*перепончатая стадия развития скелета*). Там, где будут покровные кости, в перепончатом скелете появляются одна или несколько точек окостенения. Эти островки костных клеток, образовавшихся из мезенхимы, разрастаются в стороны и формируют покровные кости. Такое развитие костей непосредственно из мезенхимы, в своем развитии минуя хрящевую стадию, получило название прямого остеогенеза, или эндесмального способа образования кости (от греч. *desma* – связка, ткань). Образовавшиеся таким образом кости называют первичными костями.

Кости туловища, конечностей проходят все три стадии своего развития - перепончатую, хрящевую, костную. Вначале в эмбриональной соединительной ткани (мезенхиме) перепончатого скелета на второй неделе развития появляются хрящевые зачатки будущих костей (*хрящевая стадия развития скелета*). Затем, начиная с 8-й недели внутриутробной жизни, хрящевая ткань на месте будущих костей начинает замещаться костной тканью. Первые костные клетки, точки окостенения появляются в диафизах трубчатых костей. Образование костной ткани на месте хрящевых моделей костей может происходить тремя способами. Это перихондральное, периостальное и энхондральное окостенение.

Перихондральное окостенение заключается в том, что надхрящница постепенно превращается в надкостницу. Внутренний слой надхрящницы начинает продуцировать не хрящевые, а молодые костные клетки (остеобласты). Остеобласты накладываются на хрящевую модель и образуют костную манжетку, которая постепенно замещает разрушающийся под нею хрящ.

Периостальное окостенение (образование кости) наблюдается тогда, когда сформировавшаяся надкостница продуцирует молодые костные клетки, которые методом аппозиции накладываются на лежащую под ними кость. Таким способом костная пластинка компактного вещества постепенно утолщается.

Энхондральное окостенение имеет место, когда костная ткань образуется внутри хряща. В хрящ из надкостницы прорастают кровеносные сосуды и соединительная ткань. Хрящ в этих местах начинает разрушаться. Часть клеток проросшей в хрящ соединительной ткани превращается в остеогенные клетки, которые разрастаются в виде тяжей, формирующих в глубине кости ее губчатое вещество.

Диафизы трубчатых костей окостеневают во внутриутробном периоде. Появившиеся в них точки окостенения называют первичными. Эпифизы трубчатых костей начинают окостеневать или перед самым рождением, или уже во внеутробном периоде жизни человека. Такие точки, образовавшиеся в хрящевых эпифизах, получили название вторичных точек окостенения. Костное вещество эпифизов образуется энхондральным, перихондральным и периостальным способами. Однако на границе эпифизов с диафизом довольно долго сохраняется хрящевая пластинка (эпифизарная), которая замещается костной тканью в 16-24 года, и эпифизы срастаются с диафизами. За счет эпифизарной пластинки трубчатые кости растут в длину. После замещения этих пластинок костной тканью рост костей в длину прекращается.

Имеются также добавочные точки окостенения (апофизы), образовавшиеся в будущих буграх, отростках (надмышцелках, вертелах), которые постепенно срастаются с основной костью.

В течение индивидуальной жизни человека после рождения кости скелета претерпевают значительные возрастные изменения. Так, у новорожденного ребенка костная ткань еще во многих местах не заменила хрящевые модели костей. В течение первого года жизни ребенка кости растут медленно, от 1 до 7 лет рост костей ускоряется в длину за счет эпифизарных хрящей и в толщину – благодаря аппозиционному утолщению компактного костного вещества в связи с костеобразующей функцией надкостницы. После 11 лет вновь кости скелета начинают быстро расти, формируются костные отростки (апофизы), костномозговые полости приобретают окончательную форму. В пожилом и старческом возрасте в губчатом веществе наблюдается уменьшение числа и истончение костных перекладин (балок), становится тоньше компактное вещество в диафизах трубчатых костей.

На рост и развитие костей влияние оказывают социальные факторы, в частности питание. Любой дефицит питательных веществ, солей или нарушение обменных процессов, влияющих на синтез белка, сразу же отражается на росте костей. Так, недостаток витамина С сказывается на синтезе органических веществ костного матрикса. В результате трубчатые кости становятся тонкими и хрупкими. Рост кости зависит от нормального течения процессов обызвествления, который связан с достаточностью уровня кальция и фосфора в крови и тканевой жидкости, с наличием необходимого организму количества витамина D. Таким образом, нормальный рост кости зависит от нормального и сбалансированного течения процессов обызвествления и синтеза белка. Обычно эти два процесса протекают в теле человека синхронно и гармонично.

Нарушение нормального питания и обмена веществ вызывает изменения в губчатом и компактном веществе костной системы взрослого человека. На протяжении всей жизни в костях происходят процессы обновления остеонов (гаверсовых систем).

Изменения костей происходят под влиянием физических нагрузок. При высоких механических нагрузках кости приобретают, как правило, большую массивность, а в местах сухожильного прикрепления мышц образуются хорошо выраженные утолщения – костные выступы, бугры, гребни. Статические и динамические нагрузки вызывают внутреннюю перестройку компактного костного вещества (увеличение количества и размеров остеонов), кости становятся прочнее. Правильно дозированная физическая нагрузка замедляет процессы старения костей.

4. Соединение костей скелета

Все соединения костей делятся на три большие группы. Это непрерывные соединения, полусуставы, или симфизы, и прерывные соединения, или синовиальные соединения.

Непрерывные соединения костей образованы с помощью различных видов соединительной ткани. Эти соединения прочные, эластичные, но имеют ограниченную подвижность. Непрерывные соединения костей делятся на *фиброзные, хрящевые и костные*.

К фиброзным соединениям относятся синдесмозы, швы и «вколачивания».

Синдесмозы – это соединения костей с помощью различной формы связок и мембран. Например, межкостные перепонки предплечья и голени, желтые связки, соединяющие дуги позвонков, связки, укрепляющие суставы. Швы – это соединения краев костей черепа между собой тонкими прослойками волокнистой соединительной ткани. Различают швы зубчатые (например, между теменными костями), чешуйчатые (соединение чешуи височной кости с теменной) и плоские (между костями лицевого черепа). Вколачиванием называют соединения корня зуба с зубной альвеолой (зуб как бы вколочен в зубную альвеолу).

К хрящевым соединениям (синхондрозам) относятся соединения с помощью хрящей. Например, соединения тел позвонков друг с другом, соединения ребер с грудиной.

Костные соединения (синостозы) появляются по мере окостенения синхондрозов между эпифизами и диафизами трубчатых костей, отдельными костями основания черепа, костями, составляющими тазовую кость, и др.

Симфизы также являются хрящевыми соединениями. В толще образующего их хряща имеется небольшая щелевидная полость, содержащая немного жидкости. К симфизам относится лобковый симфиз.

Суставы, или **синовиальные соединения**, представляют собой прерывные соединения костей, прочные и отличающиеся большой подвижностью. Все суставы имеют следующие обязательные анатомические элементы: суставные поверхности костей, покрытые суставным хрящом; суставная капсула; суставная полость; синовиальная жидкость (рис. 3.2). Суставные поверхности покрыты упругим гиалиновым хрящом. Лишь у височно-нижнечелюстного и грудино-ключичного суставов хрящ волокнистый. Толщина суставного хряща колеблется в пределах от 0,2 до 6,0 мм и находится в прямой зависимости от функциональной нагрузки, испытываемой суставом. Чем больше нагрузка, тем толще суставной хрящ. Суставная капсула имеет плотный наружный слой – фиброзную мембрану, прикрепляющуюся к костям вблизи краев суставных поверхностей, где она переходит в надкостницу. Внутренний тонкий слой суставной капсулы образован синовиальной мембраной, образующей складки, ворсинки, увеличивающие ее свободную поверхность, обращенную в полость сустава.

Фиброзный слой суставной капсулы местами утолщен, образует внутрикапсульные связки. Связки могут быть вне капсулы, рядом с ней (внекапсульные связки).

Связки укрепляют сустав и направляют его движения, они также ограничивают движения суставов. Связки чрезвычайно прочные. Так, например, прочность на разрыв подвздошно-бедренной связки достигает 350 кг, а длинной связки подошвы – 200 кг.

Суставная полость в норме у живого человека представляет собой узкую щель, в которой содержится синовиальная жидкость. Даже у таких крупных суставов, как коленный или тазобедренный, ее количество не превышает 2–3 см³. Давление в полости сустава ниже атмосферного.

Суставные поверхности редко полностью соответствуют друг другу по форме. Для достижения конгруэнтности (от лат. *congruens* – соответствующий) в суставах имеется ряд вспомогательных образований. Это хрящевые диски, мениски, суставные губы. Так, например, у височно-нижнечелюстного сустава имеется хрящевой диск, сращенный с капсулой по наружному краю и разделяющий суставную полость на две части. У коленного сустава имеются полулунные медиальный и латеральный мениски, которые расположены между суставными поверхностями бедренной и большеберцовой костей. По краю вертлужной впадины тазобедренного сустава имеется хрящевая вертлужная губа, благодаря которой суставная поверхность на тазовой кости углубляется и больше соответствует шаровидной головке бедренной кости.

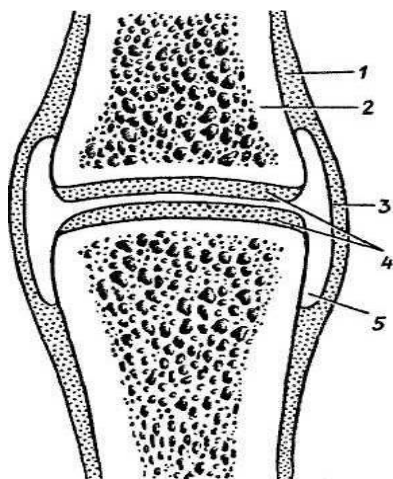


Рис. 3.2. Схема строения сустава

1 – надкостница, 2 – кость, 3 – суставная капсула, 4 – суставной хрящ, 5 – суставная полость

5. Классификация суставов

В зависимости от количества суставных поверхностей, участвующих в образовании сустава, суставы делятся на *простые* (две суставные поверхности) и *сложные* (более двух суставных поверхностей), комплексные и комбинированные. Если два или более анатомически самостоятельных суставов функционируют совместно, то они называются *комбинированными* (например, оба височно-нижнечелюстных сустава). *Комплексные суставы* имеют между своими сочленяющимися поверхностями внутрисуставной диск или мениски, разделяющие полость сустава на два отдела.

Форма сочленяющихся поверхностей обуславливает количество осей, вокруг которых может совершаться движение. В зависимости от этого суставы делятся на одно-, двух- и многоосные.

Для удобства форму суставной поверхности сравнивают с отрезком тела вращения. При этом каждый сустав имеет одну, две или три оси движения. Так, *цилиндрические* и *блоковидные суставы* одноосные. Примерами одноосных суставов (цилиндрических) являются срединный атлантоосевой, проксимальный и дистальный лучелоктевой. У блоковидного сустава на поверхности цилиндра имеются бороздка или гребень, расположенные перпендикулярно оси цилиндра, и соответствующее углубление или выступ на другой суставной поверхности. Примерами блоковидных суставов служат межфаланговые суставы кисти. Разновидностью блоковидного сустава является винтообразный сустав. Отличие винта от блока состоит в том, что бороздка расположена не перпендикулярно оси сустава, а по спирали. Примером винтообразного сустава служит плечелоктевой сустав.

Эллипсоидные, мышцелковые и седловидные суставы являются двухосными. Лучезапястный сустав является эллипсоидным. Мыщелковый по форме близок к эллипсоидному, его суставная головка - подобие эллипса, однако его суставная поверхность располагается на мышцелке. Например, коленный и атлантозатылочный суставы являются мышцелковыми (первый является также комплексным, второй - комбинированным).

Суставные поверхности седловидного сустава представляют собой два «седла» с пересекающимися под углом осями (под прямым углом). Седловидным является запястно-пястный сустав большого пальца, который характерен только для человека и обуславливает противопоставление большого пальца кисти остальным. Преобразование этого сустава в типично седловидный связано с трудовой деятельностью.

Шаровидные и плоские суставы многоосные. Кроме движения по трем осям у многоосных суставов совершаются и круговые движения. Примером многоосных суставов служат плечевой и тазобедренный суставы. Последний считают чашеобразным благодаря значительной глубине суставной ямки.

К многоосным суставам относятся также плоские суставы. Плоская поверхность является отрезком шара больших размеров. Движения плоских суставов могут производиться вокруг трех осей, но отличаются малым объемом. К плоским суставам относятся межзапястные, предплюсне-плюсневые суставы.

Движения в суставах определяются формой суставных поверхностей. В суставах вокруг фронтальной оси производятся сгибание и разгибания (движение происходит в сагиттальной плоскости); вокруг сагиттальной оси – приведение и отведение (движение происходит во фронтальной плоскости); вокруг вертикальной оси (продольной) – вращение.

Величина подвижности в суставах зависит от соответствия конгруэнтности сочленяющихся поверхностей. Чем соответствие больше, тем подвижность в суставе меньше (пример: тазобедренный сустав), и наоборот, чем меньше соответствуют суставные поверхности друг другу, тем большая подвижность в таком суставе (например, плечевой сустав).

Величина подвижности в суставах определяется разницей угловых размеров суставных поверхностей сочленяющихся костей. Так, если величина угловых размеров суставной впадины составляет 150° , а угловых размеров суставной головки – 230° , то дуга возможного движения равна 80° . Чем больше разность кривизны суставных поверхностей, тем больше возможный размах движения в данном суставе.

На подвижность в суставах влияет также натянутость суставной капсулы, связочный аппарат, развитие мышц и степень их эластичности, а также половые и возрастные особенности, характер труда и вид спорта.

6. Возрастные и функциональные изменения соединения костей

Суставы (синовиальные соединения) начинают формироваться на 6-11 неделях эмбрионального развития. В этот период начинают образовываться суставные поверхности сочленяющихся костей, суставная полость и другие элементы сустава.

У новорожденных уже имеются все анатомические элементы сустава. Однако эпифизы сочленяющихся костей состоят из хряща, энхондральное окостенение большинства из них начинается после рождения ребенка (1–2-й годы жизни) и продолжается до юношеского возраста. В возрасте 6–10 лет наблюдается усложнение в строении синовиальной мембраны, суставной капсулы, увеличивается количество ворсинок и складок, происходит формирование сосудистых сетей и нервных окончаний синовиальной мембраны. В фиброзной оболочке суставной капсулы у детей с 3 до 8 лет увеличивается количество коллагеновых волокон, которые сильно утолщаются, обеспечивая ее прочность. Окончательное формирование всех элементов суставов заканчивается в возрасте 13–16 лет. В условиях нормальной физиологической деятельности суставы долго сохраняют неизменный объем движений и мало подвергаются старению. При длительных и чрезмерных нагрузках (механических), а также с возрастом в строении и функциях суставов появляются изменения: истончается суставной хрящ, склерозируются фиброзная мембрана суставной капсулы и связки, по периферии суставных поверхностей образуются костные выступы – остеофиты. Происходящие анатомические изменения приводят к функциональным изменениям, к ограничению подвижности и уменьшению размаха движений.

7. Скелет туловища. Возрастные особенности позвоночника и грудной клетки

Скелет человека состоит из скелета туловища, скелета верхних и нижних конечностей и черепа.

К скелету туловища относятся позвоночник и грудная клетка.

Позвоночник делится на пять отделов:

- 1) шейный (7 позвонков);
- 2) грудной (12 позвонков);

- 3) поясничный (5 позвонков);
 - 4) крестцовый (крестец из 5 слившихся позвонков);
 - 5) копчиковый (копчик из 4-5 сросшихся позвонков).
- Общее число позвонков 33–34.

Позвонки относят к коротким губчатым костям. Каждый позвонок имеет тело, обращенное вперед, и дугу, расположенную сзади от тела. Дуга позвонка ограничивает позвоночное отверстие.

Тело позвонка с наружной поверхности покрыто плотным костным веществом, а внутри содержит губчатое вещество, состоящее из пластинок, вертикально и горизонтально направленных и расположенных почти под прямым углом друг к другу. Своей верхней и нижней поверхностями тела позвонков с помощью межпозвоночных дисков соединяются с выше- и нижележащими позвонками. Передняя поверхность тела позвонка так же, как боковые и задняя, несколько вогнутая.

Позвоночные отверстия, располагаясь одно над другим, в совокупности образуют *позвоночный канал*, в котором находится спинной мозг и связанные с ним образования. Дуга позвонка у места прикрепления к телу имеет снизу и сверху *вырезки*. Вырезки ниже и выше лежащего позвонка образуют *межпозвоночное отверстие*, через которое проходят нервы, кровеносные и лимфатические сосуды. От дуги позвонка отходят семь отростков. Непарный обращенный назад отросток называется *остистым*. Он служит для прикрепления связок и мышц. Остальные отростки – парные. К ним относятся *поперечные отростки*, направленные в стороны от позвонков и лежащие приблизительно во фронтальной плоскости, а также *верхние и нижние суставные отростки*. Поперечные отростки служат для прикрепления мышц и связок, а суставные – для соединения с такими же отростками выше- и нижележащих позвонков. Размеры позвонков неодинаковы. Чем больше нагрузка, тем больше размеры позвонков. Максимальные размеры имеют поясничные и первые крестцовые, которые воспринимают основную нагрузку. Самые небольшие позвонки – копчиковые, что связано с уменьшением приходящейся на них нагрузки и редукцией хвостовой мускулатуры. Позвонки разных отделов позвоночного столба имеют свои особенности, позволяющие отличать их друг от друга.

Грудная клетка. Скелет грудной клетки образуется сзади из грудных позвонков с их соединениями и связками, а также задних частей ребер. С боков грудная клетка представлена ребрами. Спереди она состоит из передних концов ребер, реберных хрящей и грудины.

У человека имеется 12 пар *ребер*, из которых первые семь, называемые истинными ребрами, переходят в реберные хрящи, соединенные с грудиной. Следующие три пары ребер имеют хрящи, не достигающие грудины и соединяющиеся с хрящом вышерасположенного ребра. Эти ребра называют ложными. Две последние пары не имеют реберных хрящей и не соединяются передними свободными концами ни с грудиной, ни с другими ребрами вследствие чего оказываются наиболее подвижными. Эти ребра называют блуждающими или колеблющимися.

Грудина является непарной костью, напоминающей по форме кинжал, в котором различают: рукоятку, тело и мечевидный отросток.

Возрастные особенности позвоночника

Позвоночник новорожденного имеет вид пологой дуги, вогнутой спереди. Изгибы начинают формироваться только начиная с 3-4 месяцев жизни ребенка, когда он начинает держать голову. Вначале возникает шейный лордоз. Когда ребенок начинает сидеть (4-6-й месяцы жизни), формируется грудной кифоз. Позднее появляется поясничный лордоз, который образуется в то время, когда ребенок начинает стоять и ходить (9-12-й месяцы после рождения). Одновременно формируется крестцовый кифоз. Изгибы позвоночного столба становятся хорошо заметными к 5–6 годам, окончательное их формирование заканчивается к подростковому, юношескому возрасту.

При неравномерном развитии мышц правой или левой стороны тела, неправильном положении учащихся за партой, у спортсменов как следствие асимметричной работы мышц могут возникать патологические изгибы позвоночника в стороны – сколиозы.

Длина позвоночного столба новорожденного ребенка составляет 40 % длины его тела. В первые два года длина позвоночника почти удваивается. Различные отделы позвоночного столба новорожденного ребенка растут неравномерно. На первом году жизни быстрее растет поясничный отдел, несколько медленнее – шейный, грудной и крестцовый. Медленнее всего растет копчиковый отдел. К началу периода полового созревания рост позвоночного столба замедляется. Новое ускорение его роста наблюдается у мальчиков к 13-14, у девочек к 12-13 годам.

Межпозвоночные диски у детей относительно толще, чем у взрослых людей. С возрастом толщина межпозвоночных дисков постепенно уменьшается, они становятся менее эластичными, студенистое ядро уменьшается в размерах. У пожилых людей вследствие уменьшения толщины межпозвоночных дисков и увеличения кривизны грудного кифоза длина позвоночного столба уменьшается на 3–7 см.

Наблюдается общее разрежение костного вещества (остеопороз), обызвествление межпозвоночных дисков и передней продольной связки. Все это уменьшает рессорные свойства позвоночного столба, а также его подвижность и крепость.

Возрастные особенности грудной клетки

У новорожденных грудная клетка имеет конусовидную форму. Переднезадний диаметр больше поперечного, ребра расположены почти горизонтально. В первые два года жизни идет быстрый рост грудной клетки. В возрасте 6-7 лет ее рост замедляется, а в 7-18 лет наиболее сильно растет средний отдел грудной клетки.

Подгрудинный угол у новорожденного достигает примерно 93° , через год - 68° , в 5 лет он равен 60° , в 15 лет и у взрослого человека около 70° . Усиленный рост грудной клетки у мальчиков начинается с 12 лет, а у девочек – с 11 лет. К 17–20 годам грудная клетка приобретает окончательную форму. У людей брахиморфного типа телосложения грудная клетка имеет коническую форму, у лиц долихоморфного типа телосложения грудная клетка более плоская.

В старческом возрасте в связи с увеличением грудного кифоза грудная клетка укорачивается и опускается.

Физические упражнения не только укрепляют грудную мускулатуру, но и увеличивают размах движений в суставах ребер, что приводит к увеличению объема грудной клетки при дыхании и жизненной емкости легких.

8. Строение черепа. Череп новорожденного. Возрастные и половые особенности черепа

Череп состоит из двух отделов: мозгового и лицевого черепа. Лицевой отдел черепа образует костную основу лица, а также дает опору начальным отделам дыхательной и пищеварительной систем. Мозговой череп образуетместилище для головного мозга.

К **лицевому отделу** черепа относятся:

1) **верхнечелюстная кость** – парная кость, которая составляет большую часть лицевого черепа, участвует в образовании глазницы, носовой и ротовой полостей, а также подвисочной и крылонебной ямок;

2) **скуловая кость** – парная, наиболее крепкая кость, которая имеет четырехугольную форму и определяет форму средней части лица;

3) **небная кость** – парная кость из двух пластинок, составляющая задний отдел лицевого черепа и участвующая в образовании костного неба, боковой стенки носовой полости и глазницы;

4) носовая кость – парная кость в виде желоба. Она образует скелет спинки носа;

5) слезная кость – парная кость, располагающаяся в области переднего отдела внутренней стенки глазницы. Сверху она соприкасается с лобной костью, а снизу – с телом верхней челюсти. Принимает участие в образовании носослезного канала;

6) нижняя носовая раковина – парная кость, расположенная на боковой стенке носовой полости;

7) сошник – непарная кость, образующая нижнюю костную часть перегородки носовой полости;

8) нижняя челюсть – непарная крепкая толстая кость, сочлененная справа и слева с височной костью;

9) подъязычная кость – непарная кость, по внешнему виду напоминающая подкову. Она находится сзади и несколько ниже нижней челюсти, в передней поверхности шеи.

Мозговой отдел черепа состоит из крыши и основания. Кости плоские, внутренняя их поверхность имеет углубления и выступы, соответствующие извилинам и бороздам наружной поверхности головного мозга. Кроме того, на внутренней поверхности костей черепа есть борозды, в которых проходят артерии твердой мозговой оболочки.

К **мозговому отделу** черепа относятся:

1) затылочная кость (непарная), принимающая участие в образовании основания черепа и заднего отдела его крыши. В затылочной кости имеется большое отверстие, через которое проходит продолговатый мозг и позвоночные артерии;

2) клиновидная кость (непарная), тело которой имеет кубовидную форму. Она содержит воздухоносную пазуху, сообщающуюся спереди с носовой полостью. На верхней поверхности пазухи есть углубление – турецкое седло, где располагается гипофиз. Турецкое седло с боков имеет борозды, в которых залегают внутренние сонные артерии. Через зрительный канал клиновидной кости проходят зрительный нерв и глазная артерия. Через многочисленные отверстия проходят ветви тройничного нерва, а также глазодвигательный, боковой и глазничные нервы;

3) лобная (непарная), участвующая в образовании крыши и основания черепа. Эта кость имеет лобную часть, глазничные и носовую части;

4) решетчатая кость (непарная), легкая и хрупкая, состоящая из двух пластинок: решетчатой пластинки и решетчатого лабиринта. Решетчатая пластинка располагается горизонтально в решетчатой вырезке лобной кости. Она имеет множество отверстий, а в средней плоскости от нее отходит обращенный кверху костный выступ –

петушиный гребень, к которому прикрепляется отросток твердой мозговой оболочки. Через отверстие решетчатой пластинки проходят из носовой полости в полость черепа обонятельные нервы;

5) теменная кость (парная), составляющая центральную часть свода черепа. На ее выпуклой поверхности есть возвышение – теменной бугор, легко прощупываемый под кожей. Внутренняя (вогнутая) поверхность теменной кости, обращенная в полость черепа, имеет артериальные и синусоидальные борозды, являющиеся местом кровеносного синуса твердой мозговой оболочки;

6) Височная кость (парная), принимающая участие в образовании основания черепа и отчасти его крыши. Кость состоит из трех частей: каменной (или пирамиды), чешуйчатой и барабанной. В каменной части располагается костный лабиринт и формируется внутреннее ухо. Через каменную часть височной кости проходят лицевой и преддверно-улитковые нервы; здесь внутренняя сонная артерия входит в полость черепа. Чешуйчатая часть височной кости принимает участие в образовании крыши черепа. От нее отходит скуловой отросток, образующий вместе с височным отростком скуловой кости легко прощупываемую скуловую дугу. У основания этого отростка находится суставной бугор для сочленения с головкой нижней челюсти. Барабанная часть височной кости представляет собой изогнутую пластинку, которая снизу и спереди ограничивает наружный слуховой проход.

Череп новорожденного. Возрастные и половые особенности черепа

У новорожденного ребенка между костями черепа имеются прослойки соединительной ткани, особенно в широких местах, где сходятся несколько костей. Эти участки получили название родничков – их шесть. Это непарные передний и задний роднички и два парных – клиновидный и сосцевидный. Самый крупный *родничок передний*, или *лобный*, он расположен там, где соединяются лобная и теменные кости. *Задний*, или *затылочный*, *родничок* находится в месте схождения теменных и затылочной костей. *Клиновидный родничок* виден сбоку в месте соединения лобной, теменной костей и большого крыла клиновидной кости. *Сосцевидный родничок* расположен в том месте, где сходятся затылочная, теменная кости и сосцевидный отросток височной кости. Благодаря наличию родничков череп новорожденного очень эластичен, его форма может изменяться во время прохождения головки плода через родовые пути матери в процессе родов.

Роднички начинают зарастать в первые месяцы после рождения ребенка. На втором месяце зарастает задний (затылочный) родничок,

на 2-3-м месяце зарастают клиновидный и сосцевидный роднички. Передний (лобный) родничок зарастает лишь на втором году после рождения. Формирование швов между костями черепа заканчивается к 3-5 годам жизни ребенка.

Объем полости мозгового черепа новорожденного ребенка в среднем составляет 350–375 см³. В первые 6 месяцев жизни ребенка объем черепа удваивается, а к 2 годам – утраивается. У взрослого человека он в 4 раза больше, чем объем полости мозгового черепа новорожденного. Соотношения мозгового и лицевого отделов черепа у взрослого и новорожденного различны. Лицо новорожденного ребенка короткое (еще нет зубов) и широкое.

После рождения рост черепа происходит неравномерно. От рождения до 7 лет череп растет быстро. В течение первого года жизни череп растет более или менее равномерно. От года до трех лет особенно активно растет задняя часть черепа, что связано с переходом ребенка на 2-м году жизни к прямохождению. На 2-3-м году жизни в связи с окончанием прорезывания молочных зубов и усилением функции жевательных мышц значительно усиливается рост лицевого черепа в высоту и ширину. С 3 до 7 лет продолжается рост всего черепа, особенно его основания. К 7 годам рост основания черепа в длину в основном заканчивается, и оно достигает почти такой же величины, как у взрослого человека.

От 7 до 12-13 лет череп растет равномерно, замедленно. В это время в основном растет свод мозгового черепа, объем его полости достигает 1200–1300 см³. После 13 лет активно растут лобный отдел мозгового и лицевой череп.

У лиц мужского пола лицевой череп растет в длину сильнее, чем у женского. Если до периода половой зрелости у мальчиков и у девочек лицо округлое, то после наступления половой зрелости у мужчин лицо, как правило, вытягивается в длину, у женщин сохраняет округлость. Мужской череп в связи с большими общими размерами тела больше, чем женский. Мозговой череп относительно сильнее развит у женщин, а лицевой – у мужчин. Как правило, мужской череп отличается выраженным рельефом в связи с большим развитием прикрепленных к нему мышц. У женщин рельеф черепа сглажен.

Заращение швов между костями черепа начинается в возрасте 20-30 лет, у мужчин несколько раньше, чем у женщин.

В пожилом и старческом возрасте рельеф костей черепа сглаживается. Кости становятся более тонкими, в них частично рассасывается губчатое вещество, уменьшается эластичность костей. Череп

становится более хрупким и легким. Это связано с потерей зубов и сглаживанием зубных альвеол, ослаблением жевательной функции и частичной атрофией жевательных мышц. Наблюдается также асимметрия черепа из-за преимущественной работы жевательных мышц на одной стороне головы.

9. Скелет верхних конечностей. Скелет нижних конечностей. Развитие и возрастные особенности скелета конечностей

Скелет верхней конечности подразделяется на две части:

- 1) скелет пояса верхней конечности;
- 2) скелет свободной верхней конечности.

К *скелету пояса верхней конечности* относятся лопатки и ключицы.

Лопатка представляет собой плоскую треугольной формы кость, расположенную на задней поверхности туловища. Боковой край лопатки утолщен и имеет суставную впадину, которая служит для соединения с головкой плечевой кости.

Ключица представляет собой S-образно изогнутую по длинной оси кость. Она располагается горизонтально спереди и сверху грудной клетки на границе шеи и легко прощупывается на всем своем протяжении. Ключица имеет два конца – грудинный и акромиальный. Первый утолщен, имеет суставную поверхность с грудиной. Вторым также утолщен и соединяется с акромионом (акромион – выступающая снаружи боковая часть лопатки). Функция ключицы заключается в том, что она способствует укреплению положения лопатки, удерживая плечевой сустав в некотором отдалении от грудной клетки. Пояс верхних конечностей соединяет свободную верхнюю конечность с туловищем, служит местом прикрепления мышц и увеличивает амплитуду движения верхних конечностей.

Скелет свободной верхней конечности состоит из трех отделов.

1) Плечевая кость является типичной длинной трубчатой костью. На проксимальном (верхнем) конце плечевой кости различают головку, которая обращена к лопатке и имеет суставную поверхность. Головка кости отделена от остальной части анатомической шейкой, по краю которой прикрепляется сумка плечевого сустава. Наиболее суженное место плечевой кости ниже анатомической шейки называется хирургической шейкой, так как здесь часто происходят переломы. Дистальный (нижний) отдел плечевой кости образует мыщелок, суставная поверхность которого служит для соединения с костями предплечья.

2) Скелет предплечья образуют локтевая и лучевая кости.

Локтевая кость – трубчатая, трехгранной формы. Проксимальный конец ее утолщен и имеет блоковидную вырезку для соединения с плечевой костью. Дистальный конец представляет головку локтевой кости. С боковой стороны головка образует суставную поверхность для сочленения с лучевой костью, а с низу – с треугольным хрящом.

Лучевая кость является длинной трубчатой костью. В отличие от локтевой кости у лучевой утолщен дистальный конец. Проксимальный конец имеет головку, на верхней поверхности которой находится ямка для соединения с головкой мыщелка плечевой кости. А по краю располагается суставная поверхность для соединения с локтевой костью.

3) Скелет кисти делят на три отдела:

а) запястье – восемь мелких костей неправильной формы, расположенных в два ряда. Они относятся к коротким губчатым костям;

б) пясть состоит из пяти коротких трубчатых костей. Пястная кость I пальца короче остальных, но массивнее. Каждая пястная кость имеет основание, тело и головку;

в) фаланги пальцев – это короткие трубчатые кости. Каждый палец состоит из трех фаланг: проксимальной, средней и дистальной. Исключение составляет первый палец, имеющий только две фаланги: проксимальную и дистальную. Суставные поверхности дистальных и средних фаланг, а также суставная поверхность головки проксимальной фаланги имеют блоковидную форму. Суставная поверхность основания проксимальных фаланг соединяется с головкой пястной кости суставом шаровидной кости.

Кроме указанных костей кисть еще имеет сесамовидные косточки. Они находятся в толще сухожилий мышц (чаще всего идущих к большому и указательному пальцам со стороны ладонной поверхности кисти) и увеличивают плечо силы тех мышц, которые к ним прикрепляются.

Скелет нижней конечности подразделяется на две части: 1) скелет пояса нижней конечности и 2) скелет свободной нижней конечности.

Скелет пояса нижней конечности образуют кости тазового пояса и крестец.

Тазовый пояс состоит из двух тазовых костей, которые образуются за счет срастания подвздошной, седалищной и лобковой костей. Эти кости участвуют в образовании вертлужной впадины, которая служит для соединения таза с головкой бедра. Каждая из этих костей закладывается как самостоятельная, но в 14-16 лет они срастаются между собой. Тазовые кости относят к плоским костям. Сзади они соединяются с крестцом, а спереди обе тазовые кости соединяются друг с другом лобковым симфизом (полусустав), образуя таз.

Крестец состоит из пяти сросшихся позвонков; участвует в образовании таза.

К костям свободной нижней конечности относят бедренную кость, кости голени и кости стопы.

Бедренная кость – наиболее длинная трубчатая кость, имеющая цилиндрическую форму и несколько изогнутая впереди. На проксимальном конце бедренной кости головка несет суставную поверхность для сочленения с вертлужной впадиной. Головка соединяется с телом кости шейкой, ось которой по отношению к продольной оси тела бедренной кости располагается приблизительно под углом 130°. Дистальный конец бедренной кости расширен в два мыщелка. Мыщелки бедра имеют суставные поверхности для сочленения с большой берцовой костью и надколенником.

Надколенник находится спереди дистального эпифиза бедренной кости. По форме это двояковыпуклая линза. Надколенник является наиболее крупной сесамовидной костью.

Большая берцовая кость расположена с внутренней стороны голени (со стороны большого пальца стопы). Проксимальный ее конец расширен и образует два мыщелка. На мыщелках сверху находятся суставные поверхности, служащие для соединения с мыщелками бедра, а между ними располагается межмыщелковое возвышение, к которому фиксируются крестообразные связки коленного сустава. Тело большой берцовой кости трехгранной формы. Дистальный отдел большой берцовой кости книзу имеет выступ – медиальную лодыжку; снаружи – вырезку для соединения с малой берцовой костью. Снизу большая берцовая кость образует суставную поверхность для соединения со стопой.

Малая берцовая кость – длинная трубчатая кость, расположенная снаружи голени. Проксимальный конец заканчивается головкой, которая соединяется с большой берцовой костью, а дистальный конец образует латеральную лодыжку. Дистальная голень переходит в стопу.

Стопа состоит из трех частей: а) предплюсны; б) плюсны и в) пальцев. К костям предплюсны относят: таранную, пяточную, ладьевидную, кубовидную и три клиновидные. Все они являются короткими губчатыми костями. К костям плюсны относят пять коротких трубчатых плюсневых костей. Пальцы состоят из фаланг. Как и на кисти, I палец имеет две фаланги, а остальные по три. Нередко две фаланги V пальца срастаются между собой, поэтому в них по две фаланги.

Развитие и возрастные особенности скелета конечностей

Все кости конечностей, за исключением ключиц, которые развиваются на основе соединительной ткани, проходят три стадии развития: соединительнотканную, хрящевую и костную.

Процесс окостенения в ключице начинается на 6-й неделе эмбрионального развития и почти полностью заканчивается к моменту рождения.

В диафизах трубчатых костей первые точки окостенения (первичные) появляются в конце 2-го – в начале 3-го месяца внутриутробного развития, в эпифизах и апофизах – после рождения. Лишь некоторые эпифизы начинают окостеневать незадолго до рождения. Срастание эпифизов с диафизами, как правило, происходит в 13-15 лет, причем у девочек на 1-2 года раньше, чем у мальчиков.

В костях запястья точки окостенения появляются после рождения: в головчатой на первом году жизни, в крючковидной в конце первого – в начале второго года, а в остальных – в период от 2 до 11 лет.

В костях пояса нижних конечностей (подвздошной, седалищной и лобковой) точки окостенения появляются в период от 3,5 до 4,5 месяцев внутриутробного развития. Срастание всех трех костей в тазовую кость происходит в 12-15 лет.

В костях предплюсны (ладьевидной, кубовидной и клиновидных) точки окостенения появляются в период от 3 месяцев после рождения до 5 лет. Остальные (вторичные) точки окостенения образуются после рождения.

Развитие синовиальных соединений (суставов) начинается на 6-й неделе эмбрионального развития. Суставные капсулы суставов новорожденного туго натянуты, большинство связок еще не сформировались. Наиболее интенсивно развитие суставов и связок происходит в возрасте до 2–3 лет в связи с нарастанием двигательной активности ребенка. У детей 3–8 лет размах движений во всех суставах увеличивается, одновременно ускоряется процесс коллагенизации суставных капсул, связок. Формирование суставных поверхностей, капсул и связок завершается в основном в подростковом возрасте (13–16 лет).

У новорожденных детей нижние конечности растут быстрее, и они становятся длиннее верхних. Наибольшая скорость роста нижних конечностей отмечена у мальчиков в 12-15 лет, у девочек увеличение длины ног происходит в возрасте 13-14 лет.

В постнатальном онтогенезе изменение формы и размеров таза происходит под влиянием тяжести массы тела, органов брюшной полости, под воздействием мышц, а также под влиянием половых гормонов.

В результате этих разнообразных воздействий увеличивается переднезадний размер таза (с 2,7 см у новорожденного до 9,5 см в 12 лет), возрастает поперечный размер таза, который в 13-14 лет становится таким же, как у взрослых. Разница в форме таза у мальчиков и девочек становится заметной после 9 лет. У мальчиков таз более высокий и более узкий, чем у девочек.

Вопросы для самоконтроля

1. Значение опорно-двигательной системы.
2. Химический состав костей.
3. Какие типы костей вы знаете?
4. Развитие и рост костей.
5. Типы соединения костей.
6. Классификация суставов.
7. Возрастные изменения соединения костей.
8. Строение и возрастные особенности позвоночника.
9. Строение и возрастные особенности грудной клетки.
10. Общее строение черепа.
11. Строение лицевого отдела черепа.
12. Строение мозгового отдела черепа.
13. Возрастные и половые особенности черепа.
14. Скелет пояса верхних конечностей.
15. Скелет свободных верхних конечностей.
16. Скелет пояса нижних конечностей.
17. Скелет свободных нижних конечностей.
18. Развитие и возрастные особенности скелета конечностей.

ТЕМА 4. МЫШЕЧНАЯ СИСТЕМА (МИОЛОГИЯ)

ПЛАН

1. Строение и функции скелетных мышц.
2. Работа и сила мышц.
3. Мышечный тонус и утомление мышц.
4. Мышцы тела человека.
5. Развитие и возрастные особенности скелетных мышц.

1. Строение и функции скелетных мышц

Скелетные мышцы, прикрепляясь к костям, приводят их в движение, участвуют в образовании стенок полостей тела: ротовой, грудной, брюшной, таза, входят в состав стенок некоторых внутренних органов (глотки, верхней части пищевода, гортани), находятся в числе вспомогательных органов глаза (глазодвигательные мышцы), оказывают действие на слуховые косточки в барабанной полости. С помощью скелетных мышц тело человека удерживается в равновесии, перемещается в пространстве, осуществляются дыхательные, жевательные и глотательные движения, формируется мимика. В теле человека насчитывается около 600 мышц, большинство из которых парные. Общая масса скелетной мускулатуры равна у мужчин в среднем 30 кг, у женщин – 17 кг. У взрослого человека масса мышц составляет у мужчин около 30 %, у женщин – около 20% (у новорожденных – 20–25%). У пожилых и старых людей масса мышечной ткани по сравнению с более молодым возрастом несколько уменьшается и не превышает 20 – 30%.

Основной структурно-функциональной единицей скелетных мышц является мышечное волокно (*миосимпласт*). Это очень большое вытянутое многоядерное образование длиной в несколько сантиметров, при поперечнике около 100 мкм. Под микроскопом на продольном срезе мышечного волокна видна поперечная исчерченность. Это многократно повторяющиеся внутренние структуры. Поперечно-полосатые волокна составляют мышечную ткань не только скелетной мускулатуры, но также сердца и некоторых внутренних органов.

Каждая мышца состоит из большого числа мышечных волокон. Небольшие мышечные пучки покрытые тонкой соединительной тканью – *эндомизием*, крупные – *перимизием*, а всю мышцу в целом покрывает плотная соединительная ткань – *эпимизей*. На концах мышцы переходят в сухожилия, которые обладают большей эластичностью, упругостью и прочностью, чем мышечные волокна, что позволяет избегать разрывов мышц и их отрывов от костей при интенсивной внутренней нагрузке или сильном внешнем воздействии.

В каждой мышце разветвляется большое число кровеносных сосудов, по которым кровь приносит к мышечным волокнам питательные вещества и кислород, а уносит продукты обмена веществ. Источником энергии для мышечных волокон является гликоген. В процессе его расщепления вырабатывается аденозинтрифосфорная кислота (АТФ), используемая для мышечного сокращения. Нервы, входящие в мышцу, содержат чувствительные и двигательные волокна.

Скелетные мышцы обладают такими свойствами, как *возбудимость, проводимость* и *сократимость*. Мышцы способны под влиянием нервных импульсов возбуждаться, переходить в рабочее (деятельное) состояние. При этом возбуждение быстро распространяется (проводится) от нервных окончаний (эффекторов) до сократительных структур – мышечных волокон. В результате мышца сокращается, укорачивается, приводит в движение костные рычаги.

У мышц различают сократительную часть (*брюшко*), построенную из поперечнополосатых мышечных волокон, и сухожильные концы (*сухожилия*). Сухожилие, которое берет начало от кости называется – *головкой*, а другая его часть, которая прикрепляется к кости – *хвостом*. У некоторых мышц сухожилия вплетаются в кожу (мимические мышцы), прикрепляются к главному яблоку или к соседним мышцам (у мышц промежности). Образованы сухожилия из оформленной плотной волокнистой соединительной ткани и отличаются большой прочностью. У мышц, расположенных на конечностях, сухожилия узкие и длинные. Многие лентовидные мышцы имеют широкие сухожилия, получившие название *апоневрозов*.

Классификация скелетных мышц

В настоящее время мышцы классифицируют с учетом их формы, строения, расположения и функции.

Форма мышц. Наиболее часто встречаются мышцы веретенообразные и лентовидные. Веретенообразные мышцы располагаются преимущественно на конечностях, где они действуют на длинные костные рычаги. Лентовидные мышцы имеют различную ширину, они обычно участвуют в образовании стенок туловища, брюшной, грудной полостей. Веретенообразные мышцы могут иметь два брюшка, разделенные промежуточным сухожилием (двубрюшная мышца), две, три и даже четыре начальные части – *головки* (двуглавые, трехглавые, четырехглавая мышца). Различают мышцы длинные и короткие, прямые и косые, круглые и квадратные.

Строение мышц. Мышцы могут иметь перистое строение, когда мышечные пучки прикрепляются к сухожилию с одной, двух или нескольких сторон. Это одноперистые, двуперистые, многоперистые

мышцы. Перистые мышцы построены из большого количества коротких мышечных пучков, обладают значительной силой. Это *сильные мышцы*. Однако они способны сокращаться лишь на небольшую длину. В то же время мышцы с параллельным расположением длинных мышечных пучков не очень сильные, но они способны укорачиваться до 50% своей длины. Это *ловкие мышцы*, они имеются там, где движения выполняются с большим размахом.

По выполняемой функции, а также по действию на суставы выделяют мышцы-сгибатели и разгибатели, приводящие и отводящие, сжиматели (сфинктеры) и расширители. Различают мышцы по их расположению в теле человека: поверхностные и глубокие, латеральные и медиальные, передние и задние, косые и прямые. (Рис. 4.1)

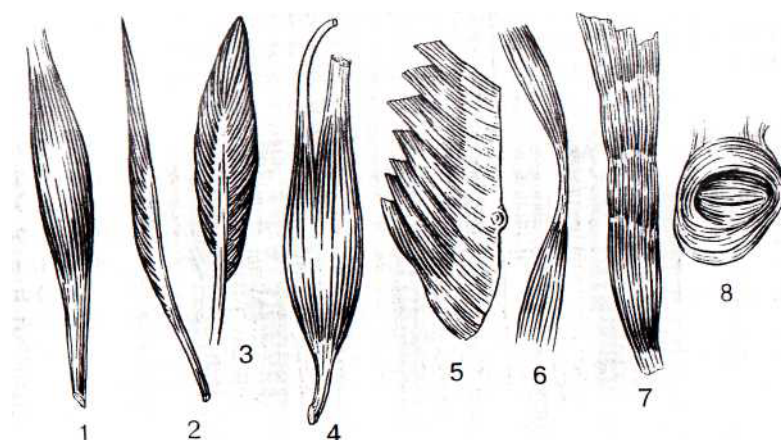


Рис. 4.1 Форма мышц

1 – веретенообразная; 2 – лентовидная; 3 – двубрюшная; 4 – двуглавая; 5 – одноперистая; 6 – двуперистая; 7 – широкая; 8 – сжиматель (сфинктер)

Свои функции мышцы выполняют с помощью *вспомогательных аппаратов*, к которым относятся фасции, фиброзные и костно-фиброзные каналы, синовиальные влагалища и синовиальные (слизистые) сумки, а также блоки.

Фасции – это соединительнотканые чехлы мышц. Они разделяют мышцы, образуя мышечные перегородки, устраняют трение мышц одна о другую. При кровоизлияниях, прорыве гнойника в сторону мышц фасции ограничивают распространение крови, гноя за пределы фасциального чехла. Выделяют фасции *собственные, поверхностные, глубокие*.

Каналы (фиброзные и костно-фиброзные) служат для удержания сухожилий в определенном положении при сокращении мышц. Внутри фиброзных каналов располагаются синовиальные влагалища, устраняющие трение сухожилия о стенки канала.

Синовиальные влагалища содержат небольшое количество жидкости (синовии) и смачивает скользящие одна о другую синовиальные пластинки.

Синовиальные (слизистые) сумки выполняют функцию, сходную с синовиальными влагалищами.

Блоками называют костные выступы (мышцелки, надмышцелки), через которые перекидывается мышечное сухожилие.

2. Работа и сила мышц

Мышцы действуют на костные рычаги, приводят их в движение или удерживают части тела в определенном положении. В каждом движении обычно участвует несколько мышц. Мышцы, действующие на сустав в одном направлении, называют *синергистами*, действующие в разных направлениях – *антагонистами*.

На кости скелета мышцы действуют с определенной силой и выполняют при этом работу – *динамическую* или *статическую*. При динамической работе костные рычаги изменяют свое положение, перемещаются в пространстве. При статической работе мышцы напрягаются, но длина их не изменяется, тело (или его части) удерживается в определенном неподвижном положении. Такое сокращение мышц без изменения их длины называют *изометрическим сокращением*.

С учетом места приложения мышечной силы к костному рычагу и других их характеристик в биомеханике выделяют рычаги первого рода и рычаги второго рода (рис. 4.2). У **рычага первого рода** точка приложения мышечной силы и точка сопротивления (масса груза, тяжесть тела) находятся по разные стороны от точки опоры (от сустава). Примером рычага первого рода может служить голова, которая опирается на атлант (точка опоры). Тяжесть головы (ее лицевая часть) находится по одну сторону от оси атланта-затылочного сочленения, а место приложения силы затылочных мышц к затылочной кости – по другую сторону. Равновесие головы достигается при условии, когда вращающий момент прилагаемой силы (произведение силы затылочных мышц на длину плеча, равную расстоянию от точки опоры до места приложения силы) будет соответствовать вращающему моменту силы тяжести передней части головы (произведение силы тяжести на длину плеча, равную расстоянию от точки опоры до точки приложения силы тяжести).

У **рычага второго рода** и точка приложения мышечной силы, и точка сопротивления (силы тяжести) находятся по одну сторону от точки опоры (оси сустава). В биомеханике выделяют два вида рычага второго рода. У *первого вида рычага второго рода* плечо приложения

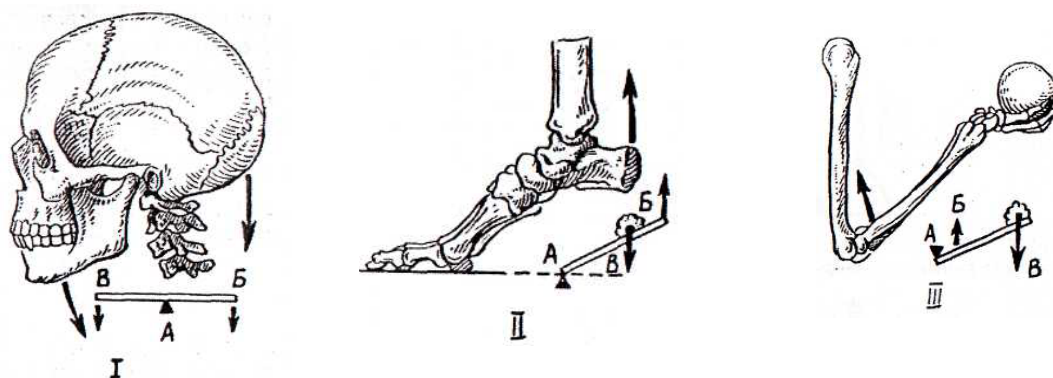


Рис. 4.2 Схема действия мышц на костные рычаги

I – рычаг первого рода (рычаг равновесия), II – первый вид рычага второго рода (рычаг силы), III – второй вид рычага второго рода (рычаг скорости). А – точка опоры, Б – точка приложения силы, В – точка сопротивления

мышечной силы длиннее плеча сопротивления. Например, стопа человека. Плечо приложения силы трехглавой мышцы голени (расстояние от пяточного бугра до точки опоры – головок плюсневых костей) длиннее плеча приложения силы тяжести тела (от оси голеностопного сустава до точки опоры). В этом рычаге имеется выигрыш в прилагаемой мышечной силе (рычаг длиннее) и проигрыш в скорости перемещения силы тяжести тела (рычаг короче). У *второго вида рычага второго рода* плечо приложения мышечной силы будет короче плеча сопротивления (приложения силы тяжести). Плечо от локтевого сустава до места прикрепления сухожилия двуглавой мышцы короче, чем расстояние от этого сустава до кисти, где находится приложение силы тяжести. В этом случае имеется выигрыш в скорости и размахе перемещения кисти (длинное плечо) и проигрыш в силе, действующей на костный рычаг (короткое плечо приложения силы).

Сила действия мышцы определяется весом того груза, который эта мышца может поднять на определенную высоту. Это подъемная сила мышцы, которая зависит от количества и толщины ее мышечных волокон. У человека мышечная сила составляет 5–10 кг на 1 см² физиологического поперечника мышцы. Для морфофункциональной характеристики мышц существуют понятия их анатомического и физиологического поперечников. *Физиологическим поперечником мышцы* называют сумму поперечного сечения всех мышечных волокон данной мышцы. *Анатомическим поперечником мышцы* является величина (площадь) поперечного ее сечения в наиболее широком месте. У мышцы с продольно расположенными волокнами (лентовидной, веретенообразной) величина анатомического и физиологического

поперечников будет одинаковой. При кривой ориентации большого числа коротких мышечных пучков, как это имеет место у перистых мышц, физиологический поперечник будет больше анатомического.

3. Мышечный тонус и утомление мышц

Мышечный тонус. Мышцы, прикрепляющиеся к костям скелета, всегда находятся в состоянии напряжения, которое называют *мышечным тонусом*. Этот тонус поддерживается в связи с постоянно поступающими из мозга нервными импульсами. Приходящие в мышцу нервные импульсы вызывают деполяризацию пресинаптической мембраны нервного окончания, где имеется огромное количество пузырьков, содержащих ацетилхолин. При этом ацетилхолин из синаптических пузырьков поступает в синаптическую щель и увеличивает проницаемость постсинаптической мембраны (мышечного волокна) для ионов Na^+ и K^+ . Проникновение положительно заряженных ионов внутрь мышечного волокна вызывает образование на его мембране постсинаптического электроотрицательного потенциала. В мышечном волокне возникает разность потенциалов, возбуждающая волокно и образование потенциала действия. Этот потенциал распространяется по мышечному волокну и вызывает его сокращение. Приведение мышечного волокна в исходное положение достигается благодаря ферменту холинэстеразе, которая разрушает ацетилхолин.

Благодаря мышечному тонусу тело человека занимает определенное положение в пространстве, поддерживается стартовая готовность выполнять любые движения, действия.

Утомлением называют временное снижение работоспособности, которая восстанавливается после отдыха. К утомлению мышц приводят чрезмерные величина физической нагрузки и ритм работы (слишком быстрая, или очень тяжелая, или медленная монотонная работа). При этом в мышце накапливаются продукты обмена (молочная кислота и другие), которые угнетают работу мышечных волокон, уменьшают их энергетические запасы (гликоген). После отдыха работоспособность мышцы восстанавливается, особенно после активного отдыха, т.е. после изменения характера работы, вида работы.

4. Мышцы тела человека

В зависимости от расположения в теле и для удобства изучения выделяют мышцы головы, шеи, туловища; мышцы верхних и нижних конечностей.

Мышцы головы

Мышцы головы в соответствии с их расположением и функцией подразделяют на две группы: мимические мышцы и жевательные мышцы.

Мимические мышцы

Мимические мышцы располагаются под кожей и группируются в виде сжимателей и расширителей вокруг ротового и носовых отверстий, глазниц, наружного слухового прохода. Начинаются мимические мышцы на костях черепа и вплетаются в соединительнотканную основу кожи. При своем сокращении они сдвигают кожу, изменяют ее рельеф, формируют мимику. Соответственно расположению мимические мышцы (парные) подразделяют на группы: мышцы свода черепа; мышцы, окружающие глазные щели; мышцы, окружающие ноздри (отверстия носа); мышцы, окружающие отверстие рта; мышцы ушной раковины.

Надчерепная мышца имеет два брюшка (лобное и затылочное), затылочное брюшко, сокращение которого тянет конец волосистой части головы назад, и оно начинается на затылочной кости, а лобное брюшко, при сокращении которого образуются поперечные складки кожи лба и брови поднимаются кверху, вплетается в кожу лба.

Круговая мышца глаз образована круговыми пучками, окружающими глазницу (глазничная часть), вплетающимися в кожу век и прикрепляющимися к слезному мешку. При своем сокращении закрывает глаза.

Круговая мышца рта закрывает ротовое отверстие, выдвигая губы вперед.

Жевательные мышцы образованы четырьмя парами коротких, толстых, сильных мышц, начинающихся на костях основания черепа и прикрепляющихся к единственной подвижной его кости – нижней челюсти. Две мышцы располагаются поверхностно (височная и собственно жевательная), две другие (крыловидные) находятся глубоко, медиально от ветви нижней челюсти, в подвисочной ямке.

Височная мышца, широкая вверху и узкая внизу, начинается на боковой поверхности мозгового черепа, а прикрепляется к венечному отростку нижней челюсти. Мышца действует на передние зубы (резцы, клыки), в связи с чем ее называют кусающей мышцей. Задние пучки этой мышцы тянут нижнюю челюсть назад.

Жевательная мышца начинается на скуловой дуге, следует вниз и кзади и прикрепляется к наружной поверхности угла нижней челюсти. Мышца поднимает угол нижней челюсти, участвует в акте жевания.

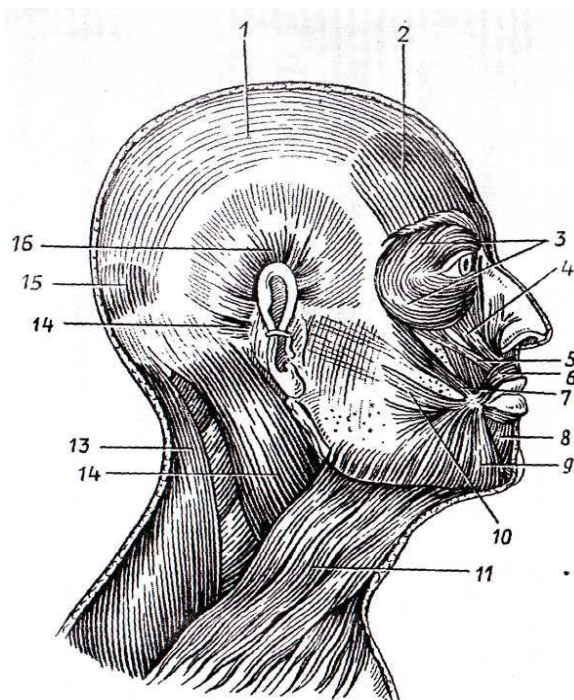


Рис. 4.3 Мышцы головы и шеи. Вид справа

1 – сухожильный шлем (надчерепной апоневроз), 2 – лобное брюшко затылочно-лобной мышцы, 3 – круговая мышца глаза, 4 – мышца, поднимающая верхнюю губу, 5 – мышца, поднимающая угол рта, 6 – круговая мышца рта, 7 – большая скуловая мышца, 8 – мышца, опускающая нижнюю губу, 9 – мышца, опускающая угол рта, 10 – мышца смеха, 11 – подкожная мышца шеи, 12 – грудино-ключично-сосцевидная мышца, 13 – трапециевидная мышца, 14 – задняя ушная мышца, 15 – затылочное брюшко затылочно-лобной мышцы, 16 – верхняя ушная мышца

Мышцы шеи

Подкожная мышца шеи или платизма, тонкая, плоская, расположена непосредственно под кожей. Начинается она на поверхностной фасции груди и в толще кожи ниже ключицы, направляется вверх, вплетается в жевательную фасцию и в ткани угла рта. При своем сокращении мышца тянет угол рта вниз, оттягивает кожу шеи вперед, предохраняя поверхностные вены от сдавливания.

Грудино-ключично-сосцевидная мышца начинается двумя ножками на груди и ключице и прикрепляется к сосцевидному отростку височной кости. При двустороннем сокращении этих мышц голова запрокидывается назад. При одностороннем сокращении мышца наклоняет голову в свою сторону и одновременно поворачивает ее в противоположную сторону.

Шилоподъязычная мышца начинается на шиловидном отростке височной кости и прикрепляется к подъязычной кости.

Мышцы туловища

Мышцы туловища, располагаясь сзади, спереди и по бокам по отношению к позвоночнику, обеспечивают его подвижность, а также движения ребер, головы, плечевого и тазового поясов, участвуют в образовании стенок полостей тела (грудной, брюшной, таза). Соответственно положению различают мышцы спины, груди, живота, промежности. Все скелетные мышцы, кроме диафрагмы и надчерепной мышцы, парные.

Мышцы спины

Трапецевидная мышца начинается на затылочной кости, выйной связке и остистых отростках всех грудных позвонков. Прикрепляется эта мышца к акромиальному концу ключицы, акромиону и кости лопатки. При сокращении всей мышцы лопатка приближается к позвоночнику. Верхняя часть мышцы тянет лопатку вверх и медиально, нижняя – вниз и медиально.

Широчайшая мышца спины начинается на гребне подвздошной кости, на остистых отростках всех поясничных и шести нижних грудных позвонков. Поднимаясь вверх и латерально, мышца продолжается в узкое сухожилие, которое прикрепляется к гребню малого бугорка плечевой кости.

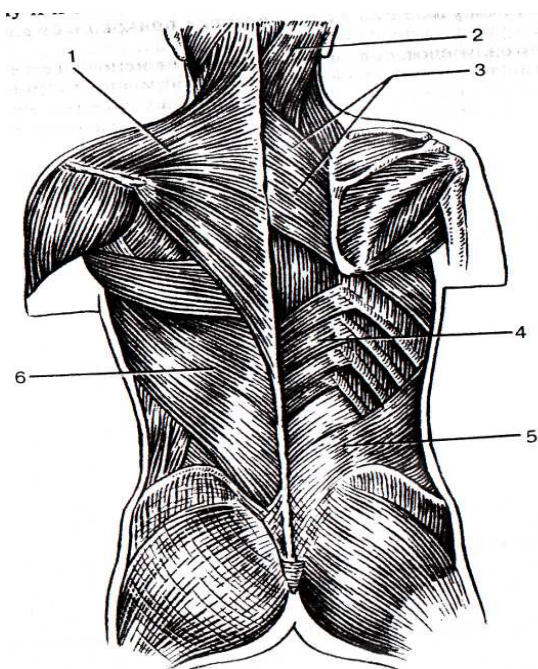


Рис. 14.4 Мышцы спины

1 – трапецевидная мышца; 2 – ременная мышца головы; 3 – большая и малая ромбовидные мышцы; 4 – нижняя задняя зубчатая мышца; 5 – пояснично-грудная фасция; 6 – широчайшая мышца спины

Мышцы груди

Большая грудная мышца, треугольной формы, начинается на наружной поверхности ключицы, грудины и хрящей II – IV ребер. Прикрепляется мышца узким сухожилием к гребню большого бугорка плечевой кости. Мышца приводит руку к туловищу и вращает ее внутрь. При фиксированной руке поднимает ребра, расширяет грудную клетку.

Наружные и внутренние межреберные мышцы располагаются в межреберных промежутках в два слоя. Наружные мышцы поднимают ребра (акт вдоха), внутренние – опускают ребра (акт выдоха).

Передняя зубчатая мышца начинается зубцами от девяти верхних ребер, направляется сзади медиально и прикрепляется к медиальному краю лопатки, вплоть до нижнего ее угла. Мышца тянет лопатку кпереди, поворачивая ее нижний угол кнаружи. При фиксированной лопатке мышца поднимает ребра, участвуя в акте вдоха.

Мышцы живота

Наружная косая мышца живота, широкая, тонкая, начинается зубцами на восьми нижних ребрах, откуда следует вперед и вниз. Мышца продолжается в широкое сухожилие (апоневроз), которое прикрепляется к гребню позвоночной кости, лобковому симфизу. По срединной линии передней брюшной стенки апоневроз соединяется с таким же сухожилием другой наружной косой мышцы, где они образуют так называемую белую линию живота.

5. Развитие и возрастные особенности скелетных мышц

Мышцы в онтогенезе растут иначе, чем другие ткани: если у большинства этих тканей по мере развития снижаются темпы роста, то у мышц максимальная скорость роста приходится на заключительный пубертатный скачок роста. В то время как относительная масса мозга у человека от рождения до взрослого состояния снижается с 10 до 2%, относительная масса мышц возрастает с 22 до 40%.

Мышцы тела человека развиваются из среднего зародышевого листа (мезодермы), той его заднебоковой части, которая входит в состав сегментов тела – *сомитов*. Эти зачатки мускулатуры – миотомы – разрастаются; из задних их отделов (дорсальных) образуются мышцы спины из передних (вентральных) – мышцы груди и живота. Мышцы конечностей формируются из передних отделов некоторых туловищных миотомов, которые вырастают в зачатки конечностей. Мышцы головы (жевательные, мимические) и некоторые мышцы шеи развиваются из мышечных зачатков висцеральных и жаберных дуг.

К моменту рождения ребенка наиболее развиты мышцы головы, туловища и верхних конечностей. У новорожденного масса мышц составляет примерно 20% всей массы тела. Сухожилия мышц и фасции у новорожденного развиты слабо.

После рождения мышцы растут, постепенно увеличиваются их размеры и масса. Удлиняются сухожилия. Рост мышц в длину продолжается до 23-24 лет. Наиболее интенсивный рост мышечных волокон и мышц в целом происходит в детском и подростковом возрасте. Благодаря двигательной активности и физическим нагрузкам мышечные волокна утолщаются, увеличивается масса мышц. У мышц увеличивается эластичность (растяжимость) их мышечных волокон, в волокнах возрастает количество миофибрилл. В физически развитых мышцах увеличивается количество кровеносных капилляров.

Мышцы тела человека

Название мышцы	Начало мышцы	Прикрепления мышцы	Функция мышцы
<i>Мимические мышцы</i>			
Круговая мышца рта	В коже угла рта	В коже в области средней линии	Закрывает ротовое отверстие, выдвигает губы вперед
Круговая мышца глаза: глазничная, слезная и вековая части			Глазничная часть мышцы разглаживаются поперечные складки лба, опускаются брови и сужается глазная щель. При сокращении вековой части глазная щель полностью смыкается, а слезные части расширяются в слезный мешок
<i>Жевательные мышцы</i>			
Жевательная мышца	Задняя треть нижнего края и вся внутренняя поверхность скуловой дуги	Жевательная бугристость нижней челюсти	Поднимает угол нижней челюсти; поверхностная часть мышцы участвует также в выдвигании нижней челюсти вперед

Височная мышца	Височная поверхность теменной и чешуя височной кости	Толстым сухожилием к венечному отростку нижней челюсти	Поднимает нижнюю челюсть; задние пучки тянут челюсть назад
Мышцы шеи			
Подкожная мышца шеи, или платизма	Поверхностная пластинка грудной фасции ниже ключицы	Жевательная фасция, край нижней челюсти, угол рта	Тянет угол рта вниз, оттягивает кожу шеи, препятствуя сдавливанию подкожных вен
Грудино-ключично-сосцевидная мышца	Рукоятка грудины, медиальная треть ключицы	Сосцевидный отросток височной кости, верхняя выйная линия	При одностороннем сокращении наклоняет голову в свою сторону и поворачивает лицо в противоположную сторону, при двустороннем – запрокидывает голову назад, при фиксированной голове тянет вверх грудную клетку
Шилоподъязычная мышца	Шиловидный отросток височной кости	Тело подъязычной кости вблизи места своего прикрепления, сухожилие расщепляет и охватывает промежуточное сухожилие двубрюшной мышцы	Тянет подъязычную кость кверху, назад и в свою сторону
Грудная мускулатура			
Большая грудная мышца	От перед. части грудины от хрящей 2-7 верх. ребер	Гребень большого бугорка плечевой кости	Приводит плечо к туловищу, опускает поднятое плечо, поворачивает его вовнутрь. Участвует в акте вдоха
Передняя зубчатая мышца	Крупными зубцами от 1-9 ребер	Медиальный край и нижний угол лопатки	Тянет лопатку латерально и вперед. При укрепленной лопатке поднимает ребра

Наружные межреберные мышцы	Нижний край выше лежащего ребра, снаружи от его борозды	Верхний край ниже лежащего ребра	Поднимает ребра, обеспечивает вдох
Внутренние межреберные мышцы	Верхний край ниже лежащего ребра	Нижний край выше лежащего ребра кнутри от его борозды	Опускает ребра, обеспечивает выдох
Диафрагма	По всей окружности нижнего отверстия грудной клетки	К сухожильному центру	Обеспечивает вдох
<i>Мышцы спины</i>			
Трапециевидная мышца	Наружный затылочный выступ, верхняя выйная линия, выйная связка, остистые отростки 7 шейного и верхних грудных позвонков, надостная связка	Акромиальный конец ключицы; акромион, ость лопатки; у места прикрепления к акромиону имеется подсухожильная сумка	При сокращении всех частей мышцы приближает лопатку к позвоночнику: наклоняет голову назад, разгибает шейную часть позвоночника
Широчайшая мышца	Остистые отростки нижних грудных и всех поясничных позвонков, дорсальная поверхность крестца, наружная губа подвздошного гребня, 9-12 ребра	Гребень малого бугорка плечевой кости; на месте прикрепления имеется подсухожильная сумка	Приводит плечо, тянет его кзади, поворачивает кнутри, опускает поднятую руку. При фиксированных руках подтягивает туловище

Мышцы живота			
Наружная косая мышца	Крупными зубцами от наружной поверхности 8 нижних ребер	Наружная губа подвздошного гребня, лобковый симфиз, влагалище прямой мышцы живота. Нижний край апоневроза наружной косой мышцы перекидывается между верхней передней подвздошной остью и лобковым бугорком и образует паховую связку. У места прикрепления к лобковой кости апоневроз расходится, образуя две ножки	Опускает ребра, поворачивает туловище в противоположную сторону

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите функции и свойства скелетных мышц.
2. Функции вспомогательных аппаратов мышц.
3. Какие виды работы мышц вы знаете? Приведите примеры.
4. В результате чего появляется утомление мышц? Какой вид отдыха лучше всего восстанавливает их работоспособность?
5. Перечислите мышц головы (начало и место прикрепления).
6. Мышцы шеи (начало и место прикрепления).
7. Мышцы спины (начало и место прикрепления).
8. Мышцы живота (начало и место прикрепления).
9. Мышцы груди (начало и место прикрепления).
10. Возрастные особенности скелетных мышц.

ТЕМА 5. НЕРВНАЯ СИСТЕМА, СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ

ПЛАН

1. Строение и функции нервной системы. Глия.
2. Рефлекс. Рефлекторная дуга. Классификация рефлексов.
3. Возрастные особенности головного и спинного мозга.

1. Строение и функции нервной системы. Глия

Нервная система регулирует и координирует деятельность всех органов и систем, обуславливая целостность функционирования организма. Благодаря ей осуществляется связь организма с внешней средой и его адаптация к постоянно меняющимся условиям. Нервная система является материальной основой сознательной деятельности человека, его мышления, поведения, речи.

К центральной нервной системе относятся головной и спинной мозг. Оба они эволюционно, морфологически и функционально связаны между собой и без резкой границы переходят друг в друга.

Функции нервной системы

1. Обеспечивает связь организма с внешней средой.
2. Обеспечивает взаимосвязь всех частей организма между собой.
3. Обеспечивает регуляцию трофических функций, т.е. регулирует обмен веществ.
4. Нервная система, в частности головной мозг, является субстратом психической деятельности.

Функционально нервная система подразделяется на соматическую и автономную (вегетативную), анатомически – на центральную нервную систему и периферическую нервную систему (рис.5.1).

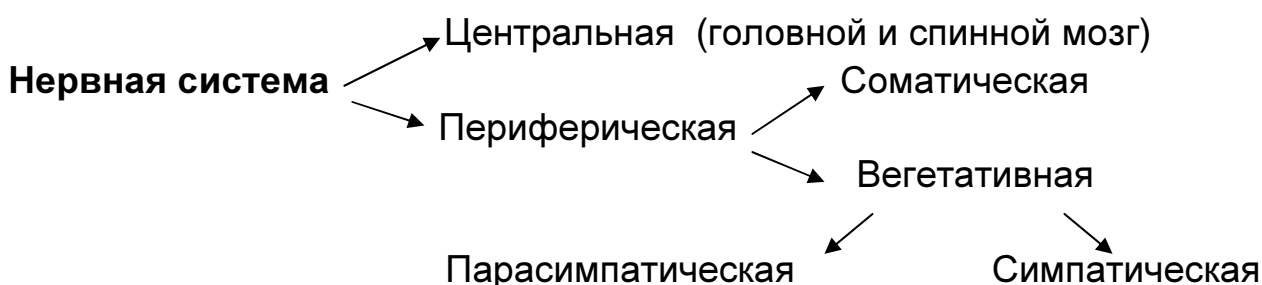


Рис. 5.1. Строение нервной системы

Соматическая нервная система регулирует работу скелетных мышц и обеспечивает чувствительность человеческого тела. Автономная (вегетативная) нервная система регулирует обмен веществ, работу внутренних органов и гладких мышц.

Вегетативная нервная система иннервирует все внутренние органы. Она обеспечивает также трофическую иннервацию скелетных мышц, других органов и тканей и самой нервной системы.

Периферическая нервная система образована многочисленными парными нервами, нервными сплетениями и узлами. Нервы доставляют импульсы из ЦНС непосредственно к рабочему органу – мышце – и информацию с периферии в ЦНС.

Основными элементами нервной системы являются нервные клетки (нейроны). Подтверждение клеточной теории строения нервной системы было получено с помощью электронной микроскопии, показавшей, что мембрана нервной клетки напоминает основную мембрану других клеток. Она представляется сплошной на всем протяжении поверхности нервной клетки и отделяет от других клеток. Каждая нервная клетка является анатомической, генетической и метаболической единицей, как и клетки других тканей организма. В нервной системе человека содержится около 100 млрд нервных клеток. Поскольку каждая нервная клетка функционально связана с тысячами других нейронов, количество возможных вариантов таких связей близко к бесконечности. Нервную клетку следует рассматривать как один из уровней организации нервной системы, связующих молекулярный, синаптические, субклеточные уровни с надклеточными уровнями канальных нейронных сетей, нервных центров и функциональных систем мозга, организующих поведение.

Строение нейрона. Тело нейрона, которое связано с отростками, является центральной частью нейрона и обеспечивает питание остальных частей клетки. Тело покрыто слоистой мембраной, которая представляет собой два слоя липидов с противоположной ориентацией, образующих матрикс, в который заключены белки. Тело нейрона имеет ядро или ядра, содержащие генетический материал.

Ядро регулирует синтез белков во всей клетке и контролирует дифференцирование молодых нервных клеток. В цитоплазме тела нейрона содержится большое количество рибосом. Одни рибосомы располагаются свободно в цитоплазме по одной или образуют скопления. Другие рибосомы прикрепляются к эндоплазматическому ретикулуму, представляющему внутреннюю систему мембран, канальцев, пузырьков. Прикрепленные к мембранам рибосомы синтезируют белки, которые потом транспортируются из клетки. Скопления эндоплазматического ретикулума со встроенными в него рибосомами составляют характерное для тел нейронов образование – субстанцию Ниссля. Скопления гладкого эндоплазматического ретикулума, в которые

не встроены рибосомы, составляют сетчатый аппарат Гольджи; предполагается, что он имеет значение для секреции нейромедиаторов и нейромодуляторов. Лизосомы представляют собой заключенные в мембраны скопления различных гидролитических ферментов. Важными органеллами нервных клеток являются митохондрии – основные структуры энергообразования. На внутренней мембране митохондрии содержатся все ферменты цикла лимонной кислоты – важнейшего звена аэробного пути расщепления глюкозы, который в десятки раз эффективней анаэробного пути. В нервных клетках содержатся также микротрубочки, нейрофиламенты и микрофиламенты, различающиеся диаметром. Микротрубочки (диаметр 300 нм) идут от тела нервной клетки в аксон и дендриты и представляют собой внутриклеточную транспортную систему. Нейрофиламенты (диаметр 100 нм) встречаются только в нервных клетках, особенно в крупных аксонах, и тоже составляют часть ее транспортной системы. Микрофиламенты (диаметр 50 нм) хорошо выражены в растущих отростках нервных клеток, они участвуют в некоторых видах межнейронных соединений.

Дендриты представляют собой древовидно-ветвящиеся отростки нейрона, его главное рецептивное поле, обеспечивающее сбор информации, которая поступает через синапсы от других нейронов или прямо из среды. При удалении от тела происходит ветвление дендритов: число дендритных ветвей увеличивается, а диаметр их сужается. На поверхности дендритов многих нейронов (пирамидные нейроны коры, клетки Пуркинье мозжечка и др.) имеются шипики. Шипиковый аппарат является составной частью системы канальцев дендрита: в дендритах содержатся микротрубочки, нейрофиламенты, сетчатый аппарат Гольджи и рибосомы. Функциональное созревание и начало активной деятельности нервных клеток совпадает с появлением шипиков; продолжительное прекращение поступления информации к нейрону ведет к рассасыванию шипиков. Наличие шипиков увеличивает воспринимающую поверхность дендритов.

Аксон представляет собой одиночный, обычно длинный выходной отросток нейрона, служащий для быстрого проведения возбуждения. В конце он может ветвиться на большое (до 1000) количество веточек.

Строение нейрона представлено на рисунке 5.2.

Нервные клетки выполняют ряд общих **функций**, направленных на поддержание собственных процессов организации. Это обмен веществами с окружающей средой, образование и расходование энергии, синтез белков и др. Кроме того, нервные клетки выполняют свойственные только им специфические функции по восприятию,

переработке и хранению информации. Нейроны способны воспринимать информацию, перерабатывать (кодировать) ее, быстро передавать информацию по конкретным путям, организовывать взаимодействие с другими нервными клетками, хранить информацию и генерировать ее. Для выполнения этих функций нейроны имеют полярную организацию с разделением входов и выходов и содержат ряд структурно-функциональных частей.

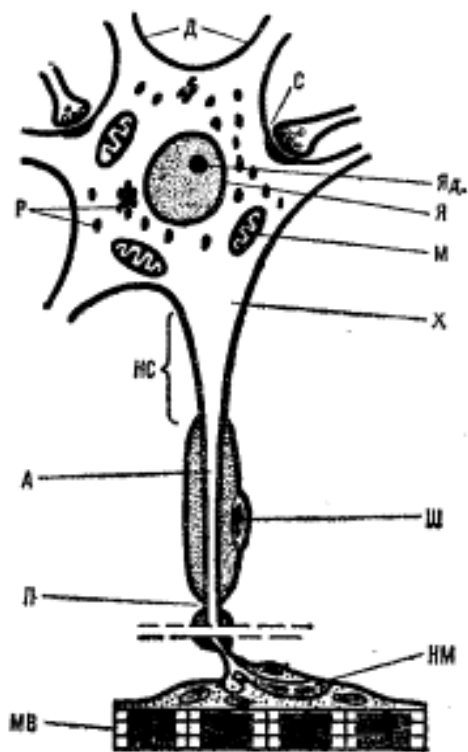


Рис. 5.2. Строение нейрона

- | | |
|--------------------------------|------------------------|
| Я – ядро | Яд – ядрышко |
| М – Митохондрии | Р – рибосомы |
| Д – дендриты | С – синапс |
| Х – аксонный холмик | НС – начальный сегмент |
| А – аксон | Ш – шванновская клетка |
| П – перехват Ранвье | МВ – мышечное волокно |
| НМ – нервно-мышечное окончание | |

Классификация нейронов. Нейроны делят на следующие группы: по медиатору, выделяющемуся в окончаниях аксонов, различают нейроны адренергические, холинергические, серотонинергические и т.д.

В зависимости от отдела ЦНС выделяют нейроны соматической и вегетативной нервной системы.

По направлению информации различают следующие нейроны:

- афферентные, воспринимающие с помощью рецепторов информацию о внешней и внутренней среде организма и передающие ее в вышележащие отделы ЦНС;

- эфферентные, передающие информацию к рабочим органам – эффекторам (нервные клетки, иннервирующие эффекторы, иногда называют эффекторными);

- вставочные (интернейроны), обеспечивающие взаимодействие между нейронами ЦНС.

По влиянию выделяют возбуждающие и тормозящие нейроны.

По активности различают фоновоактивные и «молчащие» нейроны, возбуждающиеся только в ответ на раздражение. Фоновоактивные нейроны отличаются общим рисунком генерации импульсов, так как одни нейроны разряжаются непрерывно (ритмично или аритмично), другие – пачками импульсов. Интервал между импульсами в пачке составляет миллисекунды, между пачками – секунды. Фоновоактивные нейроны играют важную роль в поддержании тонуса ЦНС и особенно коры большого мозга.

По воспринимаемой сенсорной информации нейроны делят на моно-, би- и полисенсорные. Моносенсорными являются нейроны центра слуха в коре большого мозга. Бисенсорные нейроны встречаются во вторичных зонах анализаторов в коре (нейроны вторичной зоны зрительного анализатора в коре большого мозга реагируют на световые и звуковые раздражители). Полисенсорные нейроны – это нейроны ассоциативных зон мозга, моторной коры; они реагируют на раздражения рецепторов кожного, зрительного, слухового и других анализаторов.

Нервные клетки связаны между собой многочисленными связями: концевые разветвления аксона одного нейрона соприкасаются с дендритами другого нейрона, либо разветвления аксона оплетают все тело другого нейрона. Места тесного соприкосновения нейронов называют синапсами.

Синапсы – структурные образования, которые обеспечивают передачу возбуждения с нервной клетки на нервную клетку или с нервной клетки на клетки рабочего органа. Термин «синапс» был предложен английским физиологом Ч. Шеррингтоном.

Любой синапс состоит из 3 частей – пресинаптический отдел, синаптическая щель и постсинаптический отдел.

Пресинаптическая часть состоит из конечной части аксона, покрытой пресинаптической мембраной. Внутри находятся пузырьки – везикулы, содержащие химическое вещество – медиатор.

Синаптическая щель заполнена жидкостью, близкой по составу к плазме крови.

Постсинаптический отдел представлен постсинаптической мембраной, в которой находятся хеморецепторы, чувствительные к определенным медиаторам.

В синапсе имеется большое количество митохондрий.

Электрический импульс возбуждения, проходя по аксону, доходит до синаптических пузырьков, в результате происходит оседание и разрыв. Из пузырьков выходит ацетилхолин, который через поры пресинаптической мембраны поступает в синаптическую щель и вступает

в химическое взаимодействие с рецепторами постсинаптической мембраны. В результате прекращается движение катионов калия и значительно увеличивается движение катионов натрия, они движутся внутри нервного волокна и на поверхности постсинаптической мембраны возникает отрицательный заряд – происходит деполяризация. В виде волны возбуждения он передается к другой нервной клетке.

Классификация синапсов основана на различных признаках:

По месту расположения	По месту расположения на клетке	По функции	По механизму проведения возбуждения
межнейронные	аксо-соматические	возбуждающие	химические
периферические	аксо-дендритические	тормозные	электрические
	аксо-аксональные		смешанные
	дендро-дендритические		

Нейроглия, или глия впервые была выделена в отдельную группу элементов нервной системы в 1871 г. Р. Вирховым. Клетки нейроглии заполняют пространство между нейронами, составляя 40% от объема мозга. С возрастом у человека в мозге число нейронов уменьшается, а число глиальных клеток увеличивается. По размеру глиальные клетки в 3 – 4 раза меньше нервных, их число огромно и с возрастом увеличивается (число нейронов уменьшается). Тела нейронов, как и их аксоны, окружены глиальными клетками. Глиальные клетки выполняют несколько функций: опорную, защитную, изолирующую, обменную (снабжение нейронов питательными веществами). Микроглиальные клетки способны к фагоцитозу, ритмическому изменению своего объема (период сокращения – 1,5 мин, расслабления – 4 мин). Циклы изменения объема повторяются через каждые 2 – 20 ч. Полагают, что пульсация способствует продвижению аксоплазмы в нейронах и влияет на ток межклеточной жидкости. Процессы возбуждения в нейронах и электрические явления в глиальных клетках, по-видимому, взаимодействуют.

Глия выполняет следующие функции:

- обеспечивает нормальную деятельность отдельных нейронов и всего мозга;
- обеспечивает надежную электрическую изоляцию тел нейронов, их отростков, синапсов для исключения неадекватного взаимодействия между нейронами при распространения возбуждения по нейронным цепям мозга;
- трофическую функцию.

2. Рефлекс. Рефлекторная дуга. Классификация рефлексов

В основе деятельности нервной системы лежит отражательный или рефлекторный характер, то есть рефлекс.

Рефлекс – ответная реакция организма, которая возникает на различные раздражители внешней или внутренней среды и осуществляемая с помощью ЦНС.

В XVII веке Р. Декарт выделил непроизвольные движения в группу отражённых действий, которые возникают в результате отражения нервной системой раздражителей, которые воздействуют на организм. Выражаются в виде конечных ответных реакций.

Анатомический путь, по которому осуществляется рефлекс, называется **рефлекторной дугой** (рис.5.3). Она имеет 5 звеньев:

- 1) рецептор – образования, который воспринимал раздражение
- 2) афферентный или сенсорный, чувствительный, центроостремительный путь.
- 3) нервный центр – участок ЦНС
- 4) эфферентный, или двигательный, моторный центробежный путь.
- 5) Рабочий орган или эффектор

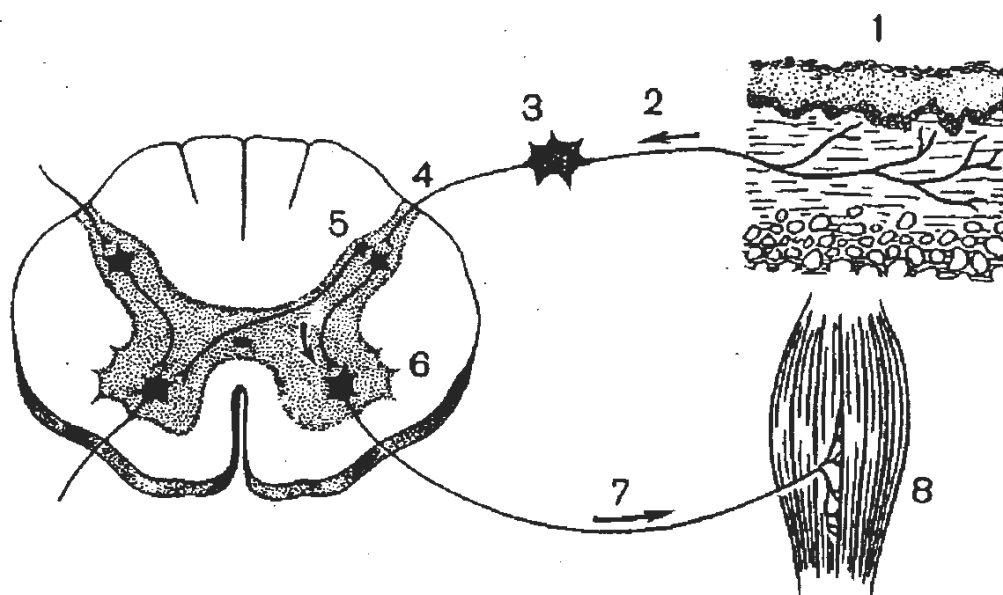


Рис. 5.3. Схема рефлекторной дуги

1 – рецепторный аппарат; 2 – чувствительное волокно нерва; 3 – тело чувствительного нейрона; 4 – чувствительный нейрон спинного мозга; 5 – вставочный нейрон; 6 – двигательный нейрон спинного мозга; 7 – двигательное волокно нерва; 8 – нервно-мышечный синапс.

Рефлекс осуществляется не по линейной схеме, а по типу рефлекторного кольца (по Анохину). Добавляется шестое звено – обратная афферентная связь.

Образованная связь обеспечивает нервные центры информацией о состоянии рабочего органа и это даёт возможность вносить необходимые коррективы в формирование рефлекторного акта.

Рефлекторные дуги могут быть разными по сложности:

- моносинаптические (двухнейронные);
- полисинаптические (3 и более нейронов).

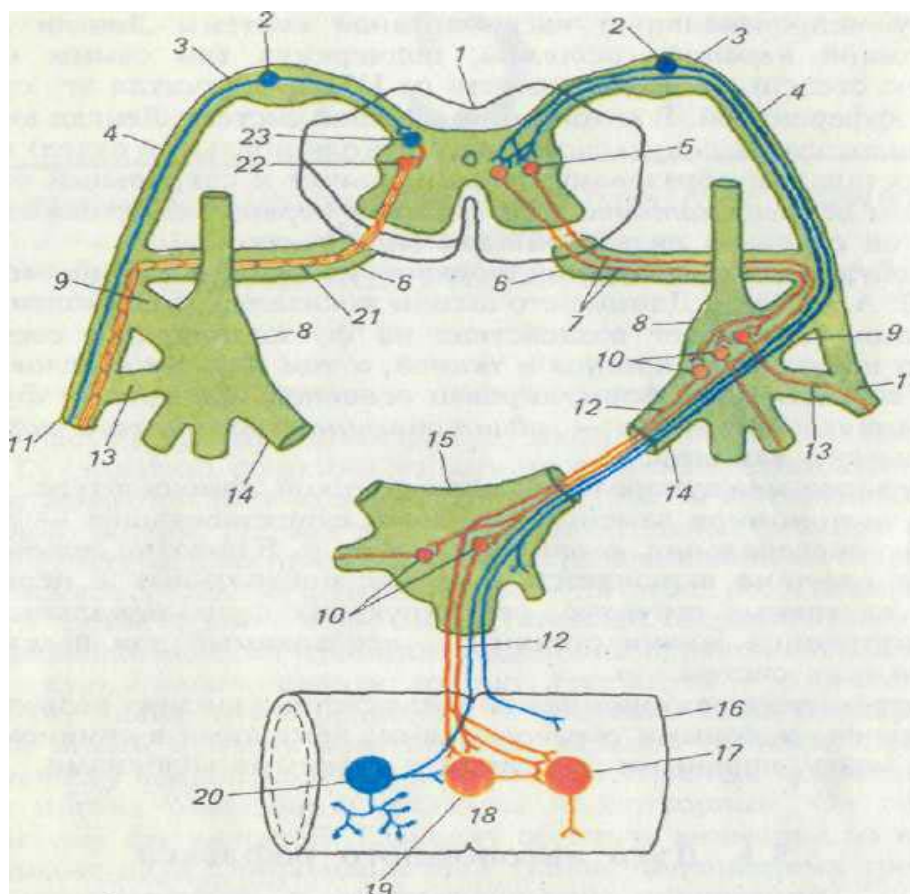


Рис. 5.4. Принципиальная схема дуги автономного (справа) И соматического (слева) рефлексов

1 – спинной мозг, 2 – чувствительный нейрон, 3 – спинальный ганглий, 4 – дорсальный корешок, 5 – вставочный (преганглионарный) нейрон дуги автономного рефлекса, 6 – вентральный корешок, 7 – преганглионарное волокно, 8 – паравертебральный узел (узел пограничного симпатического ствола), 9 – белая соединительная ветвь, 10 – двигательный (постганглионарный) нейрон дуги автономного рефлекса, 11 – соматический нерв, 12 – постганглионарное волокно, 13 – серая соединительная ветвь, 14 – висцеральная ветвь, 15 – превертебральный узел (узел брыжеечного сплетения), 16 – кишка, 17 – эффекторный нейрон функционального модуля метасимпатической нервной системы, 19 – интернейрон функционального модуля, 20 – чувствительный нейрон функционального модуля, 21 – двигательное соматическое волокно, 22 – двигательный нейрон соматической рефлекторной дуги, 23 – вставочный нейрон соматической рефлекторной дуги.

Классификация рефлексов

По принципу	По биологическому значению	По месту локализации рецепторов	По характеру ответной реакции
безусловные	Пищевые	экстерорецептивные	двигательные
условные	ориентировочные	интерорецептивные	секреторные;
	оборонительные		сердечные
	локомоторные		дыхательные

3. Возрастные особенности головного и спинного мозга

У новорожденного спинной мозг составляет в длину 14 см, к двум годам – 20 см, к 10 годам – 29 см. Масса спинного мозга у новорожденного составляет 5,5 г, к двум годам – 13 г, к 7 годам – 19 г. У новорожденного хорошо выражены два утолщения, а центральный канал шире, чем у взрослого. В первые два года происходит изменение просвета центрального канала. Объем белого вещества возрастает быстрее, чем объем серого вещества.

Чувствительность имеет огромное значение в жизнедеятельности организма. Посредством чувствительности (ощущения) устанавливается связь организма с внешней средой и ориентировка в ней. Чувствительность необходимо рассматривать с точки зрения учения об анализаторах.

Анализатор – сложный нервный механизм, который воспринимает раздражение, проводит его в мозг и анализирует, то есть разлагает на отдельные элементы. Анализатор имеет расположенный на периферии воспринимающий проводниковый аппарат (нервные проводники) и находящийся в коре головного мозга центральный аппарат. Корковый отдел анализатора осуществляет анализ и синтез различных раздражений внешнего мира и внутренней среды организма. Различают зрительный, слуховой, обонятельный, вкусовой и кожный анализаторы.

Периферический аппарат анализатора называется рецептором. Рецепторы воспринимают раздражение и перерабатывают его в нервный импульс. Различают экстерорецепторы, воспринимающие раздражения из внешней среды, интерорецепторы, воспринимающие раздражения из внутренних органов организма, и проприорецепторы, воспринимающие раздражения из мышц, сухожилий, суставов. Импульсы в проприорецепторах возникают в связи с изменением натяжения сухожилий, мышц и ориентируют организм в отношении положения тела в пространстве и совершения движения.

Вид чувствительности связан с типом рецепторов. Болевая, температурная и тактильная чувствительность связана с экстерорецепторами и относится к поверхностной чувствительности.

Чувство движения и положения туловища и конечностей в пространстве (мышечно-суставное чувство), чувство давления и веса, вибрационная чувствительность связаны с проприорецепторами и относятся к глубокой чувствительности. Различают также сложные виды чувствительности: чувство локализации раздражения, стереогноз (узнавание предметов на ощупь) и другие.

Теснейшая связь нервной системы со всеми жизненными отправлениями организма достигается благодаря тому, что различные органы, части тела и целые физиологические системы как бы спроецированы в определенные нервные центры. Так, например, в чувствительных зонах коры больших полушарий имеются специальные участки, куда спроецированы чувствительные импульсы от ног, туловища, рук, лица. Этот принцип соматотопической проекции (проекции частей тела) прослеживается и во многих подкорковых образованиях головного мозга. На уровне спинного мозга соматотопическая проекция имеет своеобразную форму: части тела представлены посегментно. Эти сегменты схематически выглядят как поперечные полосы на туловище, продольные – на конечности и концентрические окружности – на лице. Каждый сегмент тела соответствует сегменту спинного мозга.

В функционировании нервной системы наблюдаются признаки иерархичности: одна и та же функция предварительно регулируется низшими центрами, над которыми надстраиваются более высокие. Такая многоэтажность регуляции значительно повышает надежность работы нервной системы и в тоже время является отражением ее эволюционной истории.

Возрастные особенности головного мозга.

Масса головного мозга у новорожденного составляет в среднем 390 г. К концу первого года жизни она удваивается, а к 3-4 годам – утраивается. После 7-ми лет масса возрастает медленно и максимального значения достигает к 20-29 годам (1355 г – у мужчин и 1220 г – у женщин). Примерно до 60 лет масса мозга существенно не изменяется, а после 60 лет отмечается некоторое уменьшение.

К моменту рождения большинство ядер ствола мозга хорошо развито, отростки их нейронов миелинизированы. Структуры среднего мозга к моменту рождения дифференцированы недостаточно. Такие ядра, как красное ядро, черное вещество, созревают в постнатальный период, формируя нисходящие проводящие пути экстрапирамидной

системы. Промежуточный мозг у новорожденного развит относительно хорошо. К моменту рождения дифференцированы специфические и неспецифические ядра таламуса, благодаря чему сформированы все виды чувствительности. Окончательное созревание таламических ядер заканчивается примерно к 13 годам. К 2-3-летнему возрасту большинство гипоталамических ядер уже сформировано, но их окончательное функциональное созревание происходит к 15-16 годам.

Интенсивное развитие структур мозжечка происходит в период полового созревания. У годовалого ребенка масса мозжечка составляет 90 г. К 7 годам она достигает массы мозжечка взрослого человека (130 г).

Вопросы для самоконтроля

1. Общий план строения нервной системы.
2. Роль симпатической и парасимпатической нервной системы.
3. Синапс, строение и функции.
4. Рефлекс, классификация и значение.
5. Рефлекторная дуга, ее звенья (вегетативная и соматическая). Современные представления о рефлекторной дуге.
7. Возрастные особенности нервной системы.

ТЕМА 6. АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ. ВЫСШАЯ НЕРВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ. УСЛОВНЫЕ РЕФЛЕКСЫ

ПЛАН

1. Спинной мозг (топография и строение)
2. Отделы головного мозга
 - 2.1. Большие полушария (доли, борозды, извилины, серое и белое вещество)
 - 2.2. Строение ствола мозга (продолговатый мозг, задний мозг, средний мозг)
 - 2.3. Строение промежуточного мозга (таламус, эпителиамус, метаталамус, гипоталамус)
 - 2.4. Кора головного мозга
3. Понятие о ВНД
4. Условные рефлексy
5. Типы ВНД

1. Спинной мозг (топография и строение)

Спинной мозг более древнее образование центральной нервной системы. Спинной мозг по внешнему виду представляет собой длинный, цилиндрической формы, уплощенный спереди назад тяж с узким центральным каналом внутри.

Длина спинного мозга взрослого человека в среднем 43 см, масса – около 34-38 г, что составляет примерно 2 % от массы головного мозга.

Спинной мозг имеет сегментарное строение. На уровне большого затылочного отверстия переходит в головной мозг, а на уровне 1 – 2 поясничных позвонков заканчивается мозговым конусом, от которого отходит терминальная /концевая/ нить, окруженная корешками поясничных и крестцовых спинномозговых нервов. В местах отхождения нервов к верхним и нижним конечностям имеются утолщения. Эти утолщения называют шейным и поясничным /пояснично-крестцовым/. В утробном развитии эти утолщения не выражены, шейное утолщение на уровне V - VI шейных сегментов и пояснично-крестцовое в области III – IV поясничных сегментов. Морфологических границ между сегментами спинного мозга не существует, поэтому деление на сегменты является функциональным.

От спинного мозга отходят 31 пара спинномозговых нервов: 8 пар шейных, 12 пар грудных, 5 пар поясничных, 5 пар крестцовых и пара копчиковых.

Внутреннее строение спинного мозга

Спинной мозг состоит из нервных клеток и волокон серого вещества, имеющего на поперечном срезе вид буквы Н или бабочки. На периферии от серого вещества находится белое вещество, образованное нервными волокнами. В центре серого вещества располагается центральный канал, содержащий спинномозговую жидкость. Верхний конец канала сообщается с IV желудочком, а нижний образует концевой желудочек. В сером веществе различают передние, боковые и задние столбы, а на поперечном срезе они соответственно передние, боковые и задние рога. В передних рогах расположены двигательные нейроны, в задних – чувствительные нейроны и в боковых – нейроны, образующие центры симпатической нервной системы.

Спинной мозг человека содержит около 13 нейронов, из них 3% - мотонейроны, а 97% - вставочные. Функционально нейроны спинного мозга можно разделить на 4 основные группы:

1) мотонейроны, или двигательные, - клетки передних рогов, аксоны которых образуют передние корешки;

2) интернейроны – нейроны, получающие информацию от спинальных ганглиев и располагающихся в задних рогах. Эти нейроны реагируют на болевые, температурные, тактильные, вибрационные, проприоцептивные раздражения;

3) симпатические, парасимпатические нейроны расположены преимущественно в боковых рогах. Аксоны этих нейронов выходят из спинного мозга в составе передних корешков;

4) ассоциативные клетки – нейроны собственного аппарата спинного мозга, устанавливающие связи внутри и между сегментами.

В средней зоне серого вещества (между задним и передним рогами) спинного мозга имеется промежуточное ядро (ядро Кахаля) с клетками, аксоны которых идут вверх или вниз на 1-2 сегмента, образуя сеть. Подобная сеть имеется и на верхушке заднего рога спинного мозга – эта сеть образует так называемое студенистое вещество и выполняет функции ретикулярной формации спинного мозга.

Серое вещество спинного мозга образует сегментарный аппарат спинного мозга. Основная функция это осуществление врожденных рефлексов в ответ на раздражение /внутреннее или внешнее/.

Белое вещество разделяют на три канатика с каждой стороны: передний, боковой и задний.

Белое вещество образовано миелиновыми волокнами. Пучки нервных волокон, связывающие различные отделы нервной системы называются проводящими путями спинного мозга. Выделяют три вида проводящих путей.

1. Волокна, соединяющие участки спинного мозга на различных уровнях.

2. Двигательные /эфферентные, нисходящие/ волокна, идущие из головного мозга в спинной мозг на соединения с клетками передних рогов.

3. Чувствительные /афферентные, восходящие/ волокна, направляющиеся к центрам большого мозга и мозжечка.

Все восходящие корковые пути состоят из 3 нейронов.

Первые нейроны располагаются в органах чувств, заканчиваются в спинном мозге или в стволовой части мозга.

Вторые нейроны располагаются в ядрах спинного мозга или головного мозга, и заканчиваются в ядрах таламуса и гипоталамуса. Эти нейроны образуют центростремительные восходящие пути.

Третьи нейроны лежат в ядрах промежуточного мозга /в ядрах таламуса/ для кожной и мышечно-суставной чувствительности, для зрительных импульсов в колленчатом теле, обонятельных импульсов в сосцевидных телах. Отростки третьих нейронов заканчиваются на клетках соответствующих корковых центров /зрительный, слуховой, обонятельный и общей чувствительности/.

Среди центростремительных нервных путей необходимо выделить корково-спинномозговые /пирамидные/ и корково-мозжечковые пути.

Функция спинного мозга заключается в том, что он служит координирующим центром простых спинальных рефлексов /коленный рефлекс/ и автономных рефлексов /сокращение мочевого пузыря/, а также осуществляет связь между спинальными нервами и головным мозгом.

Спинному мозгу присущи две функции: рефлекторная и проводниковая.

Рефлекторные функции. Нервные клетки организма связаны с рецепторами и рабочими органами. Двигательные нейроны мозга иннервируют все мышцы туловища, конечностей, шеи и дыхательные мышцы – диафрагму и межреберные мышцы.

Собственная рефлекторная деятельность спинного мозга осуществляется сегментарными рефлекторными дугами.

Проводниковые функции выполняются за счет восходящих и нисходящих путей. Эти пути связывают определенные сегменты спинного мозга друг с другом, а также с головным мозгом.

Кровоснабжение спинного мозга

Кровоснабжение спинного мозга осуществляется позвоночной артерией, глубокой шейной артерией, межреберными, поясничными, латеральными крестцовыми артериями.

Возрастные особенности

У новорожденного спинной мозг составляет в длину 14 см., к двум годам – 20 см., к 10 годам – 29 см. Масса спинного мозга у новорожденного составляет 5,5 гр., к двум годам – 13 гр., к 7 годам – 19 гр. У новорожденного хорошо выражены два утолщения, а центральный канал шире, чем у взрослого. В первые два года происходит изменение просвета центрального канала. Объем белого вещества возрастает быстрее, чем объем серого вещества.

2. Отделы головного мозга

2.1. Большие полушария (доли, извилины, серое и белое вещество)

Головной мозг состоит из: продолговатого, заднего, среднего, промежуточного и конечного мозга. Задний мозг подразделяется на мост и мозжечок.

Головной мозг находится в полости мозгового черепа. Имеет выпуклую верхнелатеральную поверхность и нижнюю поверхность – уплощенную – основание головного мозга

Масса мозга взрослого человека от 1100 до 2000 грамм, от 20 до 60 лет масса и объем остаются максимальными и постоянными, после 60 лет несколько уменьшается. Ни абсолютная, ни относительная масса мозга не является показателем степени умственного развития. Масса мозга Тургенева 2012 гр., Байрона 2238 гр., Кювье 1830 гр., Шиллера 1871 гр., Менделеева 1579 гр., Павлова 1653 гр. Головной мозг состоит из тел нейронов, нервных трактов и кровеносных сосудов. Головной мозг состоит из 3 частей: полушария большого мозга, мозжечок и мозговой ствол.

Полушария большого мозга достигают максимального развития у человека, который возник позднее других отделов.

Большой мозг состоит из двух полушарий – правого и левого, которые связаны одно с другим толстой спайкой /комиссурой/ - мозолистым телом. Правое и левое полушария делятся с помощью продольной щели. Под комиссурой находится свод, представляющий собой два изогнутых волокнистых тяжа, которые в средней части соединены между собой, а спереди и сзади расходятся, образуя столбы и ножки свода. Спереди от столбов свода находится передняя спайка. Между мозолистым телом и сводом натянута тонкая вертикальная пластинка мозговой ткани - прозрачная перегородка.

Полушария имеют верхнелатеральную, медиальную и нижнюю поверхности. Верхнелатеральная выпуклая, медиальная – плоская. Обращенная к такой же поверхности другого полушария, и нижняя неправильной формы. На трех поверхностях располагаются глубокие и мелкие борозды, и между ними извилины. Борозды – углубления между извилинами. Извилины – возвышения мозгового вещества.

Поверхности полушарий большого мозга отделены друг от друга краями. Это верхний край, нижнелатеральный край и нижневертикальный край. В пространстве между двумя полушариями входит серп большого мозга – большой серповидный отросток, представляющий собой тонкую пластинку твердой оболочки, которая проникает в продольную щель большого мозга не достигая мозолистого тела и отделяет друг от друга правое и левое полушария. Наиболее выступающие участки полушария получили название полюсов: лобный полюс, затылочный полюс и височный полюс. Рельеф поверхностей полушарий большого мозга очень сложен и связи с наличием более или менее глубоких борозд большого мозга и расположенных между ними валикообразных возвышений – извилин большого мозга. Глубина, протяженность некоторых борозд и извилин, их форма и направление очень изменчивы.

Каждое полушарие делится на доли – лобная, теменная, затылочная, височная, островковая. Центральная борозда /Роландова борозда/ отделяет лобную долю от теменной, латеральная борозда /Сильвиева борозда/ отделяет височную от лобной и теменной, теменно-затылочная разделяет теменную и затылочную доли. Латеральная борозда закладывается к 4 месяцу внутриутробного развития, теменно-затылочная и центральная к 6 месяцу. Во внутриутробном периоде происходит гирификация – формирование извилин. Эти три борозды возникают первыми и отличаются большой глубиной. Вскоре к центральной борозде прибавляется еще пара ей параллельных: одна проходит впереди центральной и соответственно называется предцентральной, которая распадается на две – верхнюю и нижнюю. Другая борозда располагается позади центральной и называется постцентральной.

Постцентральной борозда лежит позади центральной борозды и почти параллельно ей. Между центральной и постцентральной бороздами располагается постцентральная извилина. Вверху она переходит на медиальную поверхность полушария большого мозга, где соединяется с предцентральной извилиной лобной доли, образуя вместе с нею парacentральную дольку. На верхнелатеральной поверхности полушария, внизу, постцентральная извилина также переходит в предцентральной

извилину, охватывая снизу центральную борозду. Она параллельна верхнему краю полушария. Кверху от внутритеменной борозды находится группа мелких извилин, получивших название верхней теменной дольки. Ниже этой борозды лежит нижняя теменная долька, в пределах которой выделяют две извилины: надкраевую и угловую. Надкраевая извилина охватывает конец латеральной борозды, а угловая - конец верхней височной борозды. Нижняя часть нижней теменной дольки и прилежащие к ней нижние отделы постцентральной извилины вместе с нижней частью предцентральной извилины, нависающие над островковой долей, образуют лобно-теменную покрывку островка.

Доли мозга

Дорсальную и латеральную поверхность коры головного мозга принято делить на четыре доли, которые получили наименование от соответствующих костей черепа: лобная, теменная, затылочная, височная.

Затылочная доля располагается позади теменно-затылочной борозды и ее условного продолжения на верхнелатеральной поверхности полушария. По сравнению с другими долями она имеет небольшие размеры. Кзади затылочная доля кончается затылочным полюсом. Борозды и извилины на верхнелатеральной поверхности затылочной доли очень variabelны. Наиболее часто и лучше других выражена поперечная затылочная борозда которая является как бы продолжением кзади внутритеменной борозды теменной доли мозга.

Височная доля занимает нижнебоковые отделы полушария и отделяется от лобной и теменной долей глубокой латеральной бороздой. Край височной доли, прикрывающий островковую долю, получил название височной покрывки островка. Передняя часть височной доли образует височный полюс. На боковой поверхности височной доли видны две борозды, верхняя и нижняя височные почти параллельные латеральной борозде. Извилины височной доли ориентированы вдоль борозд. Верхняя височная извилина расположена между латеральной бороздой вверху и верхней височной внизу. На верхней поверхности этой извилины, скрытой в глубине латеральной борозды, располагаются 2-3 короткие поперечные височные извилины (извилины Гешля), разделенные поперечными височными бороздами. Между верхней и нижней височными бороздами находится средняя височная извилина. Нижнелатеральный край височной доли занимает нижняя височная извилина ограниченная сверху одноименной бороздой. Задний конец этой извилины продолжается в затылочную долю.

Над мозолистым телом, отделяя его от остальных отделов полушария, находится борозда мозолистого тела. Огибая сзади валик мозолистого тела, эта борозда направляется книзу и вперед и продолжается в борозду гиппокампа или гиппокампальную борозду. Выше борозды мозолистого тела находится поясная борозда. Эта борозда начинается спереди и книзу от клюва мозолистого тела, поднимается вверх, затем поворачивает назад и следует параллельно борозде мозолистого тела, заканчивается выше и сзади от валика мозолистого тела под названием подтеменной борозды. На уровне валика мозолистого тела от поясной борозды вверх ответвляется краевая часть, уходящая вверх и сзади к верхнему краю полушария большого мозга. Между бороздой мозолистого тела и поясной бороздой находится поясная извилина охватывающая мозолистое тело спереди, сверху и сзади. Сзади и книзу от валика мозолистого тела поясная извилина суживается, образуя перешеек поясной извилины.

Между бороздой мозолистого тела и поясной бороздой находится поясная извилина охватывающая мозолистое тело спереди, сверху и сзади. Сзади и книзу от валика мозолистого тела поясная извилина суживается, образуя перешеек поясной извилины.

Медиальная поверхность полушария. Все доли полушария, за исключением островковой, принимают участие в образовании его медиальной поверхности.

На медиальной поверхности затылочной доли расположены сливающиеся друг с другом под острым углом, открытым сзади, две глубокие борозды. Это теменно-затылочная борозда, отделяющая теменную долю от затылочной, и шпорная борозда, начинающаяся на медиальной поверхности затылочного полюса и направляющаяся вперед до перешейка поясной извилины. Участок затылочной доли, лежащий между теменно-затылочной и шпорной бороздами и имеющий форму треугольника, обращенного вершиной к месту слияния этих борозд, называется "клином". Хорошо заметная на медиальной поверхности полушария шпорная борозда ограничивает сверху язычную извилину, простирающуюся от затылочного полюса сзади до нижней части перешейка поясной извилины. Снизу от язычной извилины располагается коллатеральная борозда, принадлежащая уже нижней поверхности полушария.

Нижняя поверхность полушария. Рельеф нижней поверхности полушария очень сложен (рис. 5.1).

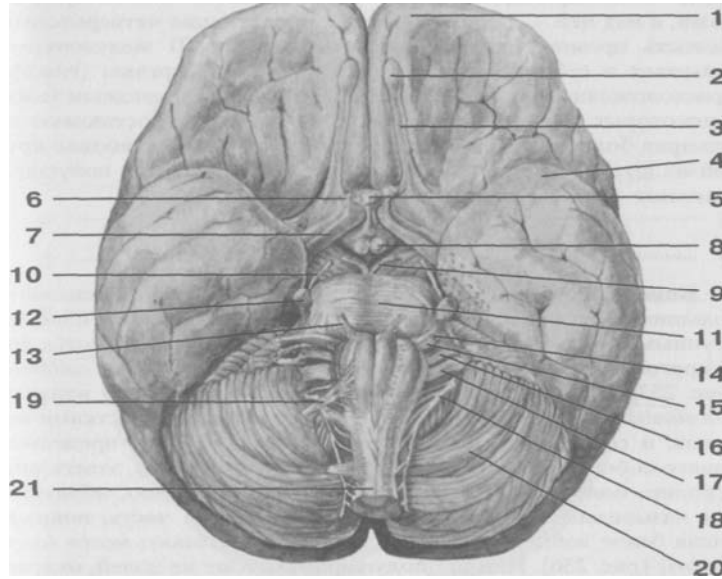


Рис.5.1. Головной мозг (вид снизу)

1–лобная доля; 2 – обонятельная луковица; 3 – обонятельный тракт; 4 – височная доля; 5 – гипофиз; 6 – зрительный нерв; 7 – зрительный тракт; 8 – сосцевидное тело; 9 – глазодвигательный нерв; 10 – блоковый нерв; 11 – мост; 12 – тройничный нерв; 13 – отводящий нерв; 14 – лицевой нерв; 15 – предцверно-улитковый нерв; 16 – языкоглоточный нерв; 17 – блуждающий нерв; 18 – добавочный нерв; 19 – подъязычный нерв; 20 – мозжечок; 21 – продолговатый мозг

Передние отделы нижней поверхности образованы лобной долей полушария, позади которой выступает височный полюс, а также находятся нижние поверхности височной и затылочной долей, переходящие одна в другую без заметных границ.

На нижней поверхности лобной доли, несколько латеральнее и параллельно продольной щели большого мозга, находится обонятельная борозда. Снизу к ней прилежат обонятельная луковица и обонятельный тракт, переходящий сзади в обонятельный треугольник, в области которого видны медиальная и латеральная обонятельные полосы. Участок лобной доли между продольной щелью большого мозга и обонятельной бороздой получил название прямой извилины. Поверхность лобной доли, лежащая латеральнее от обонятельной борозды, разделена неглубокими глазничными бороздами на несколько переменных по форме, расположению и размерам глазничных извилин.

В заднем отделе нижней поверхности полушария хорошо видна коллатеральная борозда, лежащая книзу и латерально от язычной извилины на нижней поверхности затылочной и височной долей, латерально от парагиппокампальной извилины. Несколько впереди

от переднего конца коллатеральной борозды находится носовая борозда, ограничивающая с латеральной стороны изогнутый конец парагиппокампальной извилины – крючок. Латеральнее коллатеральной борозды лежит медиальная затылочно-височная извилина.

Между этой извилиной и расположенной снаружи от нее латеральной затылочно-височной извилиной находится затылочно-височная борозда. Границей между латеральной затылочно-височной и нижней височной извилинами служит не борозда, а нижнелатеральный край полушария большого мозга.

Верхнелатеральная поверхность полушария - находящаяся в переднем отделе каждого полушария большого мозга лобная доля, оканчивающаяся спереди лобным полюсом и ограничивающая снизу латеральной (сильвиевой) бороздой, а сзади - глубокой центральной бороздой.

Ряд отделов головного мозга, расположенных преимущественно на медиальной поверхности полушария и являющихся субстратом для формирования таких общих состояний, как бодрствование, сон, эмоции и др., выделяют под названием "**лимбическая система**". Поскольку эти реакции сформировались в связи с первичными функциями обоняния (в филогенезе), их морфологической основой являются отделы мозга, которые развиваются из нижних отделов мозгового пузыря и относятся к так называемому **обонятельному** мозгу. Лимбическую систему составляют обонятельная луковица, обонятельный тракт, обонятельный треугольник, переднее продырявленное вещество, расположенные на нижней поверхности лобной доли (периферический отдел обонятельного мозга), а также поясная и парагиппокампальная (вместе с крючком) извилины, зубчатая извилина, гиппокамп (центральный отдел обонятельного мозга) и некоторые другие структуры. Включение этих отделов мозга в лимбическую систему оказалось возможным в связи с общими чертами их строения (и происхождения), наличием взаимных связей и сходством функциональных реакций.

Полушария состоят из серого и белого вещества. Слой серого вещества называется корой головного мозга. Кора покрывает в виде плаща остальные образования большого мозга и поэтому называется плащом. Под корой белое вещество, а в нем островки серого вещества – базальные ядра, их называют подкорковыми центральными, в основном расположены в лобной доле. К ним относят полосатое тело (хвостатое тело и чечевицеобразное ядро), оgradu и миндалевидное тело.

Полосатое тело /стриопаллидарная система/ состоит из 2 ядер: хвостатого и чечевицеобразного ядер и разделенных прослойкой белого вещества – внутренней капсулой. В эмбриональном периоде

полосатое тело составляет одну серую массу, затем оно разделяется. Хвостатое ядро расположено около таламуса, имеет подковообразную форму. Состоит из головки, тела и хвоста. Чечевицеобразное ядро имеет форму чечевицеобразного зерна, находится латеральнее таламуса и хвостатого ядра. Чечевицеобразное ядро делится на 3 части, благодаря белому веществу. Наиболее латерально лежит скорлупа, имеющая темную окраску, а две более светлые части называются латеральным и медиальным бледными шарами.

Ядра полосатого тела являются подкорковыми двигательными центрами, в состав экстропирамидной системы, регулирующие сложные автоматизированные двигательные акты. К экстропирамидной системе относят черное вещество и красные ядра ножек мозга. Полосатое тело регулирует процессы теплорегуляции и обмена углеводов. Кнаружи от чечевицеобразного ядра расположена тонкая пластинка серого вещества – ограда.

Ограда расположена в белом веществе полушария сбоку от скорлупы, между последней и корой островковой доли. Ограда содержит полиморфные нейроны разных типов. Она образует связи преимущественно с корой большого мозга. Глубокая локализация и малые размеры ограды представляют определенные трудности для ее физиологического исследования.

Миндалевидное тело (большая спайка мозга) находится в переднем отделе височной доли, входит в состав лимбической системы. К белому веществу полушария относятся внутренняя капсула и волокна, проходящие спайки /мозолистое тело, передняя спайка, спайка свода/ и направляющиеся к коре и базальным ядрам.

Внутренняя капсула – толстая изогнутая пластинка белого вещества. Внутренняя капсула делится на **3 отдела**: **1.** передняя ножка внутренней капсулы, **2.** задняя ножка внутренней капсулы, **3.** место соединения этих двух отделов – колено внутренней капсулы. В колене внутренней капсулы располагаются корково-ядерные пути, идущие к двигательным ядрам черепных нервов. В переднем отделе располагаются корково-спинномозговые волокна, находящиеся в предцентральной извилине и идет к двигательным ядрам передних рогов спинного мозга. В задней ножке располагаются таламокортикальные волокна, идущие в кору постцентральной извилины. В состав этого проводящего пути соединяются волокна проводников всех видов общей чувствительности /большой температуры, осязания, давления, проприорецептивной/. В задних отделах задней ножки располагаются слуховой и зрительный проводящие пути. Оба берут начало от подкорковых центров слуха и зрения и заканчиваются в соответствующих центрах.

Таким образом, базальные ядра головного мозга являются интегративными центрами организации моторики, эмоций, высшей нервной деятельности, причем каждая из этих функций может быть усилена или заторможена активацией отдельных образований базальных ядер.

Мозолистое тело представляет собой толстую изогнутую пластинку, состоящую из поперечных волокон.

В мозолистом теле разделяют: колено, клюв, между ними ствол, который переходит в валик. Волокна, проходящие в колонне, соединяют кору лобных долей правого и левого полушарий. Волокна ствола соединяют серое вещество теменных и височных долей. В валике соединяет кору затылочных долей.

Под мозолистым телом располагается свод, который состоит из двух дугообразно изогнутых тяжей, соединенных при помощи спайки. Свод состоит из тела, парного столба и парных ножек. Ножки, срастаясь с гипокампом образуют бахромку.

Боковой желудочек – полость полушарий /I и II желудочки/ и сообщаются через межжелудочковое отверстие с III желудочком. В каждом желудочке разделяют центральную часть, от которой отходят слепо заканчивающиеся углубления. В другие доли полушария отходят три рога. Передний /лобный/ рог – в лобной доле. Задний /затылочный/ рог - в затылочной доле и нижний /височный/ рог – в височной доле. Боковые желудочки, как и другие желудочки головного мозга, и центральный канал спинного мозга изнутри выстланы слоем эпендимоцитов – клетки, относящиеся к макроглии. Эпендимные клетки принимают активное участие в образовании спинномозговой жидкости и регуляции ее состава.

Ромбовидная ямка представляет собой ромбовидной формы вдавление, длинная ось которого направлена вдоль мозга. Ромбовидная ямка ограничена с боков в своем верхнем отделе верхними мозжечковыми, в нижнем – нижними мозжечковыми ножками.

Онто- и филогенез головного мозга

Головной мозг развивается из расширенного отдела мозговой трубки, задний отдел превращается в спинной из переднего мозга. В процессе роста в переднем отделе мозговой трубки посредством перетяжек образуются три мозговых пузыря: передний, средний и задний /ромбовидный/. Из переднего мозга образуется промежуточный и конечный мозг. Из заднего пузыря образуется продолговатый и задний мозг /мост и мозжечок/. Средний мозг не разделяется и за ним сохраняется прежнее название. У новорожденного масса головного мозга весит 370 – 400 гр. В течение первого года жизни она удваивается, а к 6 годам увеличивается в 3 раза. Затем происходит медленное прибавление массы, заканчивающееся в 20 – 29 летнем возрасте.

У ланцетника нет переднего мозга. У круглоротых передний мозг в зачаточном состоянии. У костных рыб передний мозг мало развит. Земноводные имеют малоразвитые полушария, на поверхности которых нет нейронов. Кора больших полушарий появляется у пресмыкающихся. У птиц отсутствуют борозды. У млекопитающих образуется настоящая кора. Большие полушария развиваются из конечного мозгового пузыря нервной трубки, поэтому этот отдел называется конечным.

Оболочки головного и спинного мозга Головной мозг окружен тремя оболочками:

1. Наружная – твердая.
2. Средняя – паутинная.
3. Внутренняя – мягкая /сосудистая/.

Твердая – плотная соединительно-тканная пластинка, прочная, так как соединяется коллагеновыми и эластическими волокнами. Твердая оболочка дает в полость черепа выросты – отростки, расположенные между отдельными частями головного мозга – защита от сотрясений. К этим выростам относят серп и намет мозжечка. Твердая оболочка образует синусы, осуществляющий отток венозной крови от мозга.

Паутинная – тонкая, прозрачная не проникает в щели и борозды. Она ложится над бороздами, образуя цистерны. От сосудистой оболочки паутинка отделена подпаутинным /субарахноидальным/ пространством, где содержится спинномозговая жидкость /внутри цистерн/.

Мягкая оболочка прилежит к веществу мозга, выстилая все углубления на его поверхности. В некоторых местах она проникает в желудочки мозга, где образует сосудистые сплетения. Сосуды этой оболочки участвуют в кровоснабжении мозга, а сосудистые сплетения – желудочков.

2.2. Строение ствола мозга (продолговатый, задний, средний мозг)

Продолговатый мозг находится между задним мозгом и спинным мозгом. Длина продолговатого мозга у взрослого человека составляет 25 мм. Имеет форму усеченного конуса или луковицы. В продолговатом мозге различают вентральную, дорсальную и 2 боковые поверхности, которые разделены бороздами. В отличие от спинного мозга он не имеет метомерного, повторяющегося строения. Серое вещество расположено в центре, а ядра по периферии.

Передняя поверхность разделена передней срединной щелью, по бокам расположены пирамиды, образованные пучками нервных волокон пирамидных путей, частично перекрещиваются /перекрест пирамид/. Сбоку от пирамид с каждой стороны располагается олива, отделяется от пирамиды передней латеральной бороздой.

Задняя поверхность разделена задней срединной бороздой, по бокам расположены утолщения – тонкий и клиновидный, пучки задних канатиков спинного мозга. В этих утолщениях расположены ядра этих пучков, от которых отходят волокна, формирующие перекрест на уровне продолговатого мозга.

Боковая поверхность – на ней по бокам с каждой стороны находятся передняя и задняя латеральные борозды. Все эти борозды являются продолжением одноименных борозд спинного мозга. Кзади от каждой пирамиды утолщения овальной формы – оливы, заполненные серым веществом. Между пирамидой и оливой в передней боковой борозде выходят из продолговатого мозга XII пара черепных нервов, а дорсальные оливы в задней боковой борозде – корешки IX, X, XI пары черепных нервов.

Верхняя часть задней поверхности имеет форму треугольника и образует дно IV желудочка. От продолговатого мозга к мозжечку идут две мозжечковые ножки, где проходят волокна заднего спинномозгового пути и другие нервные волокна.

В продолговатом мозге расположены ядра следующих черепных нервов:

пара VIII черепных нервов – преддверно-улитковый нерв состоит из улитковой и преддверной частей. Улитковое ядро лежит в продолговатом мозге;

пара IX – языкоглоточный нерв; его ядро образовано 3 частями – двигательный, чувствительный и вегетативный. Двигательная часть участвует в иннервации мышц глотки и полости рта, чувствительная – получает информацию от рецепторов вкуса задней трети языка; вегетативная иннервирует слюнные железы;

пара X – блуждающий нерв имеет 3 ядра: вегетативное - иннервирует гортань, пищевод, сердце, желудок, кишечник, пищеварительные железы; чувствительное получает информацию от рецепторов альвеол легких и других внутренних органов и двигательное - обеспечивает последовательность сокращения мышц глотки, гортани при глотании;

пара XI – добавочный нерв; его ядро частично расположено в продолговатом мозге;

пара XII – подъязычный нерв является двигательным нервом языка, его ядро большей частью расположено в продолговатом мозге.

Сенсорные функции. Продолговатый мозг регулирует ряд сенсорных функций: рецепцию кожной чувствительности лица – в сенсорном ядре тройничного нерва; первичный анализ рецепции вкуса – в ядре улиткового нерва; рецепцию слуховых раздражении – в верхнем

вестибулярном ядре. В задневерхних отделах продолговатого мозга проходят пути кожной, глубокой висцеральной чувствительности, часть из которых переключается здесь на второй нейрон (тонкое и клиновидное ядро). На уровне продолговатого мозга перечисленные сенсорные функции реализуют первичный анализ силы и качества раздражения, далее обработанная информация передается в подкорковые структуры для определения биологической значимости данного раздражения.

Проводниковые функции. Белое вещество продолговатого мозга состоит из коротких и длинных пучков нервных волокон. Короткие пучки осуществляют связь между ядрами продолговатого мозга, а также между ними и ядрами ближайших отделов головного мозга. Длинные пучки нервных волокон представляют собой восходящие и нисходящие пути спинного мозга. Такие образования головного мозга, как мост, средний мозг, мозжечок, таламус, гипоталамус и кора большого мозга, имеют двусторонние связи с продолговатым мозгом. Наличие этих связей свидетельствует об участии продолговатого мозга в регуляции тонуса скелетной мускулатуры, вегетативных и высших интегративных функций, анализе сенсорных раздражений.

Рефлекторные функции. Многочисленные рефлексы продолговатого мозга делят на жизненно важные и нежизненно важные, однако, такое представление достаточно условно. Дыхательные и сосудодвигательные центры продолговатого мозга можно отнести к жизненно важным, т.к. в них замыкается ряд сердечных и дыхательных рефлексов.

Большая часть волокон пирамидного пути переходит в боковой столб спинного мозга, меньшая, не перекрещенная часть переходит в передний столб спинного мозга.

Мост /Варолиев мост/

Мост располагается выше продолговатого мозга и выполняет сенсорные, проводниковые, двигательные, интегративные, рефлекторные функции. Имеет вид поперечного волокна, который вверху /спереди/ граничит со средним мозгом, а внизу /сзади/ – с продолговатым мозгом. Длина 20–30 мм. ширина 20–30 мм. По бокам мост, суживаясь, переходит в средние ножки мозжечка.

Мост состоит из передней /вентральной/ части, которая прилежит к скату черепа, и задней /дорсальной/ части покрывки моста, обращенной к мозжечку. В вентральной поверхности заложена базилярная /основная/ борозда, где лежит одноименная артерия.

Мост состоит из серого вещества внутри и белого вещества снаружи. Передняя часть в основном состоит из белого вещества - это продольные и поперечные волокна. В дорсальных отделах моста следуют

восходящие чувствительные проводящие пути, а в вентральной – нисходящие пирамидные и экстрапирамидные пути. Здесь же имеются системы волокон, обеспечивающие двустороннюю связь коры большого мозга с мозжечком. Непосредственно над трапецевидным телом залегают волокна медиальной петли и спинномозговой петли. Над трапецевидным телом ближе к срединной плоскости, находится ретикулярная формация, а еще выше – задний продольный пучок. Сбоку и выше медиальной петли залегают волокна латеральной петли. В задней части располагаются ядра: V пара /тройничного нерва/, отводящего /VI пара/, лицевого /VII пара/, преддверно-улиткового /VIII пара, а также волокна медиальной петли, идущий от продолговатого мозга, на которой расположена ретикулярная формация моста.

В передней части проходят проводящие пути:

1. Пирамидный путь /корково-спинальный/.
2. Пути от коры к мозжечку.
3. Общий чувствительный путь, который идет от спинного мозга к зрительному бугру.
4. Пути от ядер слухового нерва.

Мозжечок

Мозжечок - помещается под затылочными долями полушария большого мозга и лежит в черепной ямке. Максимальная ширина – 11,5 см., длина – 3-4 см. На долю мозжечка приходится около 11% от веса головного мозга. В мозжечке различают: полушария, а между ними – червь мозжечка. Поверхность мозжечка покрыта серым веществом или корой, которая образует извилины, отделенные друг от друга бороздами. В толще мозжечка располагается белое вещество, состоящие из волокон, обеспечивающие внутримозговые связи.

Кора мозжечка трехслойная, состоит из внешнего молекулярного слоя, ганглионарного /или слоя клеток Пуркинье/ и зернистого слоя. В коре содержится пять типов нейронов: зернистые, звездчатые, корзинчатые, клетки Гольджи и Пуркинье, которые имеют достаточно сложную систему связей. Между мозжечком и мостом с продолговатым мозгом расположен IV желудочек, заполненный спинальной жидкостью.

В молекулярном слое – 3 типа вставочных нейронов: корзинчатые, коротко- и длинно- звездчатые клетки.

В ганглионарном слое – клетки Пуркинье.

В зернистом слое – клетки зернистые - клетки Гольджи. Число зернистых клеток в 1 мм^3 . равно $2,8 \times 10 \times 6$. Аксоны зернистых клеток восходят к поверхности, Т- образно ветвятся, образуя параллельные волокна. Параллельные волокна формируют также возбуждающие синапсы на дендриты корзинчатых, звездчатых клеток и клеток Гольджи.

Ядра мозжечка – в глубине мозжечка над IV мозговым желудочком располагается – ядро шатра, пробковидное ядро, шаровидные ядра. Самым крупным ядром мозжечка является зубчатое ядро. Во всех 4 ядрах нейроны имеют сходное строение. От нейронов ядер мозжечка начинаются его проводящие пути.

IV желудочек - в процессе развития представляет собой остатки полости ромбовидного мозгового пузыря. Внизу желудочек сообщается с центральным каналом спинного мозга, вверху переходит в мозговой водопровод среднего мозга, а в области крыши он связан тремя отверстиями с субарахноидальным пространством головного мозга. Передняя /вентральная/ стенка его – дно IV желудочка – называется ромбовидной ямкой. Нижняя часть образована продолговатым мозгом, а верхняя - мостом и перешейком. Задняя /дорсальная/ - крыша IV желудочка – образована верхним и нижним мозговыми парусами и дополняется сзади пластинкой мягкой оболочки мозга, выстланной эпендимой. В этом участке находится большое количество кровеносных сосудов, и образуются сосудистые сплетения IV желудочка. Ромбовидная ямка имеет большое значение, здесь заложены черепные нервы /V – XII/.

Средний мозг

Средний мозг в отличие от других отделов головного мозга устроен менее сложно. В нем выделяют крышу и ножки. Полостью среднего мозга является водопровод мозга. Верхней (передней) границей среднего мозга на его вентральной поверхности служат зрительные тракты и сосцевидные тела, на задней – передний край моста. На дорсальной поверхности верхняя (передняя) граница среднего мозга соответствует задним краям (поверхностям) таламусов, задняя (нижняя) – уровню выхода корешков блокового нерва (IV пара).

Крыша среднего мозга, представляющая собой пластинку четверохолмия, расположена над водопроводом мозга. На препарате головного мозга крышу среднего мозга можно увидеть лишь после удаления полушария большого мозга. Крыша среднего мозга состоит из четырех возвышений – холмиков, имеющих вид полусфер, которые отделены друг от друга двумя пересекающимися под прямым углом бороздками. Продольная бороздка расположена в срединной плоскости и в своих верхних (передних) отделах образует ложе для шишковидного тела, а в нижних служит местом, откуда начинается уздечка верхнего мозгового паруса. Поперечная бороздка отделяет верхние холмики от нижних. От каждого из холмиков в латеральном направлении отходят утолщения в виде валика – ручка холмика. Ручка верхнего холмика

располагается кзади от таламуса и направляется к латеральному коленчатому телу, а частью продолжается в зрительный тракт. Ручка нижнего холмика направляется к медиальному коленчатому телу. У низших позвоночных верхнее двуххолмие крыши среднего мозга служит главным местом окончания зрительного нерва и является главным зрительным центром. У человека с переносом зрительных центров в передний мозг остающаяся связь зрительного нерва с верхним холмиком имеет значение только для двигательных и др. рефлексов. Аналогичное утверждение справедливо и для нижнего двуххолмия крыши, где оканчиваются волокна слуховой петли.

Таким образом, пластинку крыши среднего мозга можно рассматривать как рефлекторный центр для различного рода движений, возникающих под влиянием зрительных и слуховых раздражений.

Перешеек ромбовидного мозга. Перешеек ромбовидного мозга представляет собой образования, сформировавшиеся на границе среднего и ромбовидного мозга. К нему относятся верхние мозжечковые ножки, верхний мозговой парус и треугольник петли.

Верхний мозговой парус - тонкая пластинка белого вещества, натянута между верхними мозжечковыми ножками по бокам и мозжечком вверху. Впереди (вверху) верхний мозговой парус прикрепляется к крыше среднего мозга, где в бороздке между двумя нижними холмиками заканчивается уздечка верхнего мозгового паруса. По бокам от уздечки из ткани мозга выходят корешки блокового нерва. Вместе с верхними мозжечковыми ножками верхний мозговой парус образует передне-верхнюю стенку крыши IV желудочка мозга. В боковых отделах перешейка ромбовидного мозга находится треугольник петли. Это серого цвета треугольник, границами которого являются: спереди - ручка нижнего холмика; сзади и сверху - верхняя мозжечковая ножка; сбоку - ножка мозга, которая отделена от перешейка латеральной бороздкой, имеющейся на наружной поверхности ножки мозга. В области треугольника, в глубине его, залегают волокна латеральной (слуховой) петли.

2.3. Строение промежуточного мозга (таламус, эпиталамус, метаталамус)

Промежуточный мозг в процессе эмбриогенеза развивается из переднего мозгового пузыря. Образует стенки третьего мозгового желудочка. Промежуточный мозг расположен под мозолистым телом, состоит из таламуса, эпиталамуса, метаталамуса и гипоталамуса.

Таламус представляет собой скопление серого вещества, имеющее яйцевидную форму. Таламус является крупным подкорковым образованием, через которое в кору больших полушарии проходят

разнообразные афферентные пути. Нервные клетки таламуса группируются в большое количество ядер /до 40/. Топографически ядра разделяют на переднюю, заднюю, срединную, медиальную и латеральную группы. По функции таламические ядра можно дифференцировать на специфические, неспецифические, ассоциативные и моторные.

От специфических ядер информация о характере сенсорных стимулов поступает в строго определенные участки 3-4 слоев коры. Функциональной основной единицей специфических таламических ядер является «релейные» нейроны, которые имеют мало дендритов, длинный аксон и выполняют переключительную функцию. Здесь происходит переключение путей, идущих в кору от кожной, мышечной и других видов чувствительности. Нарушение функции специфических ядер приводит к выпадению конкретных видов чувствительности.

Неспецифические ядра таламуса связаны со многими участками коры и принимают участие в активизации ее деятельности, их относят к ретикулярной формации.

Ассоциативные ядра – основные структуры этих ядер являются мультиполярные, биполярные нейроны. К моторным ядрам таламуса относятся вентральное ядро, которое имеет вход от мозжечка и базальных ганглиев, и одновременно дает проекции в моторную зону коры больших полушарий. Это ядро включено в систему регуляции движений.

Таламус – структура, в которой происходит обработка и интеграция практически всех сигналов идущих в кору головного мозга, от нейронов спинного мозга, среднего мозга, мозжечка. Возможность получить информацию о состоянии множества систем организма позволяет ему участвовать в регуляции и определить функциональное состояние организма в целом. Это подтверждается уже тем, что в таламусе около 120 разнофункциональных ядер.

Таламус является подкорковым центром всех видов чувствительности. Кроме обонятельного: к нему подходят и переключаются восходящие /афферентные/ проводящие пути, по которым передается информация из различных рецепторов. От таламуса идут нервные волокна к коре большого мозга, составляя таламокортикальные пучки.

Гипоталамус – филогенетический старый отдел промежуточного мозга, который играет важную роль в поддержании постоянства внутренней среды и в обеспечении интеграции функций вегетативной, эндокринной и соматической систем. Гипоталамус участвует в образовании дна III желудочка. К гипоталамусу относятся: зрительный перекрест, зрительный тракт, серый бугор с воронкой, сосцевидное тело. Структуры гипоталамуса имеют различные происхождения.

Из конечного мозга образуется зрительная часть /зрительный перекрест, зрительный тракт, серый бугор с воронкой, нейрогипофиз/, из промежуточного мозга – обонятельная часть /сосцевидное тело и подбугорье/.

Зрительный перекрест имеет вид поперечно лежащего валика, образованного волокнами зрительных нервов (II пара), частично переходящими на противоположную сторону (образуют перекрест). Этот валик с каждой стороны латерально и кзади продолжается в зрительный тракт. Зрительный тракт ложится и сзади от переднего продырявленного вещества, огибает ножку мозга с латеральной стороны и заканчивается двумя корешками в подкорковых центрах зрения. Более крупный латеральный корешок подходит к латеральному коленчатому телу, а более тонкий медиальный корешок направляется к верхнему холмику крыши среднего мозга.

К передней поверхности зрительного перекреста прилежит и срастается с ним относящаяся к конечному мозгу терминальная (пограничная, или конечная) пластинка. Она замыкает передний отдел продольной щели большого мозга и состоит из тонкого слоя серого вещества, которое в латеральных отделах пластинки продолжается в вещество лобных долей полушарий.

Зрительный перекрест (хиазма) – место в мозге, где встречаются и частично перекрещиваются зрительные нервы, идущие от правого и левого глаза.

Кзади от зрительного перекреста находится серый бугор, позади которого лежат сосцевидные тела, а по бокам – зрительные тракты. Книзу серый бугор переходит в воронку, которая соединяется с гипофизом. Стенки серого бугра образованы тонкой пластинкой серого вещества, содержащего серо-бугорные ядра. Со стороны полости III желудочка в область серого бугра и далее в воронку вдается суживающееся книзу, слепо заканчивающееся углубление воронки.

Сосцевидные тела расположены между серым бугром спереди и задним продырявленным веществом сзади. Они имеют вид двух небольших, диаметром около 0,5 см каждый, сферических образований белого цвета. Белое вещество расположено только снаружи сосцевидного тела. Внутри находится серое вещество, в котором выделяют медиальные и латеральные ядра сосцевидного тела. В сосцевидных телах заканчиваются столбы свода. По своей функции сосцевидные тела относятся к подкорковым обонятельным центрам.

Цитоархитектонически в гипоталамусе выделяется три области скопления ядер: **передняя, средняя /медиальная/ и задняя.**

В передней области гипоталамуса находится супраоптическое (надзрительное) ядро и паравентрикулярные ядра. Отростки клеток этих ядер образуют гипоталамо-гипофизарный пучок, заканчивающийся в задней доле гипофиза.

В передней области сосредоточены нейросекреторные клетки, вырабатывающие вазопресин и окситоцин, которые поступают в заднюю долю гипофиза.

В средней области расположены дугообразные, серо-бугорные и другие поля, где вырабатываются рилизинг-факторы, а также тормозящие факторы или статины, поступающие в аденогипофиз, передающие эти сигналы в виде тропных гормонов периферической эндокринной железы. Рилизинг-фактор способствует высвобождению тиреолютео, кортикотропина, пролактина. Статины тормозят выделение соматотропина, меланотропина, пролактина.

К ядрам **задней** области относятся рассеянные крупные клетки, среди которых имеются скопления мелких клеток, а также ядра сосцевидного тела. Ядра сосцевидного тела являются подкорковыми центрами обонятельных анализаторов.

В гипофизе залегают 32 пары ядер, которые являются звеньями экстропирамидной системы, а также ядра относятся к подкорковым структурам лимбической системы.

Под III желудочком расположены сосцевидные тела, относящиеся к подкорковым обонятельным центрам, серый бугор и зрительный перекрест, образованный перекрестом зрительных нервов. В конце воронки расположен гипофиз. В сером бугре залегают ядра вегетативной нервной системы.

Гипофиз имеет обширные связи, как со всеми отделами ЦНС, так и железами внешней секреции /система гипоталамус-гипофиз-надпочечник/. Благодаря этим обширным многофункциональным связям гипоталамус выступает в качестве высшего подкоркового регулятора обмена веществ и температуры тела, мочеобразования, функции желез.

Посредством нервных импульсов медиальная область гипоталамуса управляет деятельностью задней доли гипофиза, а посредством гормональных механизмов медиальный гипоталамус управляет передней долей гипофиза. Дело в том, что под влиянием различных афферентных импульсов, поступающих в медиальный гипоталамус начинают синтезироваться рилизинг-гормоны, которые через систему крови поступают в аденогипофиз. Они регулируют выработку различных тропных гормонов в передней доле гипофиза. Каждый либирин ответствен за синтез и высвобождение в гипофизе строго определенного

тропного гормона. Тропный гормон из передней доли гипофиза поступает в плазму крови, регулирует синтез и поступление в кровь гормонов из периферических эндокринных желез. В результате увеличивается содержание того или иного гормона в крови. Каждому тропному гормону соответствует строго определенная периферическая железа. Единственный СТГ не имеет периферической железы, он белковый гормон, действующий непосредственно на ткани организма, образуя гормон – рецепторный комплекс на поверхности клеточных мембран. Гормональная регуляция заключается в том, что при понижении содержания в плазме крови гормонов периферических эндокринных желез или же при действии какого-то стрессора, при физических нагрузках медиальный гипофиз увеличивает выброс ризинг-гормонов в кровеносные сосуды. Рилизинг-гормоны с кровью поступают в аденогипофиз, увеличивая содержание тропных гормонов. Если содержание гормонов периферических эндокринных желез напротив повышено, то в медиальном гипоталамусе увеличивается образование и соответствующий выброс подавляющих гормонов /статинов/, которые тормозят секрецию тропных гормонов и уменьшает их содержание в плазме крови, т.е. идет регуляция по принципу отрицание обратной связи.

III желудочек представляет узкую вертикальную щель, которая служит продолжением водопровода вперед в область промежуточного мозга. По бокам своей передней части III желудочек сообщается правым и левым межжелудочковыми отверстиями с боковыми желудочками, лежащими внутри полушарий. Спереди III желудочек ограничен тонкой пластинкой серого вещества – конечной пластинкой, которая представляет самую переднюю часть первоначальной стенки мозга, оставшейся посередине между двумя сильно выросшими полушариями. Соединяя оба полушария конечного мозга, эта пластинка и сама принадлежит ему. Непосредственно над ней располагается соединительный пучок волокон, идущих из одного полушария в другое в поперечном направлении; эти волокна связывают участки полушарий, имеющие отношение к обонятельным нервам. Это – передняя комиссура. Ниже конечной пластины полость III желудочка ограничена перекрестом зрительных нервов.

Боковые стенки III желудочка образованы медиальными сторонами зрительных бугров. На этих стенках проходит продольное углубление – подбугровая борозда. Назад она ведет к водопроводу, вперед – к межжелудочковым отверстиям. Дно III желудочка построено из следующих образований (спереди назад): перекрест зрительных нервов, воронка, серый бугор, сосцевидные тела и заднее продырявленное

пространство. Крышу образует эпендима, входящая в состав сосудистых сплетений III и бокового желудочков. Над ней расположен свод и мозолистое тело.

2.4. Кора головного мозга

Кора головного мозга представляет собой филогенетически наиболее молодой и вместе с тем сложный отдел мозга, предназначенный для обработки сенсорной информации, формирования поведенческих реакции организма.

Кора больших полушарий делится на древнюю /обонятельная луковица, обонятельный тракт, обонятельный бугорок/, старую /часть лимбической системы/ и новую кору. Новая кора занимает 95-96% общей площади и 4-5% приходится на долю древней и старой коры. Толщина коры колеблется от 1,3 до 4,5 мм. Площадь коры увеличивается за счет борозд и извилин. У взрослого человека составляет 2200 см²

Кора состоит из серого и белого вещества, а также нейроглии. Количество нейронов 16-18 млрд. Глиальные клетки выполняют трофическую функцию.

По функциональному признаку нейроны коры делятся на 3 вида: **афферентные** /сенсорные/, к ним подходят нервные волокна афферентных путей, **ассоциативные** /вставочные/ - в пределах головного и спинного мозга, **эфферентные** /двигательные/, образует нисходящие /эфферентные/ проводящие пути, идущие от коры к разным ядрам головного и спинного мозга. К сенсорным клеткам относятся звездчатые клетки, входящие в 3 и 4 слоев сенсорных областей коры. К эфферентным нейронам относятся нейроны 5 слоя моторной зоны, которые представлены гигантскими пирамидными клетками Беца. К ассоциативным клеткам относятся веретенообразные и пирамидные клетки 3 слоя.

В связи с тем, что тела и отростки описанных выше нейронов имеют упорядоченное расположение, кора построена по экранному принципу, т.е. сигнал фокусируется не точка в точку, а на множество нейронов, что обеспечивает полный анализ раздражителя, а также возможность передачи сигнала в другие зоны коры, который заинтересованы в нем.

Кора состоит из 7 слоев.

1. Молекулярный слой – мелкие нейроны и волокна. Сюда приходят афферентные таламокортикальные волокна от неспецифических ядер таламуса, регулирующие уровень возбудимости корковых нейронов.

2. Наружный зернистый слой – мелкие нейроны в форме зерен и мелких пирамидных клеток.

3. Наружный пирамидный слой – из пирамидных клеток разной величины. Функционально II и III слои коры объединяют нейроны, отростки которых обеспечивают кортико-кортикальные ассоциативные связи.

4. Внутренний зернистый слой – звездчатые клетки /клеток - зерен/. Здесь оканчиваются афферентные таламокортикальные волокна, идущие от проекционных ядер таламуса.

5. Внутренний пирамидный слой – крупные пирамидальные клетки. Наиболее пирамидальные клетки - клетки Беца, аксоны их идут в головной и спинной мозг.

6. Полиморфный слой /мультиформный/ – многоформные нейроны, имеющие треугольную и веретенообразную форму.

7. Веретенообразные нейроны – имеются в некоторых областях коры. Эти нейроны связывают все слои коры, их волокна поднимаются до 1 слоя.

Функциональной единицей коры является вертикальная колонка, состоящая из 7 клеток, они вместе реагируют на один и тот же раздражитель.

В коре выделяют 3 зоны, исходя из расположения нейронов:

1. Сенсорные зоны – входные участки коры, которые через восходящие нервные пути получают сенсорную информацию от большинства рецепторов тела.

2. Ассоциативные зоны – 1) связывают вновь поступающую сенсорную информацию с полученной ранее и хранящейся в блоках памяти, благодаря чему новые стимулы «узнаются», 2) информация от одних рецепторов сопоставляется с сенсорной информацией от других рецепторов, 3) участвуют в процессах запоминания, научения и мышления.

3. Двигательные зоны – выходные области коры. В них возникают двигательные импульсы, идущие к произвольным мышцам по нисходящим путям, которые находятся в белом веществе больших полушарии.

Цитоархитектоника - это расположение нейронов в коре.

Миелоархитектоника - это распределение волокон в коре головного мозга.

Начало разнокачественного строения коры больших полушарии положено в 1674 году киевским анатомом А.А.Бецом. Позже К.Бродман в 1903-09 г. выделил 52 цитоархетиктоники. О.Фогт и Ц.Фогт в коре выделили 150 миелоархитектонических полей. Сотрудниками института мозга созданы цитоархитектонические поля /И.Н.Филимонов, С.А.Саркисов.

Онто- и филогенез коры

К 30 дням внутриутробного развития формируется кора. К 7–12-му месяцам постнатального развития происходит созревание мозговых систем.

У новорожденного развиты филогенетически старые отделы мозга: мозжечок, мост и промежуточный мозг. У новорожденных основные борозды и извилины /центральная, латеральная/ выражены хорошо, а ветви борозд и извилин слабо. Миелинизация афферентных волокон начинается в 2 месяца и заканчивается к 4-5 годам, а эфферентные волокна несколько позже, в период от 4-5 месяцев до 7-8 лет. Соотношения борозд, извилин и швов, характерные для взрослого человека устанавливаются у детей 6-8 лет.

3. Понятие о ВНД

Особенности структурно-функциональной организации коры большого мозга. Кора – основной субстрат высшей нервной деятельности (ВНД). Эволюционно - это наиболее молодое образование, достигшее у человека по отношению к остальной массе головного мозга наибольших величин. У человека масса коры большого мозга составляет в среднем 78% от общей массы головного мозга. Кора полушарий большого мозга имеет исключительно важное значение в регуляции жизнедеятельности организма, в осуществлении сложных форм поведения и в становлении нервно-психических функций. Эти функции обеспечиваются не только всей массой коркового вещества, но и неограниченными возможностями ассоциативных связей между клетками коры и подкорковыми образованиями, что создает условия для сложнейшего анализа и синтеза поступающей информации, для развития форм обучения, недоступных животным. Отмечая ведущую роль коры полушарий большого мозга в нейрофизиологических процессах, не следует забывать, что этот высший отдел может нормально функционировать лишь в тесном взаимодействии с подкорковыми образованиями. Противопоставление коры и нижележащих отделов мозга в значительной степени схематично и условно. В последние годы развиваются представления о вертикальной организации функций нервной системы, о кольцевых корково-подкорковых связях. Клетки коркового вещества в значительно меньшей степени специализированы, чем ядра подкорковых образований. Отсюда следует, что компенсаторные возможности коры весьма высоки: функции пораженных клеток могут брать на себя другие нейроны, а поражение довольно значительных участков коркового вещества клинически может проявляться очень

стерто (так называемые клинические немые зоны). Отсутствие узкой специализации корковых нейронов создает условия для возникновения самых разнообразных межнейронных связей, формирования сложных «ансамблей» нейронов, регулирующих различные функции. В этом состоит важнейшая основа способности к обучению. Теоретически возможное число связей между 14 млрд. клеток коры головного мозга настолько велико, что в течение жизни человека значительная часть их остается неиспользованной. Этим еще раз подтверждается неограниченность возможностей обучения человека. Развитие представлений о ВНД. Предпосылкой для создания учения о ВНД стали работы по декорткации (полной или частичной) подопытных животных и наблюдению за изменением их поведения. Л. Гольц экстирпировал у собаки полушария головного мозга и наблюдал за поведением животного 18 месяцев. После этой операции животное потеряло все навыки, приобретенные в течение жизни, в результате чего не могло приспособиться к изменениям окружающей среды. Жизнь собаки поддерживалась специальным уходом: ее необходимо было поить и кормить, как новорожденного младенца.

Основоположник учения о ВНД – великий русский физиолог И.П. Павлов (1849–1936). Он открыл условные рефлексy и с их помощью исследовал психическую деятельность и разработал основы учения о ВНД. Истолкование И.П.Павловым психологического возбуждения слюнных желез (на процесс приготовления раствора кислоты для вливания в рот) с физиологических позиций послужило началом возникновения метода условных рефлексов (1901). Поскольку И.П. Павлов исходил из идеи нервизма, он пришел к заключению, что данное явление имеет рефлекторную природу, представляя особый вид рефлекса, названного им условным, поскольку для его возникновения необходимы определенные условия. Условный рефлекс – средство и метод объективного изучения психической деятельности мозга. Условно-рефлекторное слюноотделение, наблюдаемое при образовании условных рефлексов, стало отправным пунктом учения о психических функциях головного мозга. Согласно учению И.П.Павлова, различают высшую и низшую нервную деятельность. Низшая нервная деятельность – это совокупность нейрофизиологических процессов, обеспечивающих осуществление безусловных рефлексов и инстинктов. Инстинкт – это врожденная, запрограммированная форма поведения, побуждаемая основными биологическими потребностями организма и специфическими раздражителями внешней среды. Вместо термина «психическая деятельность» И.П. Павлов предложил использовать

термин «высшая нервная деятельность», что способствовало изучению психической деятельности с помощью объективного метода – условных рефлексов, открытых им. К настоящему времени накопилось достаточно фактов, свидетельствующих о том, что понятия «психическая деятельность» и «высшая нервная деятельность» неравнозначны. Высшую нервную деятельность нередко определяют как поведение организма, что не соответствует реальной действительности. Противоречия существуют также в определении таких понятий, как сознание, психика, мышление, причем встречаются различные определения одного и того же понятия или практически одинаковые определения разных понятий. Высшая нервная деятельность – это совокупность нейрофизиологических процессов, обеспечивающих сознание, подсознательное усвоение информации и обучение в онтогенезе всем видам деятельности, в том числе и приспособительному поведению организма в окружающей среде. Психическая деятельность – это идеальная субъективно осознаваемая деятельность организма, осуществляемая с помощью нейрофизиологических процессов и сопровождаемая или не сопровождаемая физической работой. Как видно из этих определений, понятие «высшая нервная деятельность» принципиально отличается от понятия «психическая деятельность». Психическая деятельность протекает осознанно, независимо от того, сопровождается она физической работой или нет. Психическая деятельность осуществляется с помощью высшей нервной деятельности: И.П. Павлов считал, что сон – это разлитое торможение в коре большого мозга. В настоящее время хорошо изучено, что сон – это особая активность мозга, т.е. одна из форм высшей нервной деятельности.

Примерами высшей нервной деятельности могут служить также переработка поступившей ранее информации, когда человек уже переключился на другую деятельность (процесс запоминания); переработка сигналов от подпороговых внешних раздражителей, что было доказано, например, с помощью выработки условного рефлекса на весьма слабый звук, который испытуемый субъективно не воспринимал. Психика – это свойство мозга осуществлять психическую деятельность, главный критерий которой – осознаваемая активность мозга. Сознание – идеальное субъективное адекватное отражение реальной действительности. Сознание отражает реальную действительность в разных формах психической деятельности человека – восприятии, представлении, мышлении, внимании, чувствах (эмоции) и воли.

4. Условные рефлексы

Общепринятой классификации условных рефлексов не существует. Предлагается авторский вариант критериев. По безусловным рефлексам, на базе которых выработаны условные, в зависимости от биологического значения различают пищевые, оборонительные, половые и другие рефлексы. По виду рецепторов, с которых идет выработка, выделяют экстерорецептивные, проприорецептивные, интерорецептивные условные рефлексы. Исследованиями К.М.Быкова и В.Н.Черниговского была выявлена связь коры больших полушарий со всеми внутренними органами. Интерорецептивные условные рефлексы, как правило, сопровождаются расплывчатыми ощущениями, которые И.М.Сеченов называл «темными чувствами», влияющими на настроение, работоспособность. Проприорецептивные условные рефлексы лежат в основе научения животных и человека двигательным навыкам (ходьба, производственные операции и др.). Экстерорецептивные условные рефлексы формируют приспособительное поведение животных по добыванию пищи, избеганию вредных воздействий, продолжению рода и т.д. У человека ведущее значение имеют экстерорецептивные словесные раздражители, формирующие поступки и мысли.

В зависимости от отдела нервной системы различают условные рефлексы соматические (двигательные) и вегетативные (сердечно-сосудистые, секреторные, выделительные и др.). Последнюю группу рефлексов подробно описал ученик И.П. Павлова К.М. Быков. Например, желудок собаки наполняли водой через фистулу Басова так, чтобы животное не видело подготовки к вливанию. Эта процедура усиливает деятельность почек. Если процедуре вливания в желудок предшествовала подача индифферентного сигнала, то через несколько подобных сочетаний вырабатывался условный рефлекс на деятельность почки: условный сигнал без вливания воды вызывал усиление работы почек в виде повышения мочеотделения (диуреза). Данный условный рефлекс образуется с экстерорецепторов (свет, звук), но реализуется с помощью внутреннего органа – почки. Примером условнорефлекторного изменения деятельности внутренних органов могут служить условные рефлексы на фармакологические (лекарственные) средства. Например, если неоднократно сочетать звук метронома с введением апоморфина, вызывающего рвоту, то через некоторое время метроном сам по себе будет вызывать у человека рвоту без введения лекарства. В частности, это используется в качестве одного из методов лечения алкоголизма у человека. В таких случаях вводят апоморфин (о действии

которого больной не догадывается), а затем через некоторое время, к моменту, когда должно возникать рвотное действие лекарства, больному дают понюхать водку. При этом вид бутылки и запах водки вызывают рвотную реакцию. В клинических условиях манипуляции по приготовлению к введению или даче больному лекарства (вид шприца, вид человека, выполняющего лечебное воздействие) могут стать условными раздражителями. В клинической деятельности следует учитывать возможность образования условнорефлекторных связей на манипуляции врача, на лекарственные средства. В зависимости от условий выработки все условные рефлексы делят на натуральные и искусственные (лабораторные). Натуральные условные рефлексы формируются, во-первых, на сигналы, являющиеся естественными признаками подкрепляющего раздражителя.

По сложности различают: - простые условные рефлексы, вырабатываемые на одиночные раздражители (классические условные рефлексы И.П. Павлова);

- комплексные условные рефлексы – на несколько сигналов, действующих одновременно или последовательно; примером могут служить условные рефлексы переключения, заключающиеся в том, что один и тот же раздражитель может стать условным сигналом различных эффекторных реакций;

- цепные рефлексы – на цепь раздражителей, каждый из которых вызывает свой условный рефлекс;- инструментальные условные рефлексы. По соотношению времени действия условного и безусловного раздражителей различают рефлексы наличные и следовые. Для выработки условных наличных рефлексов характерно совпадение действия условного и безусловного раздражителей (последний включается несколько позже). Следовые рефлексы вырабатывают в условиях, когда безусловный раздражитель подают через некоторое время после выключения условного, т.е. условный рефлекс вырабатывается на след от сигнального стимула.

Условные рефлексы – это рефлексы на будущие события. Биологическое значение условных рефлексов состоит в их предупредительной, сигнальной роли. Они имеют для организма приспособительное значение, готовя организм к будущей полезной поведенческой деятельности и помогая ему избежать вредных воздействий, тонко и эффективно адаптироваться к окружающей природной и социальной среде.

Механизм образования условных рефлексов. Согласно учению И.П. Павлова (1903), временная связь образуется между корковым центром безусловного рефлекса и корковым центром анализатора,

на рецепторы которого действует условный раздражитель, т.е. связь замыкается в коре большого мозга. На первом этапе возбуждение иррадирует в коре большого мозга, в том числе между двумя возбужденными центрами (от действия условного и безусловного раздражителей). На втором этапе формируется синаптическое облегчение (проторение пути) между двумя возбужденными центрами. На третьем этапе формируются два доминантных очага возбуждения (от действия условного и безусловного раздражителей).

Таким образом, в основе замыкания временной связи лежит процесс доминантного взаимодействия между возбужденными центрами. Импульсы, вызываемые индифферентным (условным) сигналом с любого участка кожи и других органов чувств (глаз, ухо), поступают в кору большого мозга, обеспечивая там образование очага возбуждения. Если после индифферентного сигнала подается пищевое подкрепление (подкормка), то возникает более мощный второй очаг возбуждения в коре больших полушарий, к которому направляется ранее возникшее и иррадирующее по коре возбуждение. Неоднократное сочетание в опытах условного сигнала и безусловного раздражителя (подкрепление) облегчает прохождение импульсов от коркового центра индифферентного сигнала к корковому представительству безусловного рефлекса – феномен облегчения (проторение пути). Образование временной связи в коре больших полушарий И.П. Павлов назвал замыканием новой условнорефлекторной дуги: теперь подача только условного сигнала.

5. Типы ВНД

Павлов И.П. выделял 4 типа ВНД животных в зависимости от характера нервных процессов:

1. сила процессов торможения и возбуждения;
2. уравновешенность этих процессов;
3. подвижность.

Эти же параметры можно положить в основу типологических особенностей человека.

1. Сильный подвижный неуравновешенный (холерик) – сильный процесс возбуждения, который преобладает над торможением. Животные этого типа агрессивны. Все условные рефлексы у людей этого типа образуются очень быстро. Но они не прочные, не доводят начатое до конца, конфликтуют, не выносят запретов и длительное торможение.

2. Сильный подвижный уравновешенный (сангвиник) – живой тип, характеризуется сильно выраженными процессами возбуждения и торможения – процессы уравновешены, подвижны. Это характеризует способность к легкой замене одной деятельности на другую. Доводят начатое дело до конца, общительны, имеют прочные условные рефлексы в случае необходимости.

3. Сильный спокойный уравновешенный (флегматик) – сильные уравновешенные процессы возбуждения и торможения, но они малоподвижны, поэтому получить адекватную реакцию при смене положительного сигнала на отрицательный удается с трудом. Они трудно осваивают новую деятельность, новые условные рефлексy образуются с трудом, но доводят начатое дело до конца, удобны в коллективе.

4. Слабый тип (меланхолический). Собаки этого типа трусливы, пассивны. Люди этого типа отличаются слабыми процессами возбуждения, преобладание тормозных процессов, даже при действии слабых раздражителей у них тормозятся условные реакции. Они боятся нового вида деятельности, обучение для них трудная и сложная задача. Сильные раздражители у них вызывают невроты. Злопамятны.

Классификация ВНД по Красногорскому

Красногорский Н. изучал особенности ВНД ребенка и выделял 4 типа. В основе его классификации лежат:

1. Взаимоотношение между корой и подкоркой;
2. Взаимоотношение между первой и второй сигнальными системами;
3. Взаимоотношение между возбуждательным и тормозным процессами.

1. Подкорковый тип – сильный, неуравновешенный, повышенная возбудимость (безудержный тип), ослабленные тормозные процессы, поведение плохо контролируется корой. Доминирует первая сигнальная система, речь быстрая, прерывистая, часто сопровождается выкриками (в момент волнения). Условные рефлексy быстро угасают, но у некоторых условные рефлексy могут быть очень стойкими, очень эмоциональны, плохо учатся, плохо подчиняются школьному режиму, вспыльчивы, склонны к истерикам.

2. Центральный тип – развита кора и подкорка. Это сильный, уравновешенный оптимально возбудимый тип, быстрый, доминирует вторая сигнальная система. Имеет богатый словарный запас, очень хорошо учится, речь эмоциональная, часто сопровождается жестикulyацией, условные рефлексy вырабатываются быстро, прочные, способны к тонким дифференцировкам, что позволяет лучше адаптироваться к внешнему миру, все биологические мотивации хорошо контролируются.

3. Корковый тип – с очень высокой организацией КБП, отсюда следует высокий контроль над поступками и эмоциями. Это более медленный тип, чем центральный. Речь плавная, спокойная, слитая с богатым словарным запасом. Они быстро обучаются речевой функции, новым навыкам, имеют отличную успеваемость и дисциплину.

4. Слабый тип – с пониженной возбудимостью коры и подкорки. Слабый тормозной тип, вторая сигнальная система слабо развита, речь тихая, медленная, очень малый запас слов. Слабо выражены все виды торможения: плохо угасают старые рефлексy, медленно вырабатываются новые, плохо развиваются все виды дифференцировочного торможения. Они не умеют ждать, терпеть, подвержены неврозом. Они не выдерживают длительной работы, конфликтных ситуаций, крика.

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите существующие признаки классификации нервной системы.
2. Топография, строение и функции спинного мозга. Сегмент спинного мозга.
3. Какие части выделяют в сером веществе спинного мозга?
4. Перечислите основные отделы головного мозга, его доли, борозды, извилины.
5. Отделы головного мозга, строение и функции.
6. Перечислите части промежуточного мозга. Ядра гипоталамуса.
7. Кора головного мозга, ее особенности, механизм образования условного рефлекса.
8. Высшая нервная деятельность, ее классификация.

ТЕМА 7. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПСИХИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ЧЕЛОВЕКА

ПЛАН

1. Понятие психической деятельности. Формы психической деятельности.
2. Память, ее механизмы и типы.
3. Сон, его механизмы и значение.
4. Речь, ее функции, механизмы и возрастные особенности.
5. Сознание

1. Понятие психической деятельности. Формы психической деятельности

Открытие и изучение условных рефлексов было первым шагом на пути изучения физиологических механизмов, лежащих в основе психической деятельности. И.П. Павлов отмечал, что физиология и психология изучают общий объект - высшие функции мозга, однако, каждая из этих наук подходит к изучению данных функций со своими методами и понятиями, поэтому полного сведения психического к физиологическому быть не может.

Психическая деятельность - это идеальная, субъективно осознаваемая деятельность организма, осуществляемая с помощью нейрофизиологических процессов. Это функция целого организма, при выполнении которой происходит интериоризация- переход от внешнего к внутреннему миру человека.

Материальной базой психической деятельности человека выступают физиологические процессы в виде паттернов импульсной активности нейронов во взаимодействии со следами памяти. Основное значение психических процессов состоит в приспособлении человека к окружающей среде. Она осуществляется с помощью ВНД, поскольку ВНД может протекать осознанно и подсознательно, а психическая деятельность - только осознанно.

Различают следующие формы психической деятельности: ощущение, восприятие, представление, мышление, внимание, чувства (эмоции) и воля.

Ощущение- форма непосредственного отражения в сознании человека отдельных свойств предметов и явлений реальной действительности, воздействующих в данный момент времени на органы чувств человека.

Восприятие - форма психической деятельности, заключающаяся в узнавании предмета или явления или в формировании субъективного образа впервые встречаемых явлений и предметов.

Представление - идеальный образ предмета, явления, которые в данный момент не действуют на органы чувств.

Мышление - оперирование закодированной информацией, процесс приобретения новой информации, осуществление других видов психической деятельности.

Внимание - состояние активного бодрствования, характеризующегося готовностью ответить на стимул и выражающегося в направленности психической деятельности на определенный объект.

Эмоции - субъективные реакции на внешние и внутренние раздражители, в том числе на результаты собственной деятельности, сопровождаемые выраженными субъективными переживаниями. Проявляются в виде радости, страха, гнева и т.д.

Воля - это степень выраженности стремления в достижении цели.

2. Память, ее механизмы и типы

Память – это отражение опыта человека путем запоминания, сохранения и воспроизведения. Но отражается не только то, что действует непосредственно в данный момент, а и то, что имело место в прошлом.

Память – одно из свойств ЦНС, что выражается в способности человека хранить информацию о каких-то событиях внешнего мира и о реакции организма на эти события. Память человека включает четыре характеристики – запоминание информации, ее сохранение, извлечение и воспроизведение. Благодаря свойствам памяти человек организует во времени и пространстве функции, которые позволяют приобретать, сохранять и использовать индивидуальный опыт.

Нейрофизиологическая гипотеза о механизмах памяти состоит в том, что мозговые нейроны образуют замкнутые цепи, по которым совершаются движения нервных импульсов. В нейронах сохраняется информация, поступившая в мозг и переработанная в нём.

Другая гипотеза объясняет механизмы памяти биохимическими изменениями, происходящими в мозге, в частности, изменениями белка мозга. В основе консолидации памяти много факторов, приводящих к облегчению передачи импульсов по синаптическим структурам. Возникающие при стойком сдвиге мембранного потенциала физико-химические изменения постсинаптических мембран служат основой для образования следов памяти, отражающихся в изменении белкового субстрата нейрона.

Накопление и хранение информации происходит в нейронных сетях ЦНС (медиальная височная область и гиппокамп участвуют в формировании и временном сохранении следов памяти). В большинстве своем накопленная информация со временем забывается, что имеет большой биологический смысл: ЦНС предохраняется от перегрузки ненужной информацией. В основе памяти лежит условно-рефлекторный механизм. Различные факторы (алкоголь, наркоз, наркотики) могут мешать образованию временных связей или разрушать их. Поэтому какие-то условные рефлексы могут исчезать, например, после наркоза или шока.

В ЦНС при запоминании протекают следующие процессы:

1. При действии раздражителей изменяется проницаемость клеточной мембраны, возникает потенциал действия, идет процесс реверберации, т.е. возбуждение длительное время существует в замкнутых нейронных кругах. В результате прохождения импульсов по этим кольцевым структурам в последних постепенно образуются стойкие изменения, закладывающие основу последующего формирования долговременной памяти.

2. Возбуждение передается к нейронам, расположенных в коре или гипоталамусе.

3. В головном мозге формируются клеточные ансамбли, из которых воздействие раздражителей позволяет извлекать нужную информацию.

4. ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота) является носителем кода памяти. Она содержит необходимую для заучивания информацию, но в потенциальной форме. Под влиянием различных факторов внешней и внутренней среды (обучение, тренировка, питание и т.д.) происходит реализация и проявление этих потенциальных возможностей.

С возрастом очень плохо сохраняются следы памяти: белковый синтез идет неэффективно и не так быстро белок включается в синаптические структуры; уменьшается число нейронов, связь между ними ухудшается, реверберация идет медленно; с повреждением РНК (рибонуклеиновая кислота) теряются навыки.

В процессе запоминания усиливается синтез РНК и белков. В первые часы после начала обучения особенно увеличивается количество синтезированных белков, которые по аксонам нейронов мозга транспортируются к синапсам, делая структуру последних более эффективной для передачи возбуждения. Для обеспечения устойчивости долговременной памяти должен поддерживаться синтез каждого специального нейропептида. Они обнаруживаются в окончаниях аксонов нейронов одновременно с медиаторами, образуя нейропептид-спутник.

Он очень стабилен, облегчает проведение возбуждения через синапс, усиливает действие медиатора. Гормоны гипофиза – вазопрессин и окситоцин оказывают антагонистическое влияние на память: вазопрессин улучшает, а окситоцин нарушает долговременную память, выработанные навыки.

Типы памяти у человека.

У человека существуют различные типы памяти: иконическая, кратковременная, долговременная. В зависимости от рецепторов, воспринимающих раздражение, выделяют зрительную, слуховую, осязательную, обонятельную, вкусовую память.

Зрительная память способна сохранять живой, наглядный образ предмета спустя долгое время после исчезновения его из поля зрения. Этот вид памяти наиболее часто встречается у детей и художников.

Иконическая память удерживает точную и полную картину, воспринимаемую органами чувств, то есть образ предмета. Длительность хранения образа – 0,1-1,5 секунд.

Кратковременная память удерживает не точную копию предмета, события, явления, а их частичное отображение. Длительность сохранения следов памяти – от 5 до 60 секунд. Запоминание связано с повторением.

Долговременная память удерживает огромный объем информации. Все, что содержится в памяти больше одной минуты, переводится в систему долговременной памяти, где и сохраняется часами, а иногда и на протяжении всей жизни. Долговременная память составляет основное звено в организации целенаправленного поведения, обеспечивая хранение, извлечение и воспроизведение информации из внешней и внутренней среды.

Процедурная память – это умение овладеть и запомнить навыки практического решения той или иной задачи. После нескольких месяцев тренировки многие здоровые люди способны научиться решать практические задачи. Люди, научившись решать какую-то задачу, познав процедурные навыки, не могут вспомнить, что они уже раньше такое делали. Это означает, что процесс извлечения материала нарушен.

Декларативная память обеспечивает ясный и доступный отчет о прошлом индивидуальном опыте. Это умение рассказать, как нужно делать и для чего это делать, и каких ошибок нужно избежать. Декларативные знания требуют переработки информации в височных долях мозга, т.е. в гиппокампе, таламусе, а между этими участками и корой возникает реверберация возбуждения, и в этих нейронных сетях происходят биохимические и биофизические изменения.

Расстройства памяти – нарушение способности запечатления новой информации и нарушение способности к воспроизведению уже имеющихся сведений. При амнезии иногда выпадают из памяти целые периоды времени. При апраксии у человека сохраняются сила мышц, способность к произвольным движениям, но забываются некоторые двигательные акты и навыки, которые раньше выполнялись неоднократно.

Формирование физиологических механизмов памяти человека определяется наследственными факторами и факторами среды, которые в процессе развития ребенка тесно взаимодействуют. Из этого следует, что учитель в процессе обучения должен обязательно обращать внимание на полноценное развитие памяти детей и подростков. Для тренировки памяти необходимо ежедневно заучивать стихи.

Кратковременная память обнаруживается у детей с 3-4-х месяцев. Ребенок в течение короткого промежутка времени узнает после восприятия небольшое число новых предметов и лиц. С возрастом он увеличивает количество запоминаемых предметов и людей, что приводит к развитию длительной памяти. До 10-ти лет память лучше развивается у мальчиков, с 11-14-ти лет у девочек, а после 14-ти лет она практически одинакова у обоих полов. У младших школьников память наглядно-образная, вследствие недостаточного развития абстрактного мышления, запоминание дословное. У подростков значительно возрастает запоминание понятий, преобладающее у старших школьников. Память развивается до 20-25 лет. Существенная роль принадлежит тренировке памяти. Забывание основано на торможении, или отсутствии подкрепления.

3. Сон, ее механизмы и значение

Сон – жизненно необходимое, периодически наступающее особое функциональное состояние, характеризующееся специфическими электрофизиологическими, соматическими и вегетативными проявлениями.

Известно, что периодическое чередование естественного сна и бодрствования относится к так называемым циркадным ритмам и во многом определяется суточным изменением освещенности. Все животные и человек чередуют бодрствование со сном, примерно треть своей жизни человек проводит во сне.

По определению И.П. Павлова, естественный сон представляет собой торможение кортикальных структур, прекращение контакта с внешним миром, угасание афферентной и эфферентной активности, отключение на период сна условных и безусловных рефлексов.

Во время сна в коре головного мозга и подкорковых структурах идет обработка поступившей информации, за период бодрствования обработанная нужная информация переводится в долговременную память. В состоянии сна функции организма изменяются: урежается ЧСС, падает АД, снижаются обменные процессы и т.д.

Выделяют разные фазы сна:

- уравнительную, когда сильные и слабые раздражители вызывают одинаковую реакцию на фоне снижения возбудимости ЦНС;
- парадоксальную – наблюдаются извращенные реакции: сильная – на слабый раздражитель и слабая – на сильный. Фаза длится от 5 до 50 минут;
- ультрапарадоксальную – положительный условный раздражитель вызывает тормозной эффект, а отрицательный – возбуждающий;
- наркотическую – резко снижается интенсивность реакции на любые раздражители;
- тормозящую, когда все условные раздражители оказываются заторможенными.

Швейцарский физиолог В.Р. Гесс в 1933 г. описал существование в гипоталамусе так называемого центра сна. И.П. Павлов не соглашался с взглядами Гесса о подкорковой природе сна. Он находил много общего между активным условно-рефлекторным сном и условным торможением.

Медленный сон характеризуется снижением вегетативного тонуса – сужаются зрачки, розовеет кожа, снижается слезо- и слюноотделение и т.д. Напротив, во время быстрого сна наступает «вегетативная» буря.

Существует гипотеза, что в лобных долях коры головного мозга и в стволовой его части находятся гипногенные центры, и если они активны, то наступает фаза сна, и на ЭЭГ появляются медленные тета-волны. Считается, что медленный сон имеет корковое происхождение, а быстрый – стволовое. Это еще раз указывает на то, что наступление сна, как и бодрствование, зависит от корково-подкорковых взаимоотношений. Среди подкорковых структур в возникновении сна и бодрствования большую роль играют ретикулярная формация и промежуточный мозг, который оказывает на кору головного мозга как активизирующее, так и тормозящее влияние. Если кора под влиянием подкорковых структур активна, то она оказывает тормозящее влияние на гипногенные центры в стволовой части головного мозга, а также препятствует активизации гипногенного центра в лобной области коры. Однако, как только уменьшается влияние ретикулярной формации и промежуточного мозга на кору, в ней развивается процесс торможения и возникает сон.

И.П. Павлов разработал теорию активного и пассивного сна. Активный сон наступает, когда в коре головного мозга развивается торможение. Теория пассивного сна – сонливое состояние, связанное с ограничением афферентных раздражений. Представление о пассивном сне возникло в связи с клиническими наблюдениями больных, у которых несколько органов чувств находились в состоянии повреждения. Такие больные постоянно пребывали в сонном состоянии.

В настоящее время достоверно известно, что во время сна почти в 3 раза возрастает содержание в коре головного мозга гаммааминомасляной кислоты (ГАМК), которая выполняет функцию тормозного медиатора. Повышение серотонина в стволе мозга повышает длительность сна. При этом парадоксальный сон снимается. Для его возникновения необходимо воздействие ферментом, разрушающим серотонин. Норадреналин способствует сохранению бодрствования. Все это свидетельствует о влиянии гуморальных факторов на состояние сна.

Взрослый человек спит в среднем 7-8 часов, но у разных людей этот период колеблется от 4 до 10 часов. Дети для своего отдыха нуждаются в значительно большей продолжительности сна. До 7-8 лет им необходим дневной сон. Продолжительность сна у детей 8-11 лет составляет 10-11 часов, 12-15 лет – до 10 часов, 17-19 лет – 7-8 часов.

Сновидения – результат повышенной активности в тех или иных отделах коры головного мозга, причины которой могут быть как экзогенные (сенсорные раздражения от кожной поверхности, звуковые и т.д.), так и эндогенные (изменения состава крови, импульсы от внутренних органов) факторы. Все эти импульсы вплетаются в тематику сновидений. Но поскольку во сне теряется сознательный контроль за всей поступающей информацией, то сновидения не соответствуют реальности, они фантастичны. На сновидения оказывает влияние информация, которая хранится в структурах коры головного мозга.

4. Речь, ее функции, механизмы и возрастные особенности

Речь - форма общения с помощью звуковых и зрительных знаков. По И.П. Павлову слово является «сигналом сигналов», выполняет функцию «удвоения мира», обеспечивает передачу опыта предыдущих поколений.

Функции речи:

Коммуникативная - речь как средство общения передает слушателю вербальную и невербальную информацию.

Регулирующая - внешняя и внутренняя речь как средство регуляции функций организма и поведения.

Понятийная - речь как орудие абстрактного мышления, средство выражения мыслей, один из механизмов интеллектуальной деятельности.

Программирующая - построение смысловых схем речевых конструкций, основанных на внутреннем программировании, осуществляемом с помощью внутренней речи.

Различают *периферические* и *центральные механизмы речи*.

Периферические механизмы речи:

- механизм фонации-локализован в гортани. Его физическая основа - колебание голосовых связок.

- механизм артикуляции- обеспечивает образование гласных и согласных звуков. Физическая основа артикуляции-резонанс полостей с постоянной или переменной конфигурацией.

Центральные механизмы речи:

- механизмы восприятия речи –слуховой центр речи Вернике, оптический центр.

- механизмы воспроизведения речи-центр Брока.

В процессе эволюции животного мира, на этапе развития вида *Homo sapiens* произошло качественное видоизменение первой сигнальной системы, обеспечивающей адаптивное, приспособительное поведение. Оно обусловлено появлением второй сигнальной системы – возникновением и развитием речи, суть которой заключается в том, что в ней сигналы приобретают новое свойство условности – преобразуются в знаки в прямом смысле этого слова.

В отличие от условных рефлексов животных, отражающих окружающую действительность посредством конкретных зрительных, слуховых, обонятельных и других сигналов, речь человека отражает окружающую действительность посредством обобщающих отвлеченных понятий, выражаемых словами. Поэтому И.П. Павлов и назвал её второй сигнальной системой человеческого мозга.

Под второй сигнальной системой И.П. Павлов понимал нервные процессы, возникающие в полушариях большого мозга в результате восприятия сигналов окружающего мира в виде речевых обозначений предметов и явлений природы и общества. Слово воспринимается человеком как услышанное (слуховой анализатор), как написанное (зрительный анализатор) или как произнесенное (двигательный анализатор). Во всех случаях данные раздражители объединяются смыслом слова. Слова приобретают смысл в результате образования прочной связи в коре полушарий большого мозга между центрами возбуждения, возникающими под действием конкретных объектов окружающего

мира, и центрами возбуждения, возникающими при произнесении слов, обозначающих конкретные предметы или действия. В результате образования таких связей слова могут заменить конкретный раздражитель окружающей среды и сделаться его символом.

Слово, как сигнал сигналов, дает возможность отвлечься от конкретных предметов и явлений. Развитие словесной сигнализации сделало возможным обобщение и отвлечение, что находит свое выражение в характерных для человека явлениях – мышлении и понятиях.

У детей школьного возраста интенсивно развивается вторая сигнальная система, но в период полового созревания она теряет свое значение. Доминантную роль приобретает первая сигнальная система. В этот период необходимо использовать на уроках больше наглядных пособий, больше конкретных действий. У мальчиков 13-15 лет и девочек 11-13 лет отмечается замедление речи, она становится стереотипной, ответы крайне лаконичны. Поэтому для полного ответа ученика учитель должен задавать наводящие вопросы, чтобы выяснить уровень его знаний.

5. Сознание

Сознание - форма отражения действительности, которая с помощью слов, математических символов, художественных образов может быть передана другим людям. Оно возникло в эволюции на основе потребности членов сообщества к общению, объединению усилий.

Существуют различные физиологические концепции сознания.

Концепция «светлого пятна» (И.П. Павлов) - сознание связано с динамически образующимися в коре больших полушарий участками оптимальной возбудимости, где легко образуются условные рефлексy. «Если бы можно было видеть через черепную коробку и если бы место оптимальной возбудимости светилось, то мы увидели бы на думающем сознательном человеке, как по его большим полушариям передвигается постоянно меняющееся в форме и величине причудливо меняющихся очертаний светлое пятно»- так рассуждал И.П. Павлов.

Концепция информационного синтеза (А.М. Иваницкий 1997) - для того чтобы раздражитель был осознан, он должен действовать не менее 300-500 мс. Вызванные потенциалы в сенсорной коре при этом формируют этапы информационного синтеза и принятие решений.

Вербальная теория утверждает решающую роль речи в феномене сознания. Для сознания обязательна активация связей между сенсорными, ассоциативными структурами и двигательной речевой зоной, которые устанавливаются как через корковый уровень, так и через таламус.

Выделяют также подсознание и сверхсознание. Подсознание- все психические явления вне сферы сознания, связанные с восприятием слабых, но мотивационно важных раздражителей, которые не осознаются субъектом, но вызывают у него биоэлектрические, вегетативные и эмоциональные реакции, а также влияют на поведение и психические функции человека.

Вопросы для самоконтроля

1. Понятие психической деятельности
2. Формы психической деятельности
3. Память. Основные механизмы.
4. Типы памяти.
5. Возрастные особенности памяти.
6. Понятие сна. Фазы сна. Физиологические изменения в организме при различных фазах сна.
7. Сновидение.
8. Речь. Основные функции речи.
9. Возрастные особенности развития речи.
10. Физиологические концепции сознания.

ТЕМА 8. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННОГО ПОВЕДЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА

ПЛАН

1. Поведение, потребность и мотивация. Инстинкты.
2. Приобретённые компоненты поведения как результат обучения.
3. Функциональная система поведения.
4. Формирование поведения в онтогенезе.

1. Поведение, потребность и мотивация. Инстинкты

Поведение представляет собой целостный процесс, который направлен не только на «уравновешивание организма со средой», но и на её активное преобразование. Приспособительный характер поведения связан, как с изменением процессов внутреннего организма, так и с преобразованием внешнего мира, в составлении с потребностями организма. В любом случае приспособительное поведение носит целенаправленный характер, т. е. обеспечивает достижение организмом такого результата (внутреннего или внешнего), который обеспечивает нормальную жизнедеятельность, и адекватное приспособление организма к факторам окружающей среды, т.е. достижение полезного результата для организма.

Организатором поведенческого акта являются **потребности**.

Потребность – особое психологическое состояние неудовлетворённости требований организма, необходимых для нормальной биологической и социальной жизнедеятельности. Возникновение потребности подчиняется механизму доминанты. Потребность является движущей силой поведения и устраняется через поведение.

Классификация потребностей:

1. **Витальные (биологические) потребности** в пище, воде, сне и бодрствовании, экономии сил – это не любая «физиологическая нужда» организма, а только та, которая не устраняется гомеостатическими механизмами. Неудовлетворение этих потребностей ведёт к гибели организма, поэтому их называют витальными;

2. **Социальные потребности** выражаются, например, в стремлении человека принадлежать к определённой социальной группе и занимать в ней определённое место. Они реализуются при взаимодействии людьми, т. е. при общественном поведении;

3. *Идеальные потребности* (саморазвития), обращены к будущему (исследовательские, игровые, имитационные потребности, «рефлекс свободы»), они определяют место человека в ноосфере (интеллектуальном освоении мира). (Две главные идеальные потребности – это потребность в познании, создающая духовность, создающая душевность).

Мотивация – эмоционально окрашенное стремление человека совершать поведение, направленное на удовлетворение своих потребностей.

Возбуждение мотивационных центров (центр голода, жажды, полового поведения и др., находящиеся в гипоталамусе) осуществляется от механорецепторов (например, повышение тонуса пустого желудка и чувства голода) и хеморецепторов при изменениях гуморального состава внутренней среды. Центр мотивации обладает всеми свойствами доминантного очага.

В формировании и развитии мотивационного возбуждения участвуют нейрохимические механизмы:

- эмоционально-мотивационные нейромедиаторы (серотонин, норадреналин);

- нейропептиды обеспечивают модуляцию секреции нейромедиаторов: торможение активности нейронов (соматостатин и др.), активацию нейронов (вещества P, ангиотензина II), участие в формировании памяти (вазопрессин);

- гормоны регулируют мотивации (например, лептин являются регуляторами пищевого поведения и др.).

Инстинкты – целенаправленное приспособительное поведение, обусловленное врождёнными механизмами и характеризующееся постоянством ответных реакций на действие внешних и внутренних раздражителей.

Немецкий зоолог Г.Э. Циглер (1964) предложил следующие критерии инстинктивного действия:

- побуждение и способность к действию принадлежит к числу наследственных свойств вида;

- такие действия не требуют предварительного обучения;

- оно выполняется по существу одинаково у всех нормальных представителей вида;

- оно соответствует организации животного, т.е. связано с нормальным функционированием его органов;

- оно приспособлено к экологическим условиям обитания вида.

2. Приобретенные компоненты поведения как результат обучения

1. Неассоциативное обучение.

Подражание (имитация) – приобретение индивидуального опыта путём непосредственного наблюдения за действием другого человека. Оно характерно для раннего онтогенеза.

Ориентировочно-исследовательская деятельность основана на ориентировочном рефлексе.

Привыкание связано с неоднократным повторением раздражителя, вызывающего ориентировочный рефлекс.

2. Импринтинг (запечатление). Быстрый тип обучения, аналог натурального условного рефлекса на экологически адекватный раздражитель. В качестве внешнего сигнала выступает движущийся объект, в качестве подкрепления – состояние беспокойства, страха. Импринтинг устанавливает прочную связь ребёнка после рождения с матерью и родственниками. К. Лоренц (1937) считал, что молодые птицы узнают взрослых членов своего вида не инстинктивно, а с помощью импринтирования. Последняя выполняется на основе врождённой способности следовать за движущимся объектом, который попадает в их поле зрения сразу после вылупления.

К. Лоренц считал, что от истинного ассоциативного обучения импринтинг отличается следующими четырьмя особенностями:

- он приурочен к ограниченному периоду жизни;
- импринтинг необратим;
- импринтинг происходит в тот период, когда соответствующее (например, половое) поведение ещё не развито.

3. Ассоциативное обучение. Данный вид обучения основан на образовании условных рефлексов на базе безусловных, а также образованных на основе целенаправленной деятельности организма.

4. Когнитивное (познавательное) обучение. Высшая форма обучения основана на познании закономерных связей между явлениями и предметами среды, использует рассудочную деятельность и способность мозга к вероятностному прогнозированию (предвосхищение будущего). На его основе осуществляется социальные виды обучения (труд, образование и др.)

3. Функциональная система поведения

Функциональная система поведения, разработанная Павловым И.П. (1901), позволила выявить механизмы, которые обеспечивали в определённой степени понимание сложных приспособительных реакций животных и человека к условиям окружающей среды.

Согласно представлениям И.П. Павлова, ведущим и определяющим фактором, является внешний раздражитель, который формирует условно-рефлекторную и безусловно-рефлекторную реакции, уравновешивающие организм с окружающей средой.

Но теория рефлекса оказалась не достаточной, для раскрытия физиологических механизмов. С использованием системного подхода П.К. Анохиным была разработана и предложена теория функциональной системы поведения, которая в определённой степени объясняла поставленные вопросы в то время. Функциональные системы строятся на основе текущих потребностей организма, которые формируются метаболическими процессами, а также складываются под влиянием специальных факторов окружающей среды.

Функциональные системы представляют собой единицы сложной интегративной деятельности организма, его взаимодействие с окружающей средой. П.К. Анохин первый обратил внимание на то, что *системы живых организмов не просто состоят из отдельных элементов, но и объединяют их для осуществления жизненно важных функций организма.*

И такие системы он назвал – функциональные системы.

Функциональная система – это динамическое временное объединение различных отделов нервной системы, физиологических систем и их компонентов, взаимодействие которых обеспечивает достижение полезных для организма результатов.

Условные механизмы функциональной системы поведения

1. Аfferентный синтез
2. Принятие решений
3. Акцептор результата поведения, или идеальная модель
4. Стадия аfferентного возбуждения
5. Само действие
6. Результаты действия
7. Параметры результатов
8. Обратная аfferентация, дающая возможность судить о результатах действия, поставленной задачи.

При выработке любого условного рефлекса как бы его не изолировали от внешних воздействий, помимо условного сигнала одновременно действует много других раздражителей (обстановка комнаты, шум, присутствие других людей). Все эти раздражители создают мощный аfferентный поток импульсов в ЦНС. Это получило название обстановочной аfferентации. В головном мозге под влиянием обстановочной аfferентации возникает возбуждение, которая вступает

во взаимодействие с изолированным условным рефлексом, т.е. с возбуждением, вызванным условным раздражителем. Сюда подключается компонент памяти и мотивация о биологических потребностях на данный текущий момент.

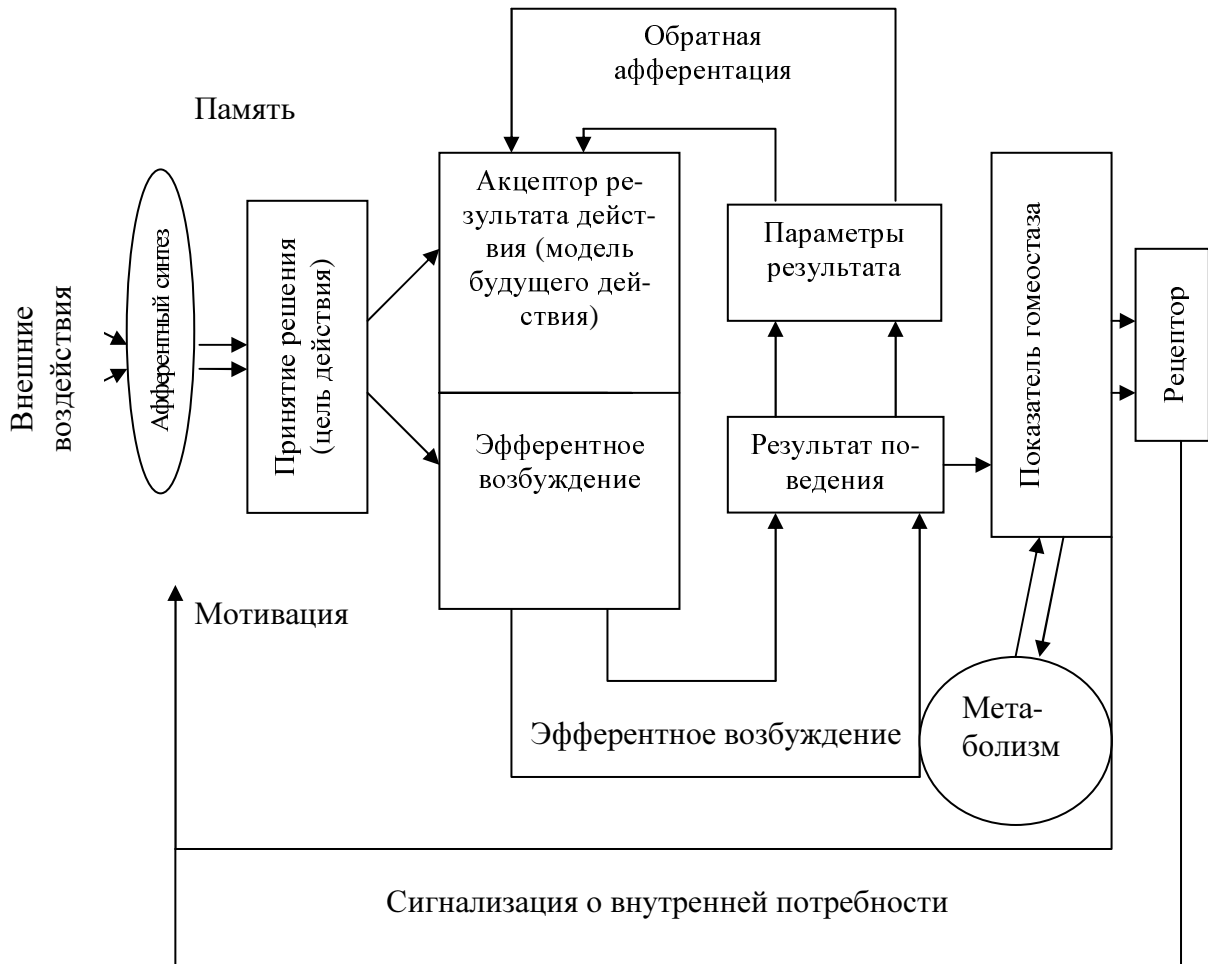


Рис. 8.1. Центральная архитектура функциональной системы по П.К. Анохину

В результате интеграции всех этих возбуждающих импульсов происходит анализ раздражающих афферентных сигналов и формируется единое целенаправленное действие. Стадия афферентного синтеза суммируется из нескольких компонентов:

- обстановочная афферентация
- действие условного сигнала (пусковая афферентация)
- память
- мотивационное возбуждение.

Любой поведенческий акт всегда направлен на удовлетворение потребностей организма, которые делятся на физиологические (голод, сон, жажда), потребность в безопасности, престижные потребности,

познавательные и эстетические потребности. Задача организма: отобрать на данный момент наиболее важную потребность для организма, т.е. доминантную потребность, которая и является мотивом для организации определённого поведенческого акта, а возбуждение, которое возникает при формировании данной функциональной системы – мотивационным возбуждением. Для этого таламус и гипоталамус избирательно активирует строго определённые нейроны кора головного мозга, ответственные за доминантную потребность.

Таким образом, афферентный синтез – первичная стадия поведенческого акта, на которой решается вопрос: какой результат должен быть лучше. В процессе афферентного синтеза происходит формирование основного поведенческого акта. В основе механизма этой стадии лежит конвергенция возбуждения на нейронах кора больших полушарий мозга, а обработка этих возбуждений осуществляется с помощью реверберации возбуждения между корой и подкоркой.

Принятие решения является тем критическим пунктом, который переводит один системный процесс (афферентный синтез) в другой системный процесс (программу действия).

Акцептор результата действия (АРД) – один из сложных элементов функциональной системы поведенческого акта, который обеспечивает прогнозирование признаков будущего результата, т.е. создание идеальной модели. Когда результат будет получен параметры реального результата, будут смещаться с акцептора результата поведения. Формируется программа будущего действия, т.е. возникает опережающее возбуждение.

В процессе обучения накопления жизненного опыта совершенствуются механизмы АРД, и обогащаются, возникает возможность быстрее находить и исправлять ошибки поведения.

Эфферентное возбуждение

Эфферентное возбуждение – это совокупность возбуждённых нервных центров, объединённых с использованием механизмов доминанта, синхронизации электрической активности удалённых структур, усвоения ритма.

В акцепторе результата поведения идёт сличение запрограммированного результата с реально полученным. При несоответствии, в аппарате сличения происходит рассогласование, активизируется ориентировочно-исследовательская деятельность организма. Идёт поиск получения нового результата, который бы соответствовал идеальной модели. Оценка любого полученного результата происходит в эмоциональной сфере и если реальный результат совпадает с запрограммированным,

то организм получает положительные эмоции. Если не будут найдены пути полезного приспособительного результата, то может сформироваться негативное отношение организма к данной деятельности. Поэтому педагогу необходимо давать ребёнку доступные и выполнимые задания и контролировать достижения правильного конечного результата, развить у ребёнка способность находить ошибки и уметь их исправлять.

4. Формирование поведения в онтогенезе

Переход от автоматизированных реакций к целенаправленным происходит постепенно и определяется зрелостью центральной нервной системы. Упреждающий характер развития поведения заключается в готовности ряда систем организма к определенной деятельности ещё до перехода к самостоятельной жизни.

Целенаправленная пищевая реакция на обонятельный сигнал формируется по принципу импринтинга, то есть запечатление. И только позже в связи с совершенствованием механизмов памяти начинают вырабатываться типичные условные рефлекссы.

К моменту первого своего проявления любая функциональная организация является незрелой, базирующейся на врожденных реакциях. Одни формы поведения, например пищевое, высокоорганизованно уже к моменту рождения, другие (половое, материнское) впервые проявляются на более поздних стадиях онтогенеза.

Формирование пищевого поведения. Движения характерные для пищевого поведения у новорождённых млекопитающих, стереотипны и в значительной степени не зависят от мотивационных факторов. В то же время специфическая пищевая реакция новорожденных (сосательные движения, слюноотделение) до первого кормления может быть вызвана тёплым воздействием.

Формирование пищевых реакций не завершается к моменту первого кормления, а продолжается в направлении постепенного усложнения. Этот процесс облигатного обучения зависит от критических периодов постнатального онтогенеза.

Вопросы для самоконтроля

1. Поведение. Классификация потребностей.
2. Мотивация, нейрохимические механизмы в формировании и развитии мотивационного возбуждения. Инстинкты.
3. Виды неассоциативного обучения.
4. Понятие о функциональных системах организма и их значение.
5. Структура функциональных систем, узловые механизмы.

ТЕМА 9. СЕНСОРНЫЕ СИСТЕМЫ (ВКУСОВОЙ, ОБОНЯТЕЛЬНЫЙ, ТАКТИЛЬНЫЙ АНАЛИЗАТОРЫ)

ПЛАН

1. Строение, функции и онтогенез анализаторов:

- тактильного;
- вкусового;
- обонятельного

1. Строение, функции и онтогенез тактильного анализатора

Анализаторы – часть нервной системы, обеспечивающая анализ информации о внешней и внутренней среде организма и формирующая специфические (для данного анализатора) ощущения и их восприятие.

Тактильный анализатор обеспечивает восприятие и анализ информации с рецепторов кожи, видимых слизистых оболочек (например, слизистая оболочка рта) с последующим формированием ощущений прикосновения, давления, вибрации.

Прикосновение и давление воспринимают примерно 500 000 рецепторов кожи. Это механорецепторы, к которым принадлежат и свободные нервные окончания, проникающие в эпидермис и воспринимающие давление, и несвободные окончания (инкапсулированные – имеющие капсулу). К несвободным чувствительным нервным окончаниям относятся расположенные в собственно коже крупные пластинчатые тельца (Фаттера-Паччини), осязательные тельца (Мейснера). Чувства осязания и давления позволяют не только узнавать предметы, но и определять их форму, размеры, характер материала, из которого эти предметы сделаны.

Кожа выполняет ряд функций. Она защищает тело от внешних воздействий, в том числе механических, участвует в терморегуляции организма и в обменных процессах, выделяет наружу пот, кожное сало, выполняет дыхательную функцию, содержит энергетические запасы (подкожный жир). Кожа, занимающая площадь 1,5–2,0 м² в зависимости от размеров тела, является огромным полем для различных видов чувствительности: тактильной, болевой, температурной. Толщина кожи в различных отделах тела разная – от 0,5 до 5 мм. У кожи выделяют поверхностный слой – эпидермис, образовавшийся из эктодермы, и глубокий слой – дерму (собственно кожу) мезодермального происхождения.

Эпидермис представляет собой многослойный эпителий, наружный слой которого постепенно слущивается. Обновление эпидермиса

происходит за счет его глубокого росткового слоя. Толщина эпидермиса различна. На бедрах, плече, груди, шее и лице он тонкий (0,02–0,05 мм), на ладонях и подошвах, испытывающих значительную физическую нагрузку, – 0,5–2,4 мм.

Эпидермис состоит из многих слоев клеток, объединенных в пять основных слоев: роговой, блестящий, зернистый, шиповатый и базальный. Поверхностный **роговой слой** состоит из большого числа роговых чешуек, образовавшихся в результате ороговения клеток подлежащих слоев. Роговые чешуйки содержат белок кератин и пузырьки воздуха. Этот слой плотный, упругий, не пропускает воду, микроорганизмы и др. Роговые чешуйки постепенно слущиваются и заменяются новыми, которые подходят к поверхности из глуболежащих слоев.

Под роговым слоем находится **блестящий слой**, образованный 3–4 слоями плоских клеток, потерявших ядра. Цитоплазма этих клеток пропитана белком элеидином, хорошо преломляющим свет. Под блестящим слоем располагается **зернистый слой**, состоящий из нескольких слоев уплощенных клеток. Эти клетки содержат крупные зерна кератогиалина, который по мере продвижения клеток к поверхности эпителия превращается в кератин. В глубине эпителиального слоя находятся клетки **шиповатого и базального слоев**, которые объединяют под названием ростковый слой. Среди клеток базального слоя имеются пигментные эпителиоциты, содержащие пигмент меланин, от количества которого зависит цвет кожи. Меланин защищает кожу от воздействия ультрафиолетовых лучей. В некоторых областях тела пигментация выражена особенно хорошо (околосососовый кружок молочной железы, мошонка, вокруг заднепроходного отверстия).

Дерма или **собственно кожа**, состоит из соединительной ткани с некоторым количеством эластических волокон и гладкомышечных клеток. На предплечье толщина дермы не превышает 1 мм (у женщин) и 1,5 мм (у мужчин), некоторых местах достигает 2,5 мм (кожа спины у мужчин), собственно у кожи выделяют поверхностный **сосочковый слой** и более глубокий **сетчатый слой**. Сосочковый слой располагается непосредственно под эпидермисом, состоит из рыхлой волокнистой неоформленной соединительной ткани и образует выпячивания — сосочки, содержащие петли кровеносных и лимфатических капилляров, нервные волокна. Соответственно расположению сосочков на поверхности эпидермиса видны **гребешки кожи**, а между ними находятся продолговатые углубления – **бороздки кожи**. Гребешки и бороздки лучше всего выражены на подошве и ладонях, где они образуют сложный индивидуальный рисунок. Это используется в криминалистике

и судебной медицине для установления личности (дактилоскопия). В сосочковом слое располагаются пучки гладкомышечных клеток, связанные с луковицами волос, а в некоторых местах такие пучки лежат самостоятельно (кожа лица, сосок молочной железы, мошонка).

Сетчатый слой состоит из плотной неоформленной соединительной ткани, содержащей пучки коллагеновых и эластических волокон, и небольшого количества ретикулярных волокон. Этот слой без резкой границы переходит в подкожную основу, или **клетчатку**, содержащую в большем или меньшем количестве жировые скопления. Толщина жировых отложений не во всех местах одинакова. В области лба, носа жировой слой выражен слабо, а на веках и коже мошонки он отсутствует. На ягодицах и подошвах жировой слой развит особенно хорошо. Здесь он выполняет механическую функцию, являясь эластической подстилкой. У женщин жировой слой развит лучше, чем у мужчин. Степень отложения жира зависит от типа телосложения, упитанности. Жировые отложения (жировая клетчатка) являются хорошим термоизолятором.

Цвет кожи зависит от наличия пигмента, который имеется в клетках базального слоя эпидермиса, а также встречается в дерме.

Придатки кожи. У кожи выделяют ее придатки, к которым относятся волосы, ногти, кожные железы.

Волосы покрывают в разной мере всю кожу (кроме ладоней, подошв, переходной части губ, головки полового члена, внутренней поверхности крайней плоти, малых половых губ). Волосы, как и ногти, являются производным эпидермиса. Они имеют стержень, выступающий над поверхностью кожи, и корень. Корень находится в толще кожи, заканчиваясь расширением – **луковицей волоса** – ростковой частью волоса. **Корень** волоса располагается в соединительнотканной сумке, в которую открывается сальная железа. В эту сумку волоса вплетается **мышца, поднимающая волос**. Эта мышца начинается в глубоких слоях сетчатого слоя дермы. При сокращении мышцы волос выпрямляется, сальная железа сдавливается и выделяет свой секрет. У плода тело покрыто пушком, который после рождения сменяется вторичным волосяным покровом. Длинные (щетинистые) волосы растут на голове, бровях, краях век. В период полового созревания волосяной покров появляется в подмышечных впадинах, на лобке. У мужчин растут борода, усы. Цвет волос зависит от наличия пигмента. При появлении в толще волоса пузырьков воздуха и исчезновении пигмента волосы седеют.

Ноготь является роговой пластинкой, которая располагается в соединительнотканном ногтевом ложе, откуда осуществляется рост ногтя. Различают **корень** ногтя, лежащий в ногтевой щели, тело ногтя

и **свободный край**, выступающий за пределы ногтевого ложа. Кожные складки, ограничивающие ноготь со стороны его корня и с боков, получили название **валика ногтя**.

Производными эпителия являются железы кожи – сальные, потовые и *молочные*.

Молочная железа – парный орган, по происхождению является видоизмененной потовой железой. У мужчин железа остается недоразвитой.

Молочная железа располагается на уровне от III до IV ребра, на фасции, покрывающей большую грудную мышцу, в связи с чем ее называют также грудной железой. С грудной фасцией молочная железа соединена рыхло, что обеспечивает ее подвижность. С медиальной стороны молочная железа своим основанием подходит к краю грудины. Примерно на середине железы находится **сосок молочной железы** с точечными отверстиями на вершине, которыми открывается наружу 10–15 выводных млечных протоков. Участок кожи вокруг соска – **околососковый кружок**, также как и сосок, пигментирован. У девушек он имеет розовый цвет, у рожавших женщин – коричневый (бурый). Кожа кружка неровная, на ней видны бугорки, на поверхности которых открываются протоки желез околососкового кружка, рядом с которыми располагаются сальные железы. В коже соска и околососкового кружка залегают пучки гладких мышечных клеток, часть которых ориентирована циркулярно, а часть – продольно. Сокращение этих мышц напрягает сосок.

Тело молочной железы состоит из 15–20 долей, отделенных друг от друга прослойками жировой ткани, пронизанной пучками рыхлой волокнистой соединительной ткани. Эти пучки переходят в **связки, поддерживающие молочную железу**. Доли состоят из долек, имеющих строение сложных альвеолярно-трубчатых желез, которые по отношению к соску располагаются радиарно. Протоки желез (по одному из каждой доли) открываются на вершине соска молочной железы. На пути к соску (у его основания) каждый проток имеет расширение – **млечный синус**.

Развитие рецепторов кожной чувствительности у человека начинается с 8-й недели эмбриональной жизни. Первыми появляются свободные нервные окончания, инкапсулированные рецепторы образуются с 3-4-го месяца эмбриогенеза и после рождения. В разных участках кожи рецепторные образования появляются гетерохронно: раньше всего – в коже губ и слизистой оболочке языка, а затем – в подушечках пальцев руки и ноги, в коже лба, щек, носа. В коже шеи, груди, соска, плеча, предплечья, подмышечной впадины формирование рецепторов происходит позже.

Миелинизация нервных путей в целом совпадает по времени с формированием инкапсулированных рецепторов. Стволовые и подкорковые образования достигают к моменту рождения довольно высокого уровня развития. Соматосенсорные зоны коры в основном созревают после рождения ребенка: оформление постцентральной области коры, куда приходит информация обо всех видах кожной чувствительности, осуществляется к 1-4-му годам жизни. До 7-13 лет увеличиваются площадь и толщина соматосенсорной коры.

Рефлекторные двигательные реакции при тактильной стимуляции различных зон кожной поверхности обнаруживаются уже в плодный период и также не одновременно. Ранее развитие рецепторных образований в коже губ обеспечивает возникновение сосательного акта при действии тактильных раздражений. На 6-м месяце развития сосательный рефлекс является доминирующим по отношению к различным движениям плода, осуществляемым в это время. Он влечет за собой возникновение мимических движений. При тактильной стимуляции конечностей и туловища отмечаются различной сложности сгибательные и разгибательные рефлекс, реакции приведения руки или ноги, а также изгибание тела плода.

С возрастом все большее значение в жизни человека приобретает тактильная чувствительность руки, поэтому возрастает роль ее рецепторных образований в анализе и оценке предметов окружающего мира, в оценке осуществляемых движений. Увеличение числа рецепторов кожи возможно и у взрослого человека, например, у людей, потерявших зрение.

У новорожденного очень резко снижаются пороги тактильной чувствительности по сравнению с плодом. Их величина сразу после рождения становится неодинаковой для различных участков кожи, причем зоны наибольшей чувствительности у ребенка те же, что и у взрослого. пороги тактильной чувствительности у новорожденных детей в 7-14 раз выше, чем у взрослых; к 18-25 годам они уменьшаются.

Дифференциальные пороги различения двух тактильных раздражений как отдельных у детей, наоборот, ниже, чем у взрослых, причем эта разница сохраняется и в 12-летнем возрасте.

Все рефлекторные реакции, возникающие при тактильных раздражениях, отличаются сначала обобщенным, генерализованным характером. Локальные реакции появляются лишь с 1-1,5 месяцев, и начинаются они с кожи головы, позднее их можно вызвать с других участков. С возрастом тактильная чувствительность кожи увеличивается: так, у 10-летних детей она больше, чем у 6-летних, но меньше, чем у детей более старшего возраста.



Рис. 9.1. Тактильные рецепторные образования языка взрослого человека (А) и новорожденного (Б)

Строение, функции и онтогенез вкусового анализатора

Вкусовой анализатор обеспечивает восприятие и анализ химических раздражителей при их действии на рецепторы языка и формирование вкусовых ощущений. Его роль – оценка съедобности пищи, участие в рефлекторной регуляции секреции пищеварительных соков. (В формировании вкуса участвуют также тактильная и температурная чувствительность ротовой полости и обонятельная чувствительность).

Орган вкуса развивается из эктодермы. У рыб воспринимающие «чувство вкуса» вкусовые почки (луковицы) имеются не только в эпителиальном покрове полости рта, но и в кожном покрове (кожное химическое чувство). Вкусовые почки у наземных позвоночных расположены только в начальном отделе пищеварительной трубки, достигая высокого развития у высших млекопитающих. У человека вкусовые почки в количестве около 2000 находятся, главным образом, в слизистой оболочке языка, а также неба, зева, надгортанника. Наибольшее количество вкусовых почек сосредоточено в желобоватых сосочках и листовидных сосочках, меньше их в грибовидных сосочках слизистой оболочки спинки языка (рис. 9.2). В нитевидных сосочках их не бывает. Каждая вкусовая почка состоит из вкусовых и поддерживающих клеток. На вершине почки имеется вкусовая пора (отверстие), открывающаяся на поверхности слизистой оболочки.

На поверхности вкусовых клеток располагаются окончания нервных волокон, воспринимающих вкусовую чувствительность. В области передних $\frac{2}{3}$ языка чувство вкуса воспринимается волокнами барабанной струны лицевого нерва, в задней трети языка и в области желобоватых сосочков – окончаниями языкоглоточного нерва. Этот нерв осуществляет вкусовую иннервацию также слизистых оболочек мягкого неба и небных дужек. От редко расположенных вкусовых луковиц в слизистой оболочке надгортанника и внутренней поверхности

черпаловидных хрящей вкусовые импульсы поступают через верхний гортанный нерв – ветвь блуждающего нерва. Центральные отростки нейронов, осуществляющих вкусовую иннервацию в полости рта, направляются в составе соответствующих черепных нервов (VII, IX, X) к общему для них чувствительному ядру одиночного пути, лежащему в виде продольного клеточного тяжа в задней части продолговатого мозга. Аксоны клеток этого ядра направляются в таламус, где импульс передается на следующие нейроны, центральные отростки которых оканчиваются в коре большого мозга, крючка парагиппокампальной извилины. В этой извилине находится корковый конец вкусового анализатора.

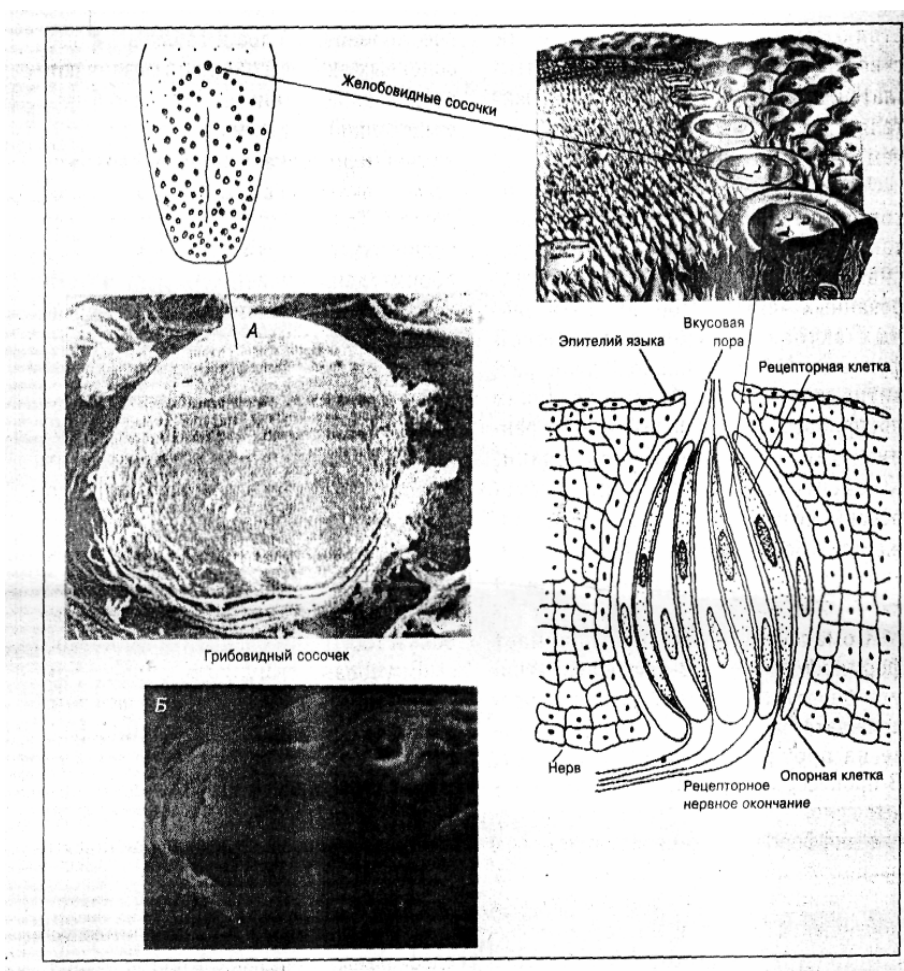


Рис. 9.2. Вкусовые сосочки языка человека: взрослого (А) и новорожденного (Б) (стрелками показаны вкусовые поры)

Чувствительность клеток почки к вкусовым стимулам различна: одни клетки лучше реагируют на соль, другие на сахарозу и т.д. Чувствительность к четырем вкусовым качествам на поверхности языка распределена неравномерно (рис. 9.3): кончик языка наиболее чувствителен к сладкому, краевые зоны – к кислому и соленому, корень – к горькому.

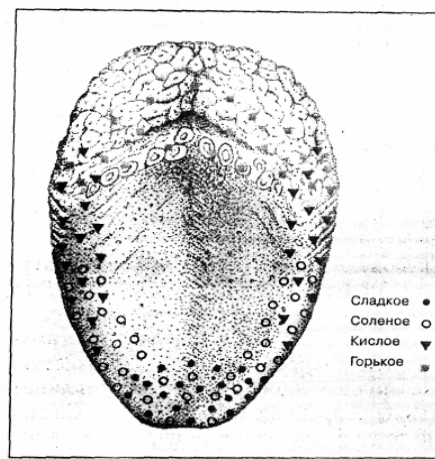


Рис. 9.3. Распределение видов вкусовой чувствительности на языке человека

Периферическая часть вкусовой сенсорной системы начинает формироваться на 3-м месяце внутриутробного развития. К моменту рождения она уже полностью сформирована, хотя у новорожденных детей еще не все вкусовые почки имеют поры и функционируют (рис.9.4). В постнатальном периоде меняется характер распределения рецепторных образований кончика языка. Впервые годы жизни у детей большинство вкусовых почек распределяется преимущественно в центральной части кончика языка, а в дальнейшем – по его краям.

У детей вкусовых почек больше, чем у взрослых. В раннем возрасте они обнаруживаются в большом количестве не только на языке, но и на твердом небе, в слизистой оболочке губ, щек, нижней поверхности языка.

Определение вкусовой чувствительности у новорожденных детей основано на наблюдении за мимическими реакциями, возникающими при орошении языка вкусовыми растворами. Дети реагируют на все четыре вида веществ (сладкое, кислое, горькое, соленое). Сладкие вещества вызывают положительные гедонические реакции – сосательные движения, улыбку и общее успокоение (урежение частоты сердечных сокращений и дыхания). Кислые и горькие вещества провоцируют гримасы недовольства, закрывание глаз, общие движения. С возрастом у детей укорачивается время развития реакции на вкусовую стимуляцию: до 10 лет она меньше, чем у взрослых, о чем свидетельствуют большая величина латентного периода реакции на вкусовый стимул у детей и высокий порог стимуляции. пороги чувствительности, свойственные взрослым, устанавливаются у детей к 6 годам, а «взрослая» длительность латентного периода – лишь к 10 годам. следует, однако, отметить, что от приведенных средних цифр могут быть весьма

значительные отклонения, так как скорость функционального созревания любой сенсорной системы в значительной степени определяется интенсивностью ее тренировки, качественно разнообразное питание (своеобразная «тренировка») способствует большей скорости совершенствования функций вкусовой чувствительности ребенка.

Условные рефлексy на действие вкусовых стимулов можно выработать у ребенка на 2-м месяце жизни, а в конце 2-го месяца он может различать количество вкусового вещества в растворе. Различительная способность детей уже в 4-месячном возрасте довольно велика: ребенок может, например, отличать раствор с 20 каплями лимонного сока в 100 мл воды от раствора с 16 каплями; 15 %-ный раствор сахара – от 2 %-ного; 0,2 %-ный раствор поваренной соли – от 0,4 %-ного.

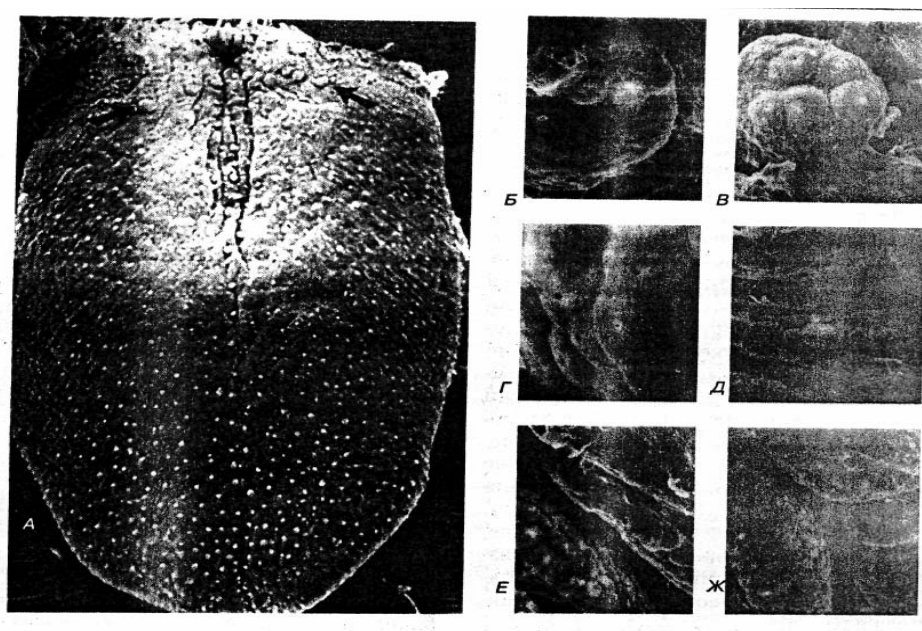


Рис. 9.4. Язык ребенка первого года жизни (сканирующая электронная микроскопия)

А – общий вид поверхности; Б, В – грибовидные и Г, Д, Е, Ж – листовидные сосочки

Строение, функции и онтогенез обонятельного анализатора

В жизни наземных животных обоняние играет важную роль в общении с внешней средой. Оно служит для распознавания запахов, определения газообразных пахнущих веществ, содержащихся в воздухе. В процессе эволюции орган обоняния, имеющий эктодермальное происхождение, вначале сформировался рядом с ротовым отверстием, а затем совместился с начальным отделом верхних дыхательных путей, отделившись от полости рта. У одних млекопитающих животных обоняние очень хорошо развито (макросматики). В эту группу входят

насекомоядные, жвачные, копытные, хищные животные. У других животных обоняние отсутствует вообще (анасматики). К ним относятся дельфины. Третью группу составляют животные, обоняние у которых развито слабо (микросматики). К ним принадлежат приматы.

У человека орган обоняния располагается в верхнем отделе носовой полости. Обонятельная область слизистой оболочки носа включает слизистую оболочку, покрывающую верхнюю носовую раковину и верхнюю часть перегородки носа. Рецепторный слой в составе эпителия, покрывающего слизистую оболочку, включает обонятельные, нейросенсорные клетки, воспринимающие присутствие пахучих веществ. Между обонятельными клетками лежат поддерживающие эпителиоциты. Поддерживающие клетки способны к апокриновой секреции.

Число обонятельных нейросенсорных клеток достигает 6 млн (30 000 клеток на площади 1 мм²). Дистальная часть обонятельных клеток образует утолщение – обонятельную булаву. Каждое из этих утолщений имеет до 10–12 обонятельных ресничек. Реснички подвижны, способны сокращаться под действием пахучих веществ. Ядро занимает центральное положение в цитоплазме. Базальная часть рецепторных клеток продолжается в узкий и извитой аксон. На апикальной поверхности обонятельных клеток множество ворсинок.

В толще рыхлой соединительной ткани обонятельной области содержатся обонятельные (боуменовы) железы. Они синтезируют водянистый секрет, увлажняющий покровный эпителий. В этом секрете, которым омываются реснички обонятельных клеток, растворяются пахучие вещества. Эти вещества воспринимаются рецепторными белками, находящимися в мембране, покрывающей реснички. Центральные отростки нейросенсорных клеток формируют 15–20 обонятельных нервов.

Обонятельные нервы через отверстия решетчатой пластинки одноименной кости проникают в полость черепа, затем в обонятельную луковицу (рис.9.5).

В обонятельной луковице аксоны обонятельных нейросенсорных клеток в обонятельных клубочках вступают в контакт с митральными клетками. Отростки митральных клеток в толще обонятельного тракта направляются в обонятельный треугольник, а затем в составе обонятельных полосок (промежуточной и медиальной) вступают в переднее продырявленное вещество, в подмозолистое поле и диагональную полосу (полоска Брака). В составе латеральной полоски отростки митральных клеток следуют в парагиппокампаальную извилину и в крючок, в котором находится корковый центр обоняния.

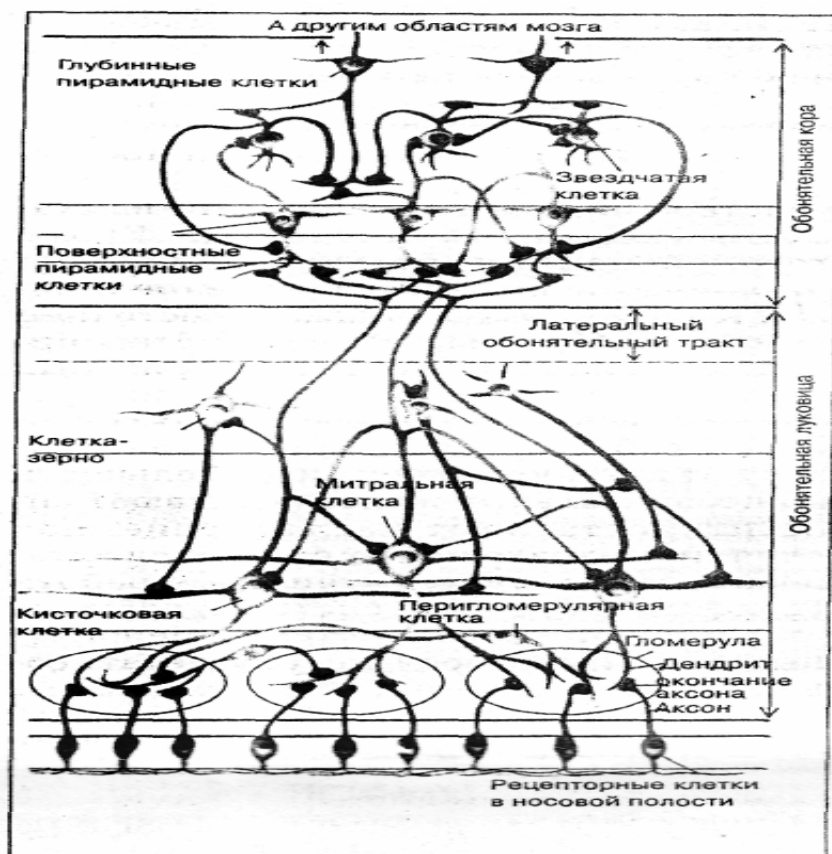


Рис. 9.5. Нейронная сеть обонятельной сенсорной системы (схема)

Становление периферического отдела обонятельной системы человека начинается еще в период внутриутробного развития. У 2-месячного плода в слизистой оболочке обонятельной области появляется чувствительный эпителий. К 6-му месяцу его площадь уменьшается, что свидетельствует о регрессивном развитии обоняния у человека. Структурное развитие рецепторов заканчивается к 7-му месяцу внутриутробного развития. Сразу после рождения обонятельные рецепторы способны воспринимать запахи. На сильные запахи новорожденные реагируют изменениями мимики, пульса и дыхания, однако, пороги ощущения у них в 20-100 раз выше, чем у взрослых. Обонятельной системе новорожденных свойственна быстрая адаптация: дети перестают реагировать на повторные раздражения. У них легче вызываются рефлекторные ответы на вещества, раздражающие окончания тройничного нерва (аммиак, уксусная кислота). Эти стимулы вызывают гримасы неудовольствия, чиханье, крик.

У 2-месячного ребенка начинают вырабатываться условные рефлексы на запаховые раздражители, причем с возрастом этот процесс облегчается. На 4-м месяце ребенок начинает различать приятные и неприятные запахи и реагировать на них адекватной

эмоционально-двигательной реакцией. К 6 годам обонятельная сенсорная система заметно не отличается от взрослых.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое анализаторы?
2. Функции тактильного анализатора.
3. Механорецепторы. Какова их функция?
4. Строение кожи человека.
5. Перечислить придатки (производные) кожи, дайте характеристику каждому из них.
6. Молочные железы, строение, функции.
7. Строение и функции вкусового анализатора.
8. Укажите места расположения вкусовых почек. Где находится корковый центр вкусового анализатора?
9. Обонятельный анализатор, строение и функции.
10. Пути следования нервных импульсов от обонятельных рецепторов до коркового центра обонятельного анализатора?
11. Онтогенез тактильного анализатора.
12. Онтогенезе вкусового анализатора.
13. Охарактеризуйте онтогенез обонятельного анализатора.

ТЕМА 10. ВЕСТИБУЛЯРНАЯ СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА

ПЛАН

1. Строение и функции вестибулярной сенсорной системы
2. Развитие вестибулярной сенсорной системы

1. Строение и функции вестибулярной сенсорной системы

Вестибулярная сенсорная система обеспечивает равновесие и играет ведущую роль в ориентации человека в пространстве. Чем больше его двигательная активность, тем точнее требуется информация о положении тела. Ориентация человека в окружающей среде связана с информацией не только от мышечных, сухожильных и кожных рецепторов, органа зрения, но и от специальных сенсорных органов. Таким органом и является вестибулярный аппарат, расположенный в височной кости черепа в непосредственном контакте с улиткой внутреннего уха (рис. 10.1).

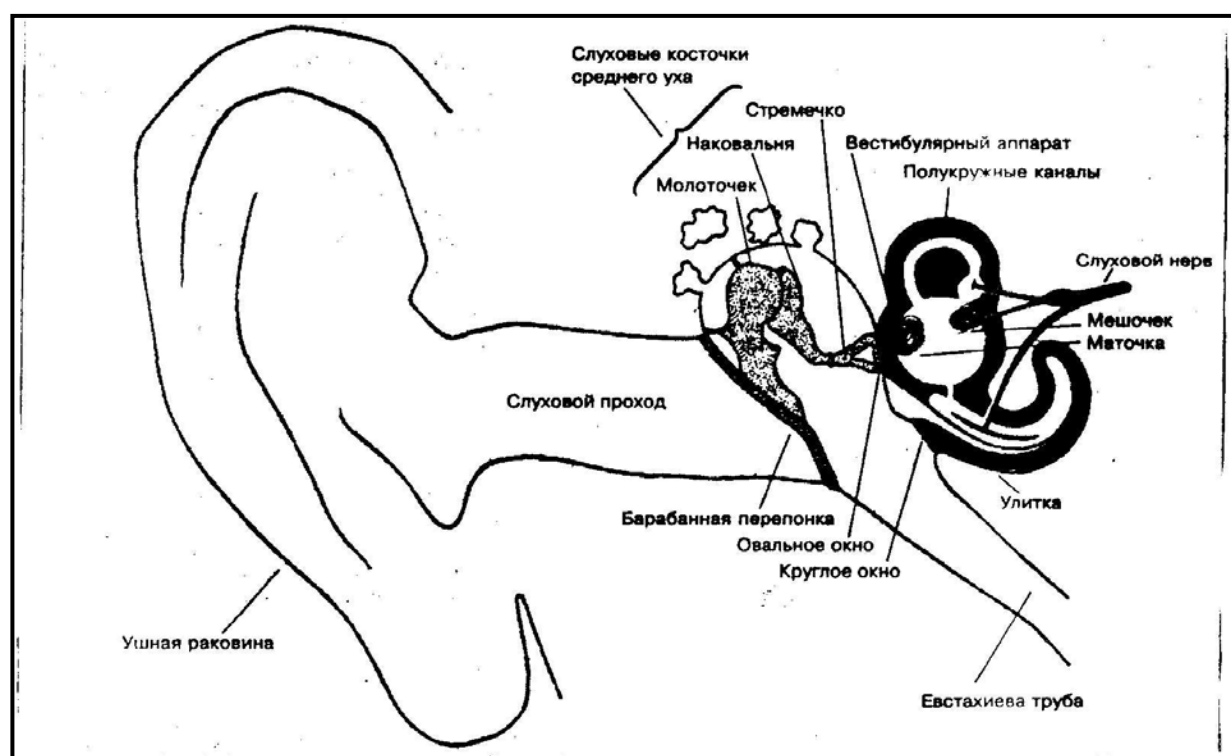


Рис. 10.1. Строение уха человека

Вестибулярная система, как и слуховая, относится к механорецепторным. Она воспринимает информацию о положении тела, его линейных и угловых перемещениях и отличается очень высокой чувствительностью.

Вестибулярный аппарат состоит из двух отделов: **оттолитова органа**, воспринимающего ускорение прямолинейного движения, и трех **полукружных каналов**, реагирующих на угловое ускорение (рис. 10.2). За сложную геометрию вестибулярный аппарат был назван лабиринтом. Все компоненты вестибулярного аппарата образованы тонкими перепонками, образующими замкнутые структуры. Снаружи они окружены **перилимфой**.

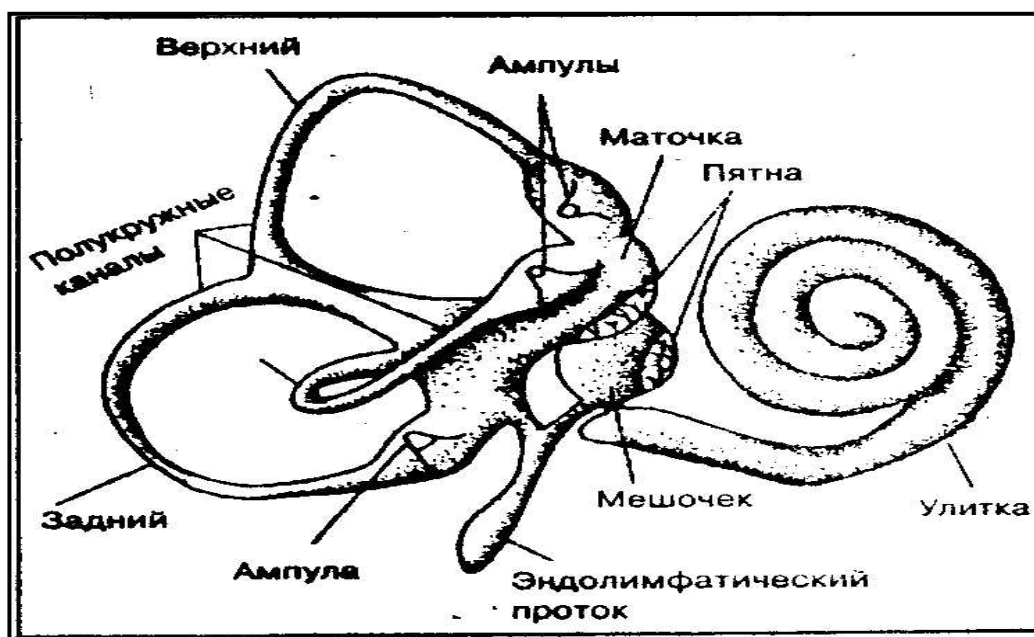


Рис. 10.2. Периферическая часть вестибулярного аппарата

Отолитов орган разделен на две полости: маточку и мешочек, находящиеся в той части лабиринта, откуда отходят полукружные каналы и улитка. Мешочек вестибулярного аппарата сообщается с улиткой слухового аппарата посредством канала, заполненного **эндолимфой**. Внутри маточки и мешочка есть участки, называемые **макулами** (пятнами), где находятся рецепторные клетки. Полукружные каналы отходят от маточки под прямыми углами друг к другу.

Каждый полукружный канал имеет расширение – **ампулу**, внутри которого рецепторные клетки группируются в гребешки. Каналы заполнены эндолимфой.

Рецепторными клетками вестибулярного органа являются волосковые клетки. От каждой клетки отходит одна длинная ресничка – киноцилия и многочисленные (от 60 до 80) тонкие и короткие отростки – стереоцилии. Их длина по мере удаления от киноцилии уменьшается (рис. 10.3). Рецепторные клетки одинаковы в макулах оттолитова органа

и в гребешках полукружных каналов, но окружающие их вспомогательные структуры различны.

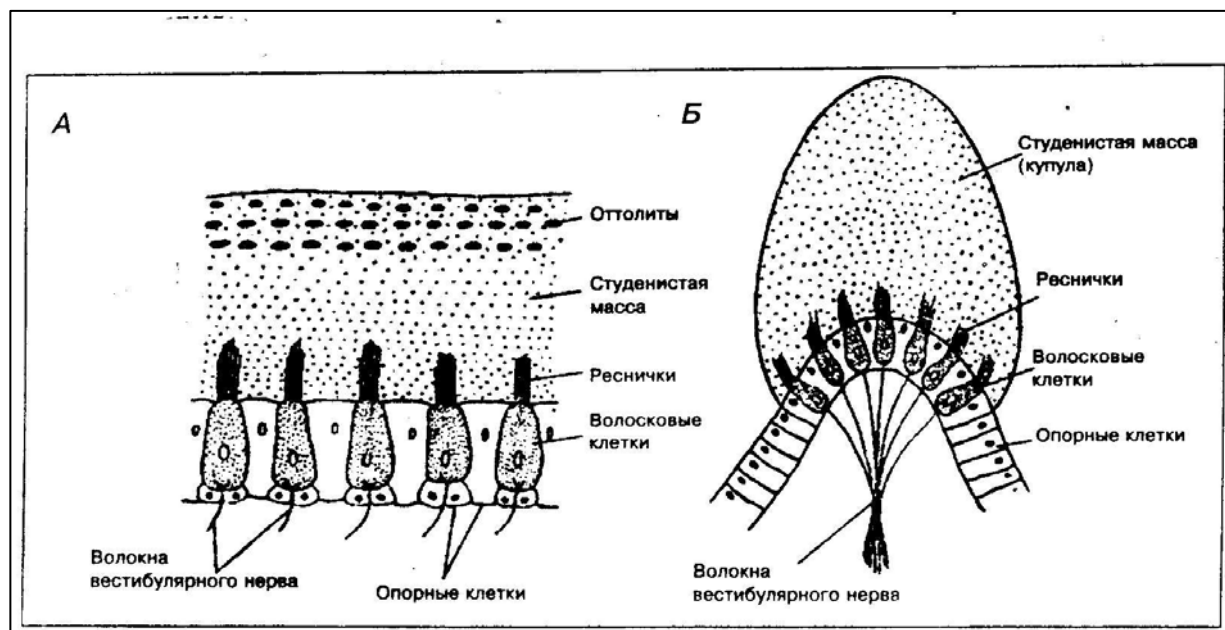


Рис. 10.3. Рецепторный отдел вестибулярного анализатора

А – рецепторы на пятнах маточки и мешочка

Б – рецепторы полукружных каналов

В макулах поверх волосков лежат мелкие кристаллы углекислого кальция – отолиты, склеенные желеобразной массой. При наклоне головы кристаллы кальция давят на отростки рецепторных клеток, в результате чего они изгибаются. В сенсорных нервных волокнах, подходящих к рецепторным клеткам, возникает импульсный разряд, величина которого зависит от угла наклона. В зависимости от того, в каком направлении действует сгибающая реснички сила, в волосковой клетке возникает возбуждение или торможение (рис.10.4). Клетки в каждом пятне ориентированы в разных направлениях. Благодаря этому общая картина возбуждений и торможений в области макулы отражает направление действующей силы.

При прямом положении тела овальный мешочек (маточка) находится в горизонтальном, а круглый мешочек – в вертикальном положении головы студенистая масса, содержащая отолиты, смещается, и волосковые клетки реагируют на это смещение. Все отделы вестибулярного аппарата крайне чувствительны: они реагируют на изменение положения даже $0,5^\circ$. Маточка и мешочек воспринимают также линейное ускорение, вызванное внезапным изменением скорости движения вперед или назад.

Каждый из трех полукружных каналов реагирует на угловое ускорение (рис.10.5), т.е. на внезапный поворот головы в одной из трех плоскостей: при повороте головы и туловища вокруг вертикальной оси, при наклоне головы вперед и назад, а также влево и вправо. Рецепторные волосковые клетки в ампулах полукружных каналов, образующие гребешок, имеют реснички, покрытые колпачком студенистого вещества – купулой.

Ориентация всех клеток в пределах каждого гребешка одинакова. Купула выступает в просвет канала и легко смещается при движениях эндолимфы. При повороте головы эндолимфа сохраняет прежнее положение и смещает купулу в сторону, противоположную движению. Волоски гребешковых рецепторных клеток накапливаются и клетки возбуждаются (при наклоне волосков в сторону киноцилии) или тормозятся (при их смещении в противоположную сторону). Возбуждение рецепторных клеток вызывает возникновение импульсов в афферентных нервных волокнах (рис. 10.6). Таким образом, рецепторные образования вестибулярного аппарата реагируют на силу тяжести (гравитацию). Такое строение сенсорного аппарата универсально для всех наземных организмов.

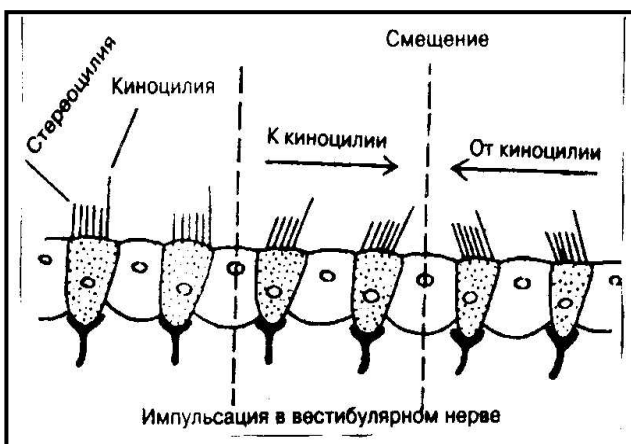


Рис. 10.4. Положение ресничек рецепторных клеток в зависимости от направления движения человека, избирательно меняющее чувствительность волосковых клеток

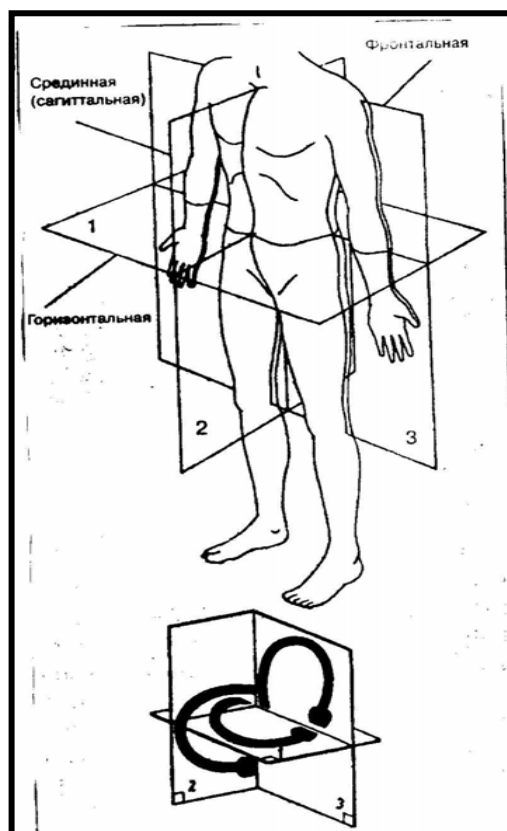


Рис.10.5. Ориентация полукружных каналов соответственно трем плоскостям тела

Сенсорная информация, поступающая от вестибулярных рецепторов, передается на нейроны вестибулярного ганглия, находящегося во внутреннем слуховом проходе (1-й нейрон). Отростки его нейронов в виде волокон вестибулярного нерва в составе VIII пары черепно-мозговых нервов идут в центральную нервную систему и оканчиваются в стволе мозга на нейронах вестибулярных ядер продолговатого мозга (2-й нейрон). У человека число вестибулярных волокон составляет 20000. Аксоны 2-х нейронов образуют проекционные системы: вестибулоспинальную, вестибулоокулярную и вестибуломозжечковую (рис. 10.7). С этим центрами нервной системы связано управление положением тела во время движения, благодаря сенсорной информации, поступающей как от вестибулярного аппарата, так и от соматических рецепторов шеи и органов зрения.

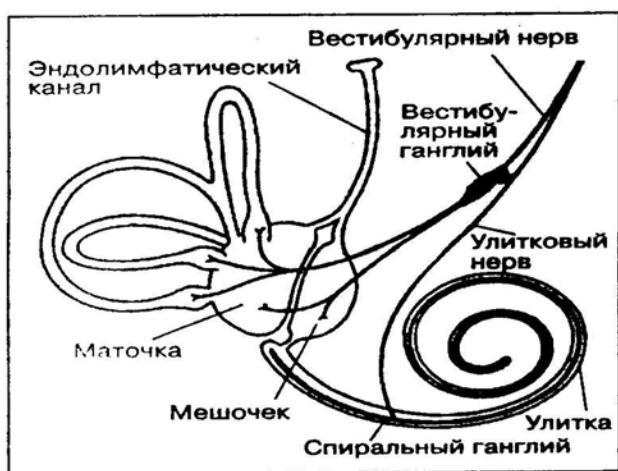


Рис. 10.6. Аfferентная иннервация вестибулярной сенсорной системы

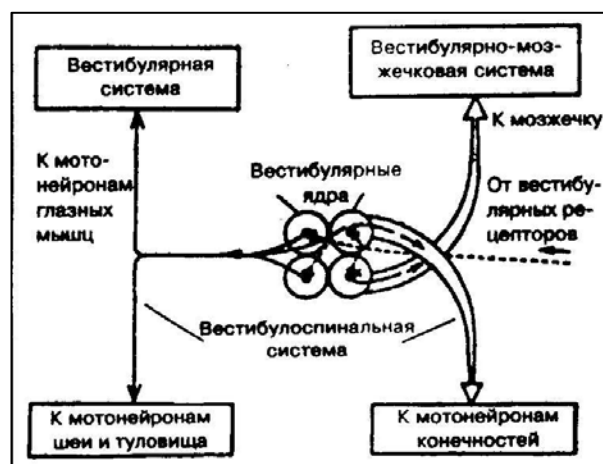


Рис. 10.7 Проводящие пути

Вестибулоспинальная система обеспечивает стабильное по отношению к центру тяжести тела положение головы. При каждом движении голова остается неподвижной по отношению к окружающему пространству, в то время как тело плавно движется. Движения головы, туловища и конечностей согласовываются благодаря шейным рефлексам.

Вестибулоокулярная система регулирует движения глаз, что необходимо для сохранения стабильного изображения на сетчатке во время движений тела. Содружественное движение глаз обеспечивается шестью парами мышц глазного яблока. Скачкообразные движения глаз (нистагмы) при неподвижной голове, всегда наблюдаемые при чтении или рассматривании близких предметов, обеспечиваются импульсами, идущими от вестибулярных афферентов к мотонейронам

глазных мышц. При повороте головы глаза попеременно совершают медленные движения в том же направлении и быстрее – в противоположном направлении.

Вестибуломожечковая система обеспечивает сенсомоторную координацию. Часть волокон от вестибулярных ядер поступает к нейронам мозжечка, а от них – обратно на эти ядра. Таким образом, мозжечок осуществляет тонкую «настройку» вестибулярных рефлексов. При нарушении этих связей человек не в состоянии поддерживать равновесие, его движения приобретают повышенную амплитуду, особенно при ходьбе.

Полеты в космос и подготовка к ним позволили изучить влияние невесомости на чувство равновесия. Космонавты описывают отсутствие ощущения пространства и положения своего тела в нем в первые дни пребывания в невесомости, однако, через несколько дней наступает привыкание к этому состоянию. В свою очередь, после приземления у них не сразу восстанавливается способность удерживать равновесие в положении стоя с закрытыми глазами. Длительное пребывание в невесомости оказывает влияние на механизмы поддержания позы, в которых участвует также соматосенсорная система, ее мышечный компонент в связи с измененной активностью мышечно-суставных рецепторов. Кроме того, невесомость изменяет интеграцию сигналов в ЦНС практически от всех рецепторов, это тоже временно нарушает координацию движений.

2. Развитие вестибулярной сенсорной системы

Полукружные каналы формируются к 7-й неделе внутриутробного развития плода.

В это время начинается дифференцирование клеток гребешков на чувствительные (волосковые) клетки и опорные, поддерживающие их. На 8-10-й неделе обособляются мешочки преддверия. У 6-месячного плода размер их такой же, как и у взрослого. Миелинизация волокон всего афферентного пути от периферического отдела вестибулярного анализатора до продолговатого мозга происходит в период от 14 до 20 недель внутриутробного развития. На 20-й неделе устанавливается связь между ядрами преддверно-улиткового и глазодвигательного нервов. На 21-22-й неделе начинают миелинизироваться волокна, соединяющие ядра преддверно-улиткового нерва продолговатого мозга с мотонейронами спинного мозга.

Благодаря раннему морфологическому созреванию вестибулярной сенсорной системы уже на 4-м месяце внутриутробного развития

у плода появляются различные рефлекторные реакции с вестибулярного аппарата. Они проявляются в изменении тонуса мышц, в сокращении мышц конечностей, шеи, туловища, мышц глазных яблок.

У грудных детей можно наблюдать целый ряд рефлексов, связанных с вестибулярным аппаратом: разведение рук и растопыривание пальцев при сотрясении кровати, рефлекс на положение ребенка при кормлении грудью, рефлекс на покачивание. На 2-3-м месяце ребенок дифференцирует направление качания. Информация с вестибулярного аппарата важна для становления рефлексов поддержания головы, полных рефлексов сидения, стояния.

Многие вестибулярные рефлексы (разведение рук при подбрасывании ребенка) наблюдается только в первые месяцы жизни. Показано, что возбудимость вестибулярного аппарата уменьшается с возрастом. Высокая его возбудимость во внутриутробном периоде объясняется влиянием, которое он оказывает на развитие нервной системы. Предполагают, что раннее морфологическое и функциональное созревание вестибулярного анализатора важно для развития связанных с ним нейронов спинного и головного мозга. Импульсы, идущие по нервным волокнам от вестибулярных рецепторов, способствуют созреванию нейронов вестибулярных ядер продолговатого мозга и миелинизации аксонов, направляющихся к мотонейронами спинного мозга, нейрона мозжечка и ядрам глазодвигательного нерва.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие особенности вестибулярных волосковых клеток обуславливают их чувствительность к перемещению в определенном пространстве?
2. Назовите центральные структуры, связанные с вестибулярной сенсорной системой.
3. Назовите структуры, связанные с чувством равновесия, их расположение и строение.
4. Сенсорное обеспечение восприятия положения тела в пространстве в разные возрастные периоды.
5. Морфологическое и функциональное развитие структур вестибулярного аппарата.

ТЕМА 11. ЗРИТЕЛЬНАЯ СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА

ПЛАН

1. Строение и функции зрительного анализатора.
2. Развитие и возрастные особенности органов зрения.

1. Строение и функции зрительного анализатора

Органы чувств – это комплекс анатомических структур, которые воспринимают энергию внешнего воздействия, превращают его в нервный импульс и передают в соответствующие центры головного мозга, в том числе в кору большого мозга, где происходит высший анализ. К органам чувств относятся: органы зрения, слуха, чувства земного тяготения (гравитация), вкуса, обоняния, кожного чувства.

Зрительная сенсорная система играет особую роль в познавательной деятельности человека. Через зрительный анализатор человек получает до 90 % информации об окружающем мире. С деятельностью зрительного анализатора связаны следующие функции: светочувствительность, определение формы предметов, их величины, расстояние предметов от глаз, восприятие движения, цветовое зрение и бинокулярное.

Орган зрения состоит из глазного яблока (глаза) и вспомогательных органов, которые расположены в глазнице (рис. 11.1).

Глазное яблоко имеет шаровидную форму. Оно состоит из трех оболочек и ядра. Наружная оболочка – фиброзная, средняя – сосудистая, внутренняя – светочувствительная, сетчатая (сетчатка). Ядро глазного яблока включает хрусталик, стекловидное тело и жидкую среду – водянистую влагу.

Фиброзная оболочка – толстая, плотная, у нее выделяют два отдела: передний и задний. Передний отдел занимает 1/5 поверхности глазного яблока. Он образован прозрачной, выпуклой спереди роговицей. Роговица лишена кровеносных сосудов и обладает высокими светопреломляющими свойствами. Задний отдел фиброзной оболочки – белочная оболочка, напоминает по цвету белок куриного яйца. Образована белочная оболочка плотной волокнистой соединительной тканью. *Сосудистая оболочка* расположена под белочной и состоит из трех различных по строению и функциям частей: собственно сосудистой оболочки, ресничного тела и радужной оболочки. *Собственно сосудистая оболочка* занимает большую часть глаза. Она тонкая,

богата кровеносными сосудами, содержит пигментные клетки, придающие ей темно-коричневый цвет.

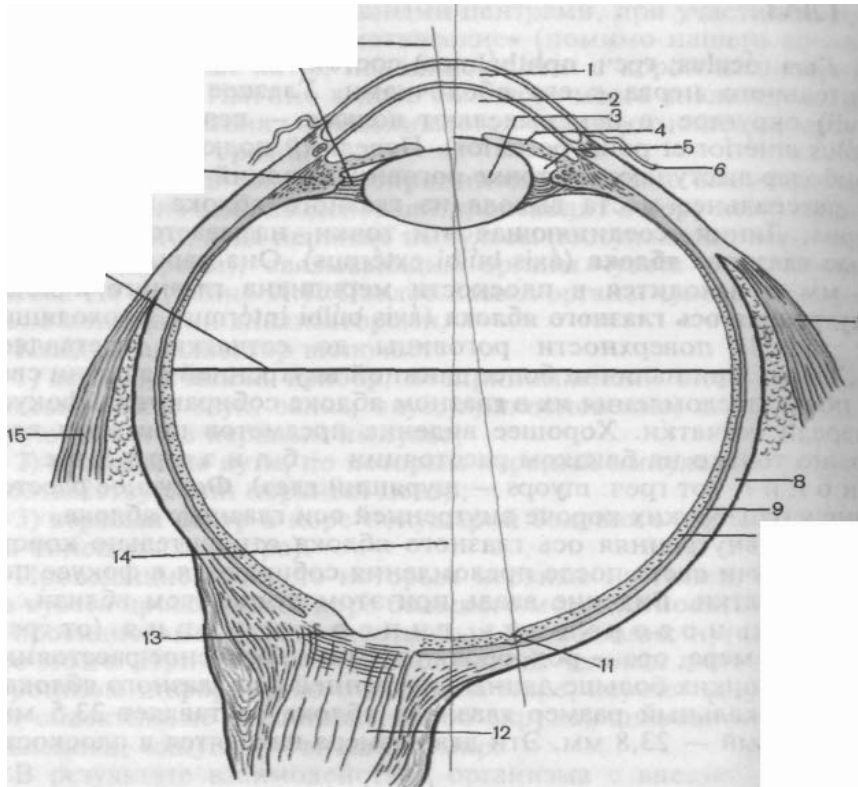


Рис. 11.1. Строение глазного яблока (схема); разрез в горизонтальной плоскости. Различная кривизна хрусталика: слева – при расслаблении ресничной мышцы, справа – при сокращении ресничной мышцы

1 – роговица; 2 – передняя камера глаза; 3 – хрусталик; 4 – радужка; 5 – задняя камера глаза; 6 – конъюнктура; 7 – латеральная прямая мышца; 8 – белочная оболочка (склера); 9 – собственно сосудистая оболочка (хориоида); 10 – сетчатка; 11 – центральная ямка; 12 – зрительный нерв; 13 – углубление диска; 14 – наружная ось глаза; 15 – медиальная прямая мышца; 16 – поперечная ось глазного яблока; 17 – ресничное тело; 18 – ресничный пояс; 19 – зрительная ось (глаза).

Ресничное тело находится кпереди от собственно сосудистой оболочки и имеет вид валика. От переднего края ресничного тела к хрусталику отходят выросты – ресничные отростки и тонкие волокна (ресничный пояс), прикрепляющийся к капсуле хрусталика по его экватору. Большая часть ресничного тела состоит из ресничной мышцы. При своем сокращении эта мышца изменяет натяжение волокон ресничного пояса и этим регулирует кривизну хрусталика, изменяя его преломляющую силу. *Радужная оболочка* или *радужка*, находится между роговицей спереди и хрусталиком сзади. Она имеет вид фронтально расположенного диска с отверстием (зрачком) посередине.

Своим наружным краем радужка ограничивает отверстие зрачка. В соединительнотканной основе радужки находятся сосуды, гладкие мышечные и пигментные клетки. От количества и глубины залегания пигмента зависит цвет глаз – карий, черный (при наличии большого количества пигмента), голубой, зеленоватый (если пигмента мало). Пучки гладких мышечных клеток имеют двоякое направление и образуют мышцу, расширяющую зрачок, и мышцу, суживающую зрачок. Эти мышцы регулируют поступление света в глаз.

Сетчатая оболочка, или сетчатка, прилежит изнутри к сосудистой оболочке. В сетчатке различают две части: заднюю зрительную и переднюю ресничную; радужковую. В задней зрительной части находятся светочувствительные клетки – фоторецепторы. Передняя часть сетчатки (слепая) прилежит к ресничному телу и радужке. Светочувствительных клеток она не содержит. *Зрительная часть сетчатки* имеет сложное строение. Она состоит из двух листков: внутреннего – светочувствительного и наружного – пигментного. Клетки пигментного слоя участвуют в поглощении света, попадающего в глаз и прошедшего через светочувствительный листок сетчатки. Внутренний листок сетчатки представляет собой три слоя нервных клеток: наружный, прилежащий к пигментному слою, – фоторецепторный, средний – ассоциативный, внутренний – ганглиозный. *Фоторецепторный слой сетчатки* состоит из нейросенсорных палочек и колбочковидных клеток, наружные сегменты которых (дендриты) имеют форму палочек или колбочек. Дискотипные структуры палочковидных и колбочковидных нейроцитов (палочек и колбочек) содержат молекулы фотопигментов: в палочках – чувствительные к черно-белому свету, в колбочках – чувствительные к красному, зеленому и синему свету. Количество колбочек в сетчатке глаза человека достигает 6 – 7 млн., а количество палочек – в 20 раз больше. палочки воспринимают информацию о форме и освещенности предметов, а колбочки – информацию о цвете.

Центральные отростки (аксоны) нейросенсорных клеток (палочек и колбочек) передают зрительные импульсы биополярным клеткам второго клеточного слоя сетчатки, которые имеют контакт с ганглиозными нейроцитами третьего (ганглиозного) слоя сетчатки.

Ганглиозный слой состоит из крупных нейронов, аксоны которых образуют зрительный нерв.

В задней части сетчатки выделяются два участка – слепое и желтое пятна. Слепое пятно является местом выхода из глазного яблока зрительного нерва. Здесь сетчатка не содержит светочувствительных элементов. Желтое пятно находится в области заднего полюса глаза.

Это самое чувствительное к свету место сетчатки. Середина его углубления получила название центральной ямки. Линию, соединяющую середину переднего полюса глаза с центральной ямкой, называют оптической осью глаза. Для лучшего видения глаз при помощи глазодвигательных мышц устанавливается так, чтобы рассматриваемый предмет и центральная ямка находились на одной оси.

Ядро глазного яблока включает хрусталик, стекловидное тело и водянистую влагу.

Хрусталик представляет собой прозрачную двояковыпуклую линзу диаметром около 9 мм. Располагается хрусталик позади радужки. Между хрусталиком сзади и радужкой спереди находится задняя камера глаза, содержащая прозрачную жидкость – водянистую влагу. Позади хрусталика находится стекловидное тело. Вещество хрусталика бесцветное, прозрачное, плотное. Сосудов и нервов хрусталик не имеет. Хрусталик покрыт прозрачной капсулой, которая при помощи ресничного пояска соединяется с ресничным телом. При сокращении или расслаблении ресничной мышцы натяжение волокон пояска ослабевает или возрастает, что приводит к изменению кривизны хрусталика и его преломляющей силы.

Стекловидное тело заполняет всю полость глазного яблока между сетчаткой сзади и хрусталиком спереди. Оно состоит из прозрачного студнеподобного вещества и не имеет кровеносных сосудов.

Водянистая влага выделяется кровеносными сосудами ресничных отростков. Она заполняет заднюю и переднюю камеры глаза, сообщаемые через отверстие в радужке, - зрачок. Оттекает водянистая влага из задней камеры в переднюю, а из передней камеры - вены на границе роговицы и белочной оболочки глаза.

К вспомогательным органам глаза относятся брови, ресницы, веки, слезный аппарат, мышцы глазного яблока.

Брови, ресницы и веки выполняют защитные функции.

К вспомогательным органам глаза относят брови, ресницы, веки, слезный аппарат, мышцы глазного яблока.

Брови, ресницы и веки выполняют защитные функции. Брови охраняют глаз от пота, который может стекать со лба. Ресницы, расположенные на свободных краях век, защищают глаза от пыли. Веки (верхнее и нижнее) образуют подвижную защиту глаза. Каждое веко снаружи покрыто кожей, изнутри выстлано тонкой соединительнотканной пластинкой – конъюнктивной, которая с одной стороны переходит на глазное яблоко. Между веком и глазом имеется узкая щель – верхний и нижний конъюнктивальные мешки.

Слезный аппарат включает слезную железу и слезовыводящие пути. Слезная железа расположена в верхненаружной части глазницы. Слезная жидкость из железы поступает в верхний конъюнктивальный мешок и омывает всю переднюю поверхность глазного яблока, предохраняя роговицу от высыхания. У медиального угла глаза на верхнем и нижнем веке видны слезные точки- отверстия слезных канальцев, открывающихся в слезной мешок. Из этого мешка через носослезный канал слезная жидкость поступает в полость носа. Если слезной жидкости очень много (при плаче), слеза не успевает уходить в слезный мешок и через край нижнего века стекает на лицо.

Глазное яблоко приводит в движение шесть поперечнополосатых мышц: четыре прямые (верхняя, нижняя, медиальная, латеральная) и две косые (верхняя и нижняя). Все эти мышцы, а также мышца, поднимающая одно веко, начинаются в глубине глазницы вокруг зрительного канала. Глазодвигательные мышцы идут вперед и прикрепляются к главному яблоку. При сокращении соответствующих мышц глаза могут поворачиваться вверх или вниз, вправо или влево.

Зрительное восприятие начинается с проекции изображения на сетчатку и возбуждения ее рецепторных клеток: палочковидных и колбочковидных нейроцитов – палочек и колбочек. Проекцию изображения на сетчатку обеспечивает оптическая система глаза, состоящая из светопреломляющего и аккомодационного аппарата.

Светопреломляющий аппарат глаза обедняет роговицу, водянистую влагу, хрусталик, стекловидное тело. Это прозрачные структуры, преломляющие свет при переходе его из одной среды в другую (воздух-роговица-поверхность хрусталика). Наиболее сильное преломление света происходит в роговице.

Аккомодационный аппарат образуют ресничное тело, радужку и хрусталик. Эти структуры направляют лучи света, исходящие от рассматриваемых объектов, на сетчатку, в область его желтого пятна (центральной ямки). У человека основным структурным механизмом аккомодации являются хрусталик и ресничное тело. Изменение кривизны хрусталика регулируется сложно устроенной мышцей ресничного тела. При сокращении мышечных пучков ослабевает натяжение волокон ресничного пояса, прикрепляющихся к капсуле хрусталика. Не испытывая ограничивающего давления своей капсулы, хрусталик становится более выпуклый. Это повышает его преломляющую способность. При расслаблении ресничной мышцы волокна ресничного пояса натягиваются, хрусталик уплощается, преломляющая способность его уменьшается. Хрусталик с помощью ресничной мышцы постоянно

изменяет свою кривизну, приспособливает глаз для ясного видения предметов на разном их удалении от глаз. Такое свойство хрусталика получило название **аккомодации**.

Свет на пути к светочувствительной сетчатке проходит через ряд прозрачных светопреломляющих сред глаза. Зрачок, играющий роль диафрагмы, под действием его мышц то суживается, то расширяется, пропуская внутрь глаза меньший или больший пучок света на самое чувствительное место сетчатки - желтое пятно.

Глазное яблоко преломляет параллельные лучи света, фокусирует их строго на сетчатке. Если преломляющая сила роговицы или хрусталика ослаблена, то лучи света сходятся в фокусе позади сетчатки. Такое явление называют **дальнозоркостью**. При дальнозоркости человек хорошо видит далеко отстоящие предметы и плохо – расположенные вблизи. При повышенной преломляющей силе прозрачных сред глаза лучи света сходятся в одной точке не на сетчатке, а перед ней. При этом развивается близорукость, при которой человек хорошо видит близкорасположенные предметы, а удаленные плохо. И дальнозоркость, и близорукость исправляются с помощью очков с двояковыпуклыми или с двояковогнутыми линзами.

Световоспринимающим, чувствительным звеном зрительного анализатора являются палочки и колбочки, расположенные в сетчатке. Проводящий путь от палочек и колбочек до коры полушарий большого мозга представляет собой второе звено зрительного анализатора. Центральным (третьим) звеном служит зрительная кора на медиальной поверхности затылочной доли полушария большого мозга.

Обработка зрительной информации в зрительном анализаторе начинается непосредственно на сетчатке. Наружные сегменты палочек и колбочек имеют вид расположенных в виде столбиков мембранных дисков. Эти диски образованы складками плазматической мембраны и содержат молекулы светочувствительных пигментов: в палочках – родопсин, в колбочках – йодопсин. Под действием света, происходят химические реакции, которые разлагают зрительные пигменты на более простые вещества. Эти вещества действуют на палочки и колбочки, вызывая в них возбуждение. Следовательно, химические реакции приводят к возникновению в светочувствительных клетках рецепторного потенциала, который генерирует нервный импульс.

Палочки не способны различать цвета, они используются преимущественно в сумеречном, ночном зрении для распознавания предметов по форме и освещенности. Колбочки выполняют свои функции в дневное время и необходимы для цветного зрения. В соответствии

с особенностями строения и химического состава одни колбочки воспринимают синий цвет, другие – зеленый, и т.д. определенные виды колбочек воспринимают световые волны определенной длины.

Возникший в палочках и колбочках нервный импульс передается расположенным в толще сетчатки биполярным клеткам, а затем ганглиозным нейронам. Аксоны ганглиозных клеток, собираясь в области слепого пятна, формируют зрительный нерв, который направляется в полость черепа. На нижней поверхности мозга правый и левый зрительные нервы образуют частичный перекрест. На зрительный перекрест в составе зрительного тракта идут нервные волокна от латеральной части сетчатки «своего» глаза и медиальной части другого глаза. Далее нервные волокна идут к подкорковым зрительным центрам - латеральному коленчатому телу и верхним холмикам крыши среднего мозга. В этих центрах от волокон ганглиозных клеток сетчатки импульс передается следующим нейронам, чьи отростки направляются в корковый центр зрения – кору затылочной доли мозга, где происходит высший анализ зрительных восприятий. Частичный перекрест зрительных проводящих путей обеспечивает бинокулярное зрение.

Бинокулярное, черно-белое и цветное зрение. Зрение двумя глазами (бинокулярное зрение) дает возможность воспринимать объемное изображение предметов, глубину их расположения, оценивать расстояние, на котором они находятся. При рассмотрении какого-либо предмета правый глаз видит его больше с правой стороны, левый – с левой. Оно воспринимаются они человеком как одно. Бинокулярное зрение возможно благодаря тому, что его изображение возникает на одинаковых, соответствующих один другому участках сетчатки правого и левого глаза. Работая сообща, объединяя зрительную информацию, оба глаза обеспечивают стереоскопическое зрение, которое позволяет получить более точное представление о форме, объеме и глубине расположения предметов.

Адаптация глаз к свету. При переходе из темного помещения на свет или из светлого помещения в темное необходимо некоторое время для привыкания – адаптации. Привыкание к яркому свету происходит быстро, в течение 4-6 мин. Значительно медленнее привыкают к темноте. При переходе из светлого помещения в темное адаптация длится до 45 мин и более. При этом резко повышается чувствительность палочковидных нейроцитов (палочек).

Цветное зрение обеспечивают только колбочковидные нейроны. В восприятии цветов участвуют также зрительные центры головного мозга. Нарушение цветового зрения (дальтонизм) встречается

примерно у 8 % мужчин и 0,5% женщин. В таких случаях отсутствует восприятие или красного, или зеленого, или синего цветов. Полная цветовая Слепота (ахромазия) встречается редко.

2. Развитие и возрастные особенности органов зрения

Глазное яблоко у человека развивается из нескольких источников. Светочувствительная оболочка (сетчатка) происходит из боковой стенки мозгового пузыря, хрусталик – из эктодермы, сосудистая и фиброзная оболочка – из мезенхимы. В конце 1-го, начале 2-го месяца внутриутробной жизни на боковых стенках первичного мозгового пузыря проявляется небольшое парное выпячивание – глазные пузыри. В процессе развития стенки глазного пузыря впячивается внутрь его, и пузырь превращается в двухслойный глазной бокал. Наружная стенка бокала в дальнейшем истончается и преобразуется в наружную пигментную часть (слой). Из внутренней стенки этого пузыря образуется сложно устроенная световоспринимающая (нервная) часть сетчатки (фотосенсорный слой). На 2-м месяце внутриутробного развития прилежащая к глазному бокалу эктодерма утолщается, затем в ней образуется хрусталиковая ямка, превращающаяся в хрустальный пузырек. Отделившись от эктодермы, пузырек погружается внутрь глазного яблока, теряет полость и из него в дальнейшем формируется хрусталик.

На втором месяце внутриутробной жизни в глазной бокал проникают мезенхимные клетки, из которых образуется внутри бокала кровеносная сосудистая сеть и стекловидное тело. Из прилежащих к глазному бокалу мезенхимных клеток образуется сосудистая оболочка, а из наружных слоев – фиброзная оболочка. Передняя часть фиброзной оболочки становится прозрачной и превращается в роговицу. У плода 6-8 мес. кровеносные сосуды, находящиеся в капсуле хрусталика и стекловидном теле, исчезают; рассасывается мембрана, закрывающая отверстие зрачка (зрачковая мембрана).

Верхние и нижние веки начинают формироваться на 3-м месяце внутриутробной жизни, вначале виде складок эктодермы. Эпителий конъюнктивы, в том числе и покрывающий спереди роговицу, происходит из эктодермы. Слезная железа развивается из выростов конъюнктивального эпителия в латеральной части формирующего верхнего века.

Глазное яблоко у новорожденного относительно больше, его переднезадний размер составляет 17,5 мм, масса- 2,3 г. К 5 годам масса глазного яблока увеличивается на 70%, а к 20-25 годам - в 3 раза по сравнению с новорожденным.

Роговица у новорожденного относительно толстая, кривизна ее в течение жизни почти не меняется. Хрусталик почти круглый. Особенно быстро растет хрусталик в течение 1-го года жизни, в дальнейшем темпы роста его снижаются. Радужка выпуклая кпереди, пигмента в ней мало, диаметр зрачка 2,5 мм. По мере увеличения возраста ребенка толщина радужки увеличивается, количество пигмента в ней возрастает, диаметр зрачка становится большим. В возрасте 40-50 лет зрачок немного суживается.

Ресничное тело у новорожденного развито слабо. Рост и дифференцировка ресничной мышцы осуществляется довольно быстро.

Мышцы глазного яблока у новорожденного развиты достаточно хорошо, кроме их сухожильной части. Поэтому движение глаз возможно сразу после рождения, однако координация этих движений наступает со 2-го месяца жизни ребенка.

Слезная железа у новорожденного имеет небольшие размеры, выводные каналы железы тонкие. Функция слезотечения появляется на втором месяце жизни ребенка. Жировое тело глазницы развито слабо. У людей пожилого и старческого возраста жировое тело глазницы уменьшается в размерах, частично атрофируется, глазное яблоко меньше выступает из глазницы.

Глазная щель у новорожденного быстро увеличивается. У детей до 14-15 лет она широкая, поэтому глаз кажется большим, чем у взрослого человека.

Вопросы для самоконтроля

1. Строение оболочек глазного яблока.
2. Структуры, относящиеся к прозрачным средам глаза.
3. Какие органы, которые относятся к вспомогательным аппаратам глаза.
4. Какие функции выполняет каждый из вспомогательных органов глаза?
5. Строение и функции аккомодационного аппарата глаза
6. Проводящий путь зрительного анализатора от рецепторов, воспринимающих свет, до коры большого мозга.
7. Адаптации глаза к свету, цветное зрение.

ТЕМА 12. ФИЗИОЛОГИЯ АДАПТАЦИИ

ПЛАН

1. Адаптация: процесс и результат.
2. Общие принципы и механизмы адаптации.
3. Характеристика процессов адаптации.
4. Согласованность структурно-функциональных изменений, принцип симморфоза.
5. Адаптивные возможности и их пределы.
6. Регуляция адаптационного процесса.
7. Возрастные особенности механизмов и стратегии адаптивных перестроек.

1. Адаптация: процесс и результат

Слово «адаптация» происходит от латинского слова, означающего приспособление. Процесс адаптации – это процесс морфологических и функциональных преобразований в организме, в результате которых действующий фактор среды ослабляет или вовсе прекращает свое негативное воздействие не потому, что он устранен, а потому, что организм уже не воспринимает этот фактор как нечто неблагоприятное. Результатом адаптации является способность организма нормально функционировать в новых для него условиях при сохранении важнейших параметров гомеостаза и высокой работоспособности. Здесь в полной мере вступает в силу принцип Ле Шателье, согласно которому сложная система под воздействием оказанного на нее давления изменяется таким образом, чтобы минимизировать последствия этого воздействия.

Под **адаптацией** понимается способность любой системы получать новую информацию для приближения своего поведения и структуры к оптимальным. Системы адаптивны, если при изменении в их окружении или внутреннем состоянии, снижающем их эффективность в выполнении своих функций, они реагируют или откликаются, изменяя свое собственное состояние или состояние окружающей среды так, чтобы их эффективность увеличилась (Акофф Р., Эмерли Ф. – 1974 г.). Согласно этим авторам термин адаптация в общем случае выступает в трех аспектах: 1- адаптация как свойство системы приспосабливаться к возможным изменениям функционирования; 2 - адаптация как сам процесс приспособления адаптивной системы; 3 - адаптация как метод, основанный на обработке поступающей информации и приспособленный для достижения некоторого критерия оптимизации.

Адаптация может осуществляться на различных *уровнях*:

1 – на уровне клетки в виде функциональных или морфологических изменений;

2 – на уровне органа или группы клеток, имеющих одинаковую функцию;

3 – на уровне организма как морфологического так и функционального целого, представляющего собой совокупность всех физиологических функций, направленных на сохранение витальных функций и самой жизни.

С учетом этого выделяют *различные уровни адаптационных процессов*:

1 – привыкание,

2 – функциональную адаптацию,

3 – трофо-пластическую адаптацию

Под **привыканием** подразумевается начальный процесс адаптации под влиянием кратковременного воздействия стрессора.

Под **функциональной адаптацией** подразумевается продолжительное состояние, возникающее под влиянием определенных раздражителей, приводящих к физиологическим изменениям гомеостаза человека.

Трофо-пластическая адаптация является дальнейшей ступенью адаптационных процессов и не принадлежит к терапевтической области реабилитационной медицины, так как при ней наступают морфологические изменения органов и систем человеческого организма. (Hensel H. – 1974 г.).

2. Общие принципы и механизмы адаптации

Все многообразие воздействующих на человека факторов делят на 2 большие группы: абиотические и биотические. К абиотическим относят элементы неживой природы: температура, влажность, химический состав среды и т.п. Биотические факторы включают воздействие на человека всего живого.

Абиотические факторы прямо или косвенно через изменение других факторов, воздействуют на обмен веществ в организме. Некоторые из них играют роль сигнала: не влияя непосредственно на обмен, они сочетаются с другими воздействиями, сигнализируя об их начале. Поэтому восприятие сигнальных факторов может заранее подготовить организм к изменению среды.

Существуют два типа приспособлений к внешним факторам. Первый заключается в формировании определенной степени *устойчивости* к данному фактору, способности сохранять функции при изменении силы его действия. Это адаптация по типу толерантности

(выносливость, терпеливость) – *пассивный путь адаптации*. Такой тип приспособления действует преимущественно на клеточно-тканевом уровне. Второй тип приспособления – *активный*. С помощью специфических адаптивных механизмов организм человека компенсирует изменения воздействующего фактора таким образом, что внутренняя среда остается относительно постоянной. Происходит адаптация по *резистентному* (сопротивление, противодействие) типу. Здесь активные приспособления поддерживают гомеостаз внутренней среды организма.

Биотические факторы (животная и растительная пища, возбудители болезней, паразиты и т.п.) оказывают иной эффект: действуя на организм человека, они в то же время подвергаются воздействию с его стороны.

Помимо качественной специфики фактора (влияние на те или иные процессы в организме), зависящей от его физико-химической природы, характер воздействия и реакция на него со стороны организма человека во многом определяются и *интенсивностью фактора*, его «дозировкой». Количественное влияние условий среды определяются тем, что такие факторы, как температура, осадки, влажность среды, наличие кислорода и других жизненно важных элементов, в той или иной дозе необходимы для нормального функционирования организма, тогда как недостаток или избыток того же фактора тормозит жизнедеятельность. Количественное выражение фактора, соответствующее потребностям организма и обеспечивающее наиболее благоприятные условия для его жизни, рассматривают как *оптимальное*.

Специфические адаптивные механизмы, свойственные человеку, дают ему возможность переносить определенный размах отклонений от фактора, от оптимальных значений без нарушения нормальных функций организма. Зоны количественного выражения фактора, отклоняющегося от оптимума, но не нарушающего жизнедеятельности, определяются как *зоны нормы*. Таких зон две, соответственно отклонению от оптимума в сторону *недостатка* дозировки фактора и в сторону ее *избытка*.

Дальнейший сдвиг в сторону недостатка или избытка фактора может снизить эффективность действия адаптивных механизмов и даже нарушить жизнедеятельность организма. При крайнем недостатке или избытке фактора, приводящем к патологическим изменениям в организме, выделяют зону *пессимума*. Наконец, за пределами этих зон количественное выражение фактора таково, что полное напряжение всех приспособительных систем оказывается неэффективным. Эти крайние значения приводят к летальному исходу, за пределами этих значений жизнь невозможна.

Адаптация к любому фактору связана с затратой энергии. В зоне оптимума адаптивные механизмы не нужны и энергия расходуется только на фундаментальные жизненные процессы, организм находится в равновесии со средой. При выходе значения фактора за пределы оптимума включаются адаптивные механизмы, требующие больше энерготрат, чем дальше значение фактора отклоняется от оптимального. Нарушение энергетического баланса организма, наряду с повреждающим действием недостатка или избытка фактора, ограничивает диапазон переносимых человеком изменений.

Если внешние условия в течение достаточно длительного времени сохраняются более или менее постоянными, либо изменяются в пределах определенного диапазона вокруг какого-то среднего значения, то жизнедеятельность организма стабилизируется на уровне, адаптивном по отношению к этому среднему, типичному состоянию среды. Именно такая стабилизация и отражает положение зоны оптимума на шкале количественных изменений факторов.

Таким образом, по биологической значимости адаптивные механизмы делят на две группы:

1. Механизмы, обеспечивающие адаптивный характер общего уровня стабилизации отдельных функциональных систем и организма в целом по отношению к наиболее генерализованным и устойчивым параметрам внешней среды.

2. Лабильные реакции, поддерживающие относительное постоянство общего уровня систем или организма путем включения адаптивных реакций при отклонениях условий среды от средних характеристик.

Эти два уровня адаптации, действуя совместно и во взаимодействии, обеспечивают «подгонку» функций организма к конкретному состоянию средовых факторов, а, в конечном счете – устойчивое его существование в условиях сложной и динамической среды.

3. Характеристика процессов адаптации

Срочная и долговременная адаптация. Впервые столкнувшись с действием какого-либо фактора, способного нарушить гомеостаз или привычную деятельность физиологических систем, организм бурно реагирует, пытаясь найти выход из создавшегося положения. Бурная реакция организма проявляется в виде активации множества физиологических функций. Такая срочная адаптация базируется на том функциональном диапазоне, который характерен для каждой из участвующих в этом процессе физиологических функций. Эта порой

хаотическая активность обычно позволяет решить задачу срочного приспособления, хотя его физиологическая цена может быть чрезвычайно высока. Поэтому, если такое воздействие возникает вновь и вновь, организм переходит к другой стратегии адаптации, которая требует значительно более глубоких перестроек и во много раз больше времени, но позволяет решить возникшую задачу гораздо эффективнее. Такая долговременная адаптация обязательно включает в себя этап активации генетического аппарата клеток тех органов и тканей, которые наиболее активно участвуют в процессах срочной адаптации. Доказано, что сам процесс срочной адаптации через образующиеся в этом промежуточные продукты обмена веществ (в частности, циклический АМФ) как раз и запускает активацию клеточного генома, что необходимо для начала синтезов новых белков и других структурных и функциональных молекул в клетках адаптирующегося организма. Постепенно, по мере многократного повторения воздействия фактора, к которому приспосабливается организм, его структурные и функциональные возможности становятся все в большей мере пригодными для наиболее эффективного и экономичного реагирования на каждое такое воздействие. И, наконец, наступает момент, когда организм воспринимает воздействие этого фактора как нечто совершенно обычное, не ведущее к какому-либо значительному увеличению функциональной активности. Считается, что для человека этот период обычно составляет около 6 недель.

Следует подчеркнуть, что сила действия фактора, вызывающего адаптацию, должна превысить некий порог, иначе организм не прореагирует на это воздействие.

Генотипическая и фенотипическая адаптация. Под *генотипом* понимают совокупность всех генов организма или его наследственных факторов. *Фенотип* – это система признаков и свойств организма, результат реализации генотипа в определенных условиях внешней среды.

Под **генотипической адаптацией** имеется в виду совокупность морфофизиологических и поведенческих особенностей, направленных на поддержание гомеостаза и позволяющих организму существовать в сложных условиях среды. **Фенотипическая адаптация** предусматривает не заранее сформированную наследственную адаптивную реакцию, а возможность ее формирования под влиянием среды. Это обеспечивает реализацию только жизненно необходимых адаптационных реакций, а также экономное, направляемое самой окружающей средой, расходование энергетических и структурных ресурсов

организма и, таким образом, формирование фенотипа. Поэтому между генотипической и фенотипической адаптацией существует тесная связь. По существу, генотипическая адаптация отражает как филогенетический уровень организма, так и возникшие в эволюции и закрепленные в потомстве адаптивные сдвиги определенных функций.

Генотипическую и фенотипическую адаптацию подразделяют, в свою очередь, на эволюционную (филогенетическую) и онтогенетическую, или индивидуальную, протекающую с момента рождения и до конца жизни. Эволюционная адаптация человеческой популяции прослеживается при наблюдении генотипических и фенотипических различий у рас и народов.

Организм человека обладает способностью приспосабливаться к меняющимся факторам среды. Вследствие этого, реализация генотипа изменчива и протекает приспособительно к конкретным факторам. наличие онтогенетической адаптации позволяет организму значительно расширить возможности приспособления. В то же время имеются признаки, неизменные в течение всей жизни человека, их проявление строго генетически детерминировано. Накопление генетически измененных клеток ведет к существенным дисфункциональным изменениям и снижению организма к адаптации.

Генотипическая и фенотипическая адаптации имеют место на самых различных уровнях организации живого: на клеточном, тканевом и органном, организменном и популяционном. С помощью генотипической и фенотипической адаптации организм повышает надежность выживания и репродукции в новых для него условиях существования.

Сложные и перекрестные адаптации. В естественных условиях обитания организм человека всегда подвержен влиянию сложного комплекса факторов, каждый из которых выражен в разной степени относительно своего оптимального значения.

Адаптация к определенным климатическим и физико-географическим зонам имеет сложную структуру. Со стороны физиологических систем нередко проявляются однотипные ответы на воздействие факторов среды. При комплексном воздействии между отдельными факторами устанавливаются особые взаимоотношения, при которых действие одного фактора в какой-то степени изменяет характер действия другого. Сочетание воздействия различных факторов на организм получило наименование *перекрестных*, или *кросс-адаптаций*. Такие воздействия характеризуются довольно сложными взаимоотношениями. Типичным примером этому могут быть случаи, когда адаптация к одному фактору оказывает положительно влияние на устойчивость к другому.

Кроме *качественного критерия* фактора среды огромное значение имеет и *режим* воздействия этого фактора на организм. Реакция организма значительно возрастает, если фактор воздействует не в виде непрерывного сигнала, а дискретно, т.е. с определенными интервалами.

Специфические и неспецифические компоненты адаптационного процесса. Выдающийся физиолог XX в. Г. Селье (канадец венгерского происхождения) в середине 50-х годов разработал концепцию, согласно которой адаптация имеет два компонента – специфический и неспецифический.

Специфический компонент – это конкретные приспособления конкретных органов, систем, биохимических механизмов, которые обеспечивают наиболее эффективную работу всего организма в данных конкретных условиях. Например, у жителей горных районов, где содержание кислорода в атмосферном воздухе ниже, чем на уровне моря, отмечается целый ряд особенностей системы крови, в частности повышенная концентрация гемоглобина (чтобы можно было более эффективно извлекать кислород из проходящего через легкие воздуха). Специфические приспособления в организме образуются благодаря изменению активности определенных участков генома в тех клетках, от которых такое приспособление зависит, и это происходит на протяжении довольно значительного времени. Обычно человеку необходимо 6 – 8 недель на то, чтобы полностью приспособиться к воздействию нового для него фактора.

Заслуга Г. Селье состоит в том, что он обратил внимание на *неспецифические* компоненты адаптации, которые выявляются всегда, независимо от природы действующего фактора. Селье сумел так же разобраться в основных механизмах гормональной регуляции, формирующихся в начальный период адаптации, именуемый стресс-реакцией.

3. Согласованность структурно-функциональных изменений, принцип симморфоза

В процессе адаптивной перестройки организма не может произойти так, что один орган изменится, а все другие останутся прежними. Любое изменение структуры и функции части организма ведет к адекватным изменениям целого, поскольку организм – это единая система, и на подобные воздействия он реагирует как одно целое. Другое дело, что не обязательно все органы или ткани должны, например, гипертрофироваться (увеличиваться в размере) – адаптация всегда протекает целесообразно, в соответствии с принципом разумной достаточности. Изучая разнообразные проявления адаптации в процессе

эволюции, в условиях различной среды обитания и в онтогенезе, физиологи выдвинули принцип симморфоза, т.е. согласованных морфологических и функциональных адаптивных изменений. Согласно этому принципу, изменения в системе дыхания связаны с адекватными изменениями в системе кровообращения, а те, в свою очередь, с аналогичными изменениями в системе гормональной регуляции и т.д. Таким образом, гармоничное приспособление за счет изменения только одной структуры невозможно – при этом обязательно изменится многое.

4. Адаптивные возможности и их пределы

В геноме каждого человека заключены огромные возможности реализации самых разнообразных адаптивных вариантов, однако они не беспредельны. И пределы эти установлены наследственными характеристиками, которые специфичны для каждого биологического вида. Например, человек никогда без помощи технических средств не сможет находиться под водой десятки минут, как это могут делать китообразные; не сможет пользоваться ультразвуком для ориентации в пространстве, как это умеют делать летучие мыши; не сможет впасть в спячку, как медведь, и т.п. Но и тех возможностей, которыми располагает человек благодаря его наследственности, вполне достаточно для того, чтобы приспособиться к широчайшему разнообразию экологических условий, встречающихся на Земле. Человек по своим биологическим свойствам – одно из самых выносливых существ, обладающих огромной для его размеров силой и быстротой, а уж в сфере мыслительных процессов он просто не имеет равных среди живущих на Земле организмов. Однако для того чтобы полностью реализовать любую из заложенных в генетическом коде человека потенциальных возможностей, необходима длительная и упорная тренировка, т.е. адаптация.

5. Регуляция адаптационного процесса

При воздействии любого стресс-фактора, прежде всего активируется мозговое вещество надпочечников, которое вырабатывает адреналин и норадреналин. Эта функция, находящаяся под контролем симпатического отдела вегетативной нервной системы, всегда первой активизируется в ответ на любые неблагоприятные воздействия или просто на резкое изменение окружающей среды. Даже резкое слово, приказ или упрек могут вызвать у человека стресс, в результате которого в кровь выбрасывается большое количество катехоламинов. Механизм действия катехоламинов на клетки таков: мобилизуются

запасы углеводов в печени, которые могут потребоваться, если организму предстоят активные действия, а нервная ткань будет нуждаться в дополнительном питании для выполнения своей функции

Вслед за этим наступает вторая фаза эндокринной регуляции стресс-реакции. Для ее начала требуется активация гипоталамических нейромедиаторных влияний на гипофиз, в ответ на которые передняя доля гипофиза выбрасывает в кровь адренокортикотропный гормон. Этот гормон воздействует на кору надпочечников, заставляя ее выделять повышенные количества гормона *кортизола* – одного из важнейших глюкокортикоидов. Это название отражает тот факт, что гормоны данной группы, имеющие данное химическое строение, участвуют в регуляции углеводного обмена в клетках организма, обладая сильно выраженным *катаболическим* действием. Функция кортизола и ему подобных гормонов состоит в том, чтобы усиливать образование гликогена в печени за счет использования аминокислот. Поскольку образование свободных аминокислот в организме происходит в основном за счет распада мышечных белков, в результате совместного действия гормонов надпочечников складывается такая метаболическая ситуация: мышечные белки при распаде превращаются в аминокислоты; аминокислоты под действием кортизола превращаются в гликоген; гликоген под действием адреналина высвобождает глюкозу. В итоге быстро повышается уровень глюкозы в крови, что обеспечивает энергетические потребности нервной и других тканей в условиях стресса. Кроме того, кортизол препятствует поглощению глюкозы клетками тела (кроме нервной ткани, которая не чувствительна в этом отношении к действию инсулина и кортизола, а также усвоению мышечными клетками свободных аминокислот. Еще одно действие кортизола — усиленное расщепление жиров в клетках тела, в результате чего уровень жирных кислот в крови также повышается. Таким образом, гормональная регуляция на этом этапе стресса состоит в мобилизации всех важнейших субстратов, которые могут понадобиться любым тканям организма для срочной и напряженной деятельности. Следует отметить, что быстрое повышение уровня кортизола в крови в ответ на стрессовое воздействие происходит только при первом столкновении с новым фактором. Если такие воздействия повторяются, то степень повышения количества кортизола снижается – наступает своего рода привыкание организма к стрессогенному воздействию.

Еще одно важное действие кортизола в условиях стресса состоит в его взаимоотношениях с адреналином. Сам по себе кортизол на сокращения гладкой мускулатуры кровеносных сосудов в мышцах не влияет, но зато в его присутствии такое влияние оказывают катехоламины

– адреналин и норадреналин. Если кортизола в крови нет, т.е. ситуация не напоминает стрессовую, то и катехоламины не оказывают действия на стенки сосудов мышц. Наоборот, в условиях стресса сосуды мышц начинают сокращаться, что приводит к существенному усилению кровотока через мышцы, и обильно поступающая туда кровь приносит с собой дополнительные порции кислорода, глюкозы, жирных кислот и аминокислот, которые высвободились из тканей под воздействием тех же гормонов. Таким образом, создаются оптимальные условия для напряженной мышечной деятельности, когда предстоит борьба или бегство, – в этом и состоит биологический смысл описанных гормональных реакций.

Если процесс адаптации затягивается, и организм длительное время вынужден жить в условиях повышенного выделения гормонов мозговым и корковым слоями надпочечников, наблюдается гиперактивность желез внутренней секреции, вслед за которой может наступить гормональное истощение. Г. Селье говорил в таких случаях о «срыве адаптации». Такое состояние организма называют *дезадаптацией*, и если оно сохраняется достаточно долго (недели, месяцы), то может привести к развитию *болезней адаптации*. Это могут быть различные заболевания в зависимости от того, на каком уровне нейроэндокринной регуляции происходит истощение: на уровне гипоталамуса, гипофиза или периферического звена – надпочечников. В тяжелых случаях гормональное истощение в условиях длительного острого стресса может приводить к летальному исходу.

6. Возрастные особенности механизмов и стратегии адаптивных перестроек

Поскольку адаптация – процесс, обязательно регулируемый нейрогуморальными механизмами, а эти механизмы с возрастом претерпевают существенные изменения и окончательно формируются практически только к моменту завершения полового созревания, ясно, что у детей адаптация протекает не совсем так, как у взрослых. Это касается как процессов срочной, так и долговременной адаптации. Следует отметить, что вопросы возрастных изменений адаптационных процессов у человека изучены мало, поскольку подобные эксперименты с детьми проводить невозможно. Однако в экспериментах на лабораторных животных (обычно это белые крысы специальных пород) удалось выявить целый ряд возрастных особенностей, которые затем были обнаружены и у человека на основании косвенных данных.

Две важнейшие особенности отличают адаптационный процесс в раннем возрасте: недостаточность ресурсов и генерализация адаптационного ответа.

Недостаточность ресурсов детского организма в условиях адаптации с очевидностью вытекает из рассмотренных выше особенностей структуры функционального диапазона. Любое воздействие, требующее адаптивных реакций организма, заставляет его функциональные системы активироваться до уровня резервных возможностей. Собственно говоря, если бы этого не было, то никакая адаптация бы и не понадобилась. Нижняя граница зоны резервных возможностей как раз и есть тот порог воздействия, после преодоления которого и начинается адаптация. Если же функции не выходят за границы зоны привычной активности, то об адаптации нет и речи. Поскольку у детей, как было показано выше, зона резервных возможностей существенно более узкая, поскольку этих резервов чаще не хватает на решение встающих перед организмом задач, связанных с адаптацией. Таким образом, дети более склонны впасть в состояние дезадаптации даже в условиях действия «умеренных» с точки зрения взрослых функциональных нагрузок.

Наиболее значимые изменения в стратегии адаптации вегетативных систем происходят в период полуростового скачка, т.е. в 5-7 лет. Лишь с этого возраста организм становится способным осуществлять прицельные, специфические, хорошо дифференцированные реакции в ходе своего приспособления. Это еще одна причина, почему начало школьного обучения должно осуществляться, лишь после завершения этого важнейшего этапа развития и созревания всех морфофункциональных систем детского организма.

В период полового созревания адаптационные процессы временно утрачивают свою эффективность и вновь становятся менее специфическими. Однако это продолжается сравнительно недолго уже после 15-16 лет юноши и девушки имеют уровень адаптационных возможностей, практически как у взрослых.

Вопросы для самоконтроля

1. В чем заключается биологическое значение адаптации?
2. Что понимают под адаптацией?
3. Перечислите уровни, на которых может осуществляться адаптация.
4. В чем сущность генотипической и фенотипической адаптации?
5. Раскройте концепцию адаптации Г. Селье.
6. Как осуществляется регуляция адаптационного процесса?
7. Каковы возрастные особенности механизмов адаптации?

ТЕМА 13. КРОВЬ

ПЛАН

1. Кровь как биологическая система. Основные функции крови
2. Объем и состав крови
3. Группы крови

1. Кровь как биологическая система. Основные функции крови

Кровь – основная транспортная система организма. Она представляет собой ткань, состоящую из жидкой части – *плазмы* – и взвешенных в ней *клеточных (форменных) элементов*. Ее главной функцией является перенос различных веществ, посредством которых осуществляется защита от воздействий внешней среды или регуляция деятельности отдельных органов и систем. В зависимости от характера переносимых веществ и их природы кровь выполняет следующие функции: 1) дыхательную, 2) питательную, 3) экскреторную, 4) гомеостатическую, 5) регуляторную, 6) креаторных связей, 7) терморегуляторную, 8) защитную.

Дыхательная функция. Эта функция крови представляет собой процесс переноса кислорода из органов дыхания к тканям и углекислого газа в обратном направлении.

Питательная функция. Питательная функция крови заключается в том, что кровь переносит питательные вещества от пищеварительного тракта к клеткам организма. Глюкоза, фруктоза, низкомолекулярные пептиды, аминокислотные остатки, соли, витамины, вода, всасываются в кровь непосредственно в капиллярах ворсинок кишки. Жир и продукты его расщепления всасываются в кровь и лимфу. Все попавшие в кровь вещества по воротной вене поступают в печень и лишь, затем разносятся по всему организму.

Экскреторная функция. Экскреторная функция крови проявляется в удалении ненужных и даже вредных для организма конечных продуктов обмена веществ, избытка воды, минеральных и органических веществ, поступивших с пищей или образовавшихся в организме в процессе метаболизма. К их числу относится один из продуктов дезаминирования аминокислот – *аммиак*. Он токсичен для организма, и в крови его содержится немного. Большая часть аммиака обезвреживается, превращаясь в конечный продукт азотистого обмена – *мочевину*. Образующаяся при распаде пуриновых оснований мочевая кислота также

переносится кровью к почкам, а появляющиеся в результате распада гемоглобина желчные пигменты - к печени. Они выделяются желчью.

Гомеостатическая функция. Кровь участвует в поддержание постоянства внутренней среды организма (например, постоянства pH, водного баланса, уровня глюкозы в крови и др.)

Регуляторная функция крови. Некоторые ткани в процессе жизнедеятельности выделяют в кровь химические вещества, обладающие большой биологической активностью. Находясь постоянно в состоянии движения в системе замкнутых сосудов, кровь тем самым осуществляет связь между различными органами. В результате организм функционирует как единая система, обеспечивающая приспособление к постоянно меняющимся условиям среды. Таким образом, кровь объединяет организм, обуславливая его гуморальное единство и адаптивные реакции.

Функция креаторных связей. Она состоит в переносе плазмой и форменными элементами макромолекул, осуществляющих в организме информационные связи. Благодаря этому регулируются внутриклеточные процессы синтеза белка, клеточные дифференцировки, поддержание постоянства структуры тканей.

Терморегуляционная функция крови. В результате непрерывного движения и большой теплоемкости кровь способствует не только перераспределению тепла по организму, но и поддержанию температуры тела. Циркулирующая кровь объединяет органы, в которых вырабатывается тепло, с органами, отдающими тепло. В результате температура тела поддерживается на постоянном уровне.

Защитная функция. Ее выполняют различные составные части крови, обеспечивающие жидкостный иммунитет (выработку антител) и клеточный иммунитет (фагоцитоз). К защитным функциям относится также свертывание крови. При любом, даже незначительном, ранении возникает тромб, закупоривающий сосуд и прекращающий кровотечение. Тромб образуется из белков плазмы крови под влиянием веществ, содержащихся в тромбоцитах.

Выделяют еще и такую **функцию**, как **передача силы**. Ее примером может служить участие крови в локомоции дождевых червей, разрыве кутикулы при линьке у ракообразных, движениях таких органов, как сифон двустворчатых моллюсков, в разгибании ног у пауков, капиллярной ультрафильтрации почек.

2. Объем и состав крови

Кровь у высших животных и человека состоит из жидкой части – плазмы – и взвешенных в ней клеточных (форменных) элементов. Общее количество крови у высших животных различно и зависит от вида, пола, интенсивности обмена веществ. Чем выше обмен, тем выше потребность в кислороде, тем больше крови у животного. Например, количество крови у спортивных лошадей достигает 14–15 % от массы тела, а у выполняющих обычную работу – 7-8 %. У человека количество крови составляет приблизительно 6-8 % массы тела (4–6 л). Количество крови в организме величина довольно постоянная и тщательно регулируемая. Имеющаяся в организме кровь в обычных условиях циркулирует по сосудам не вся. Часть ее находится в так называемых депо: в печени – до 20 %, селезенке - до 16 %, в коже - примерно 10 % от общего количества крови.

В организме взрослого человека содержится около 5 л крови, в среднем 6 – 8 % от массы тела. Часть крови (около 40%) не циркулирует по кровеносным сосудам, а находится в так называемом депо крови (в капиллярах и венах печени, селезенки, легких и кожи). Объем циркулирующей крови может меняться за счет изменения объема депонированной крови: во время мышечной работы, при кровопотерях, в условиях пониженного атмосферного давления кровь из депо выбрасывается в кровяное русло. Потеря $\frac{1}{3}$ – $\frac{1}{2}$ объема крови может привести к смерти.

Кровь представляет собой красную непрозрачную жидкость, состоящую из **плазмы** (55%) и взвешенных в ней клеток, **форменных элементов** (45%) – эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов.

Плазма крови содержит 90-92 % воды и 8-10% неорганических и органических веществ. Неорганические вещества составляют 0,9-1,0 % (ионы Na, K, Mg, Ca, Cl, P и др.). Водный раствор, который по концентрации солей соответствует плазме крови, называют физиологическим раствором. Его можно вводить в организм при недостатке жидкости. Среди органических веществ плазмы 6,5-8 % составляют белки (альбумины, глобулины, фибриноген), около 2% приходится на низкомолекулярные органические вещества (глюкоза – 0,1 %, аминокислоты, мочевины, мочевая кислота, липиды, креатинин). Белки наряду с минеральными солями поддерживают кислотно-щелочное равновесие и создают определенное осмотическое давление крови.

Форменные элементы крови. В 1 мм^3 крови содержится 4,5–5 млн. эритроцитов. Это безъядерные клетки, имеющие форму двояковогнутых дисков диаметром 7 – 8 мкм, толщиной 2–2,5 мкм. Такая форма клетки увеличивает поверхность для диффузии дыхательных газов, а также делает эритроциты способными к обратимой деформации при прохождении через узкие изогнутые капилляры. У взрослых людей эритроциты образуются в красном костном мозге губчатого вещества костей и при выходе в кровяное русло теряют ядро. Время циркуляции в крови составляет около 120 суток, после чего они разрушаются в селезенке и печени.

В эритроцитах содержится белок – гемоглобин, состоящий из белковой и небелковой частей. Небелковая часть (гем) содержит ион железа. Гемоглобин образует в капиллярах легких непрочное соединение с кислородом – оксигемоглобин. Это соединение по цвету отличается от гемоглобина, поэтому артериальная кровь (кровь, насыщенная кислородом) имеет ярко-алый цвет. Оксигемоглобин, отдавший кислород в капиллярах тканей, называют восстановленным. Он находится в венозной крови (крови, бедной кислородом), которая имеет более темный цвет, чем артериальная. Кроме того, в венозной крови содержится нестойкое соединение гемоглобина с углекислым газом – карбогемоглобин. Гемоглобин может входить в соединения не только с кислородом и углекислым газом, но и с другими газами, например с угарным газом, образуя прочное соединение карбоксигемоглобин. Отравление угарным газом вызывает удушье. При уменьшении количества гемоглобина в эритроцитах или уменьшении числа эритроцитов в крови возникает анемия.

Лейкоциты ($6 - 8 \text{ тыс.} / \text{мм}^3$ крови) – ядерные клетки размером 8 – 10 мкм, способные к самостоятельным движениям. Различают несколько типов лейкоцитов: базофилы, эозинофилы, нейтрофилы, моноциты и лимфоциты. Они образуются в красном костном мозге, лимфатических узлах и селезенке, разрушаются в селезенке. Продолжительность жизни большинства лейкоцитов – от нескольких часов до 20 суток, а лимфоцитов – 20 лет и более. При острых инфекционных заболеваниях число лейкоцитов быстро нарастает. Проходя сквозь стенки кровеносных сосудов, нейтрофилы фагоцитируют бактерии и продукты распада тканей и разрушают их своими лизосомными ферментами. Гной состоит главным образом из нейтрофилов или их остатков. И.И.Мечников назвал такие лейкоциты фагоцитами, а само явление поглощения и разрушения лейкоцитами чужеродных тел – фагоцитозом, что является одной из защитных реакций организма.

Увеличение числа эозинофилов наблюдается при аллергических реакциях и глистных инвазиях. Базофилы продуцируют биологически активные вещества – гепарин и гистамин. Гепарин базофилов препятствует свертыванию крови в очаге воспаления, а гистамин расширяет капилляры, что способствует рассасыванию и заживлению.

Моноциты – самые крупные лейкоциты; способность к фагоцитозу у них наиболее выражена. Они приобретают большое значение при хронических инфекционных заболеваниях.

Различают Т-лимфоциты (образуются в вилочковой железе) и В-лимфоциты (образуются в красном костном мозге). Они выполняют специфические функции в реакциях иммунитета.

Тромбоциты (250 – 400 тыс./мм³) - мелкие безъядерные клетки; участвуют в процессах свертывания крови. Свертывание крови – важнейший защитный механизм, предохраняющий организм от кровопотерь.

3. Группы крови

При переливании небольших доз крови от донора (человека, дающего кровь) реципиенту (принимающему кровь) необходимо учитывать **группу крови**. Известна система АВ0, включающая четыре группы крови. В крови имеются особые белковые вещества: в эритроцитах - *агглютиногены* (А и В), в плазме *агглютинины* (α и β). Если агглютинин α встречается с агглютиногеном А или агглютинин β с – агглютиногеном В, то происходит *реакция агглютинации* (склеивание эритроцитов).

Как было установлено К. Ландштейнером и Я. Янским, в крови одних людей совсем нет агглютиногенов (группа I), в крови других содержится только агглютиноген А (группа II), у третьих – только агглютиноген В (группа III), четвертые содержат оба агглютиногена: А и В (группа IV).Наличие тех или иных агглютининов и агглютиногенов в крови представлено в таблице 1.

Таблица 1

Группы крови

Название группы	Агглютиногены в эритроцитах	Агглютинины в плазме
I (0)	нет (0)	α, β
II (A)	A	β
III (B)	B	α
IV (AB)	AB	нет (0)

При переливании крови учитывают агглютиногены донора и агглютинины реципиента. Агглютинины донора значительно разводятся и теряют способность агглютинировать эритроциты реципиента. Людей с I группой крови называют *универсальными донорами*, так как эту группу можно переливать всем четырем группам. Людей с IV группой называют *универсальными реципиентами*, так как им можно переливать любую группу крови. Кровь II группы может быть перелита II и IV группам, кровь III группы может быть перелита III и IV группам. При переливании больших доз крови используют только одногруппную кровь. В настоящее время предпочитают переливать одногруппную кровь и в небольших дозах.

Вопросы для самоконтроля

1. Система крови, состав и функции.
2. Группы крови.
3. Каких людей называют универсальными донорами и реципиентами?
4. Состав плазмы и свойства.

ТЕМА 14. СЕРДЕЧНО–СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА

ПЛАН

1. Строение и функции сердца.
2. Проводящая система сердца.
3. Основные свойства сердца.
4. Нервно-гуморальная регуляция сердца.
5. Большой и малый круг кровообращения.
6. Возрастные особенности строения сердца и сосудов.

1. Строение и функции сердца

Сердечно-сосудистая система обеспечивает транспорт кислорода ко всем тканям тела и удаление из них продуктов метаболизма (это - промежуточный обмен, охватывающий всю совокупность реакций главным образом ферментативных, протекающих в клетках, обеспечивающих как расщепление сложных соединений, так и их синтез взаимопревращение, а также перенос различных веществ от одних органов к другим). Центральным органом сердечно-сосудистой системы является сердце.

Сердечно-сосудистая система представляет собой замкнутую систему трубок, по которым циркулирует кровь. Движение крови обеспечивается рядом причин из которых особо следует отметить работу сердца и активные сокращения мышечных элементов стенок сосудов. Сосуды, несущие кровь от сердца, называются венами. Артерии, кроме легочных, несут насыщенную кислородом кровь алого цвета, вены – более темную кровь, содержащую меньшее количество кислорода и большее – углекислого газа. Однако легочные вены содержат артериальную кровь, оттекающую от легких, а легочные артерии – венозную кровь.

Сердце является полым четырехкамерным органом. Оно имеет форму уплощенного конуса (рис. 15.1). Расширенная верхняя часть называется основанием сердца, а узкая низкая – его верхушкой. Масса сердца человека составляет 250-300 г и зависит как от величины тела, так и от физического развития и возраста человека (размер сердца соответствует в среднем сложенной в кулак кисти руки).

В сердце различают две поверхности: передневерхнюю и нижнюю, а также правое и левое предсердия, правый и левый желудочки. Предсердия лежат в основании сердца, желудочки образуют основную массу органа (в том числе, верхушку). Нижняя плоская поверхность сердца лежит на диафрагме. Продольной перегородкой оно делится

на две изолированные друг от друга половины правую, или венозную, содержащую венозную кровь, и левую, артериальную, в которой течет артериальная кровь. Каждая половина сердца состоит из предсердия и желудочка. Предсердия отделяются друг от друга межпредсердной перегородкой, а желудочки – межжелудочковой перегородкой. В предсердия с соответствующими желудочками соединяются предсердно-желудочковыми отверстиями, через которые кровь в момент сокращения мышцы предсердий переходит в желудочки (рис. 15.1)

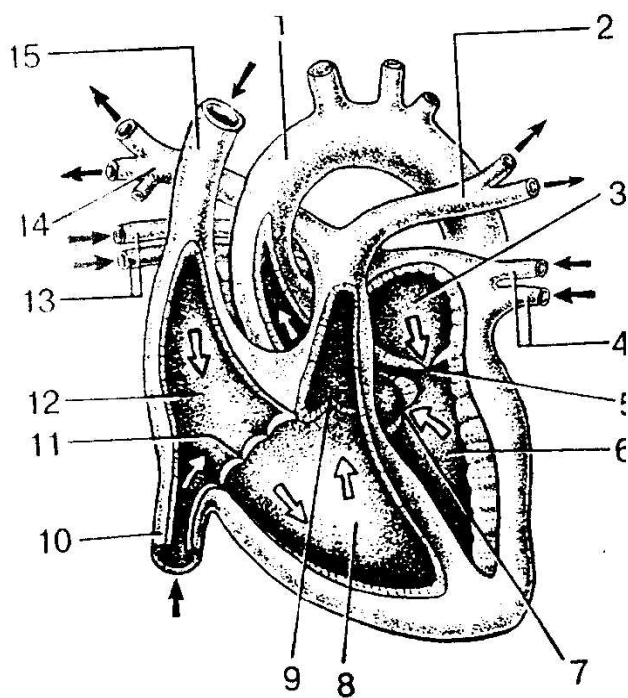


Рис. 15.1. Строение камер сердца и направление тока крови в нем (фронтальный разрез)

- 1 – аорта; 2 – левая легочная артерия;
- 3 – левое предсердие; 4 – левые легочные вены;
- 5 – левое предсердно-желудочковое отверстие; 6 – левый желудочек;
- 7 – клапан аорты; 8 – правый желудочек;
- 9 – клапан легочного ствола; 10 – нижняя полая вена;
- 11 – правое предсердно-желудочковое отверстие; 12 – правое предсердие;
- 13 – правые легочные вены; 14 – правая легочная артерия;
- 15 – верхняя полая вена. Стрелки – направление тока крови в камерах сердца.

Правое предсердие является полостью, в которой различают собственно правое предсердие и правое ушко. На внутренней поверхности, особенно ушка, имеется ряд выпячиваний, которые состоят из мышечной ткани. На предсердной перегородке имеется овальная ямка в период внутриутробного развития в этом месте было овальное отверстие, сообщавшее правое предсердие с левым. В правое предсердие сверху впадает верхняя полая вена, отводящая кровь от органов и стенок, грудной, брюшной полостей, таза и от нижних конечностей. В правое предсердие впадает венозный синус сердца, через который оттекает венозная кровь от самого сердца. Расположенное внизу правое предсердно-желудочковое отверстие ведет из правого предсердия в правый желудочек.

Правый желудочек лежит спереди от левого, занимает большую часть передневерхней поверхности, на которой передняя продольная борозда служит его границей с левым желудочком. Толщина стенки правого желудочка равна 5-8 мм. По краям правого предсердно-

желудочкового отверстия расположен трехстворчатый клапан. В момент перехода крови из предсердия в желудочек створки опускаются, прижимаются к стенкам желудочка и тем самым отверстия открываются. В период сокращения желудочков обратным током крови створки клапана поднимаются, их свободные края плотно смыкаются и герметически отделяют желудочек от предсердия. К свободным краям створок прикрепляются сухожильные нити, которые берут начало от сосочковых мышц. Правый желудочек содержит три сосочковые мышцы. Эти мышцы вместе с сухожильными нитями удерживают створки и препятствуют обратному току крови в предсердие.

Из полости правого желудочка кровь через артериальное отверстие проникает в легочный ствол. В устье легочного ствола расположены три полулунных клапана. Они имеют форму карманов, вогнутость которых обращена в просвет легочного ствола. В момент систолы (сокращения) правого желудочка проходящая в легочный ствол кровь прижимает клапаны к стенкам легочного ствола. В момент диастолы (расслабления) правого желудочка кровь устремляется из легочного ствола в полость правого желудочка. Обратный ток крови расправляет клапаны, их свободные края смыкаются и плотно закрывают устье легочного ствола.

Левое предсердие лежит сзади и слева в основании сердца, его ушко выходит на переднюю поверхность сердца, располагаясь слева и спереди от начала легочного ствола. В левое предсердие впадают четыре легочных вены. Кровь из левого предсердия переходит в левый желудочек через левое предсердно-желудочковое отверстие, в области которого имеется двустворчатый (митральный, своей формой клапан напоминает головной убор римского папы – митру) клапан. От его свободных краев к двум сосочковым мышцам натянуты сухожильные нити. Двустворчатый клапан изолирует левый желудочек от предсердия в период сокращения желудочка. На внутренней поверхности левого желудочка имеются хорошо выраженные мышечные перекладки. Выходом из полости левого желудочка является устье аорты, где расположены три полулунных клапана, назначение которых сходно с клапанами легочного ствола.

Все клапаны сердца открываются пассивно под действием тока крови. При сокращении мускулатуры предсердий створки предсердно-желудочкового клапана, представляющие собой складки внутренней оболочки стенки - эндокарда, открываются, и кровь поступает в желудочки. В сторону предсердий створкам мешают открываться сухожильные нити сосочковых мышц. При сокращении мускулатуры

желудочков и их сосочковых мышц сухожильные нити натягиваются и не дают створкам клапанов выворачиваться в сторону предсердий.

Заслонки полулунных клапанов, закрывающие отверстия аорты и легочного ствола, свободно пропускают кровь из желудочков в легочный ствол и аорту, но препятствуют обратному току крови из этих сосудов в желудочки.

Строение стенки сердца. В стенках сердца различают три оболочки: внутреннюю – эндокард, среднюю – миокард, наружную – эпикард. Стенки полостей сердца значительно различаются по толщине. Предсердия имеют относительно тонкие стенки – 2-3 мм. Стенки желудочков значительно толще. Так, у левого желудочка, выталкивающего кровь в артерии большого круга кровообращения, толщина стенок составляет 9-11 мм. У правого желудочка, из которого кровь поступает в сосуды легких, стенки тоньше (4-6 мм).

Внутренняя оболочка сердца – эндокард выстилает изнутри камеры сердца. Эндокард образует створки клапанов. Средняя оболочка сердца – миокард образована мышечными клетками (кардиомиоцитами, имеющими поперечнополосатую исчерченность. У предсердий мышечная оболочка тоньше. Она состоит из двух слоев. У желудочков мускулатура толще, она трехслойная. Миокард предсердий и желудочков не переходит друг в друга, поэтому сокращение мускулатуры предсердий и желудочков происходит не одновременно. Кардиомиоциты миокарда соединены друг с другом при помощи так называемых вставочных дисков, которые обеспечивают механическую прочность миокарда, а также осуществляют быстрое проведение возбуждения каждой отдельной мышечной клетки.

Наружная оболочка сердца – эпикард представляет собой внутренний (серозный) листок перикарда, плотно сращенный с мышечной оболочкой – миокардом. Эпикард образован тонкой пластинкой с разделительной тканью, покрытой со стороны полости перикарда плоскими эпителиальными клетками.

2. Проводящая система сердца

В миокарде имеется комплекс мышечных волокон особого строения, которые содержат относительно мало миофибрилл и богаты саркоплазмой, поэтому выглядят более светлыми. Они обеспечивают ритмичность работы сердца и координируют деятельность его отдельных камер. Совокупность этих мышечных волокон составляет проводящую систему сердца.

Проводящая система сердца состоит из узлов, которые соединяются друг с другом пучками. В стенке правого предсердия (между верхней поллой веной и правым ушком) заложен синусный узел. Он связан с предсердно-желудочковым узлом, расположенным в основании межпредсердной перегородки, от которого в нее идет пучок Гиса. Пучок Гиса делится на правую и левую ножки, которые направляются к стенкам одноименных желудочков и заканчиваются к стенкам одноименных желудочков и заканчиваются под эндокардом отдельными волокнами Пуркинье.

Волна сокращения сердечной мускулы, зарождающаяся в синусном узле, распространяется сначала на предсердие, а затем через предсердно-желудочковый узел и пучок Гиса охватывает мышцы желудочков. В регуляции ритма сердечной деятельности большую роль играет нервный аппарат, заложенный в стенке сердца и тесно связанный его проводящей системой.

Эндокард состоит из соединительнотканной основы, содержащей гладкомышечные волокна, покрытые эндотелием. Створчатые и полулунные клапаны сердца являются дубликатами эндокарда, в толще которых находятся соединительная ткань, кровеносные сосуды и нервы.

Способность клеток миокарда в течение многих десятилетий жизни человека находиться в состоянии непрерывной ритмической активности обеспечивается эффективной работой ионных насосов этих клеток. За период диастолы из них выводятся ионы натрия, а в клетку возвращаются ионы калия. Ионы кальция проникают в цитоплазму. Ухудшение кровоснабжения миокарда (ишемия) ведет к обеднению запасов АТФ. Работа насосов нарушается и, как следствие, снижается электрическая и механическая активность миокардиальных клеток.

Особенностью проводящей системы сердца является способность каждого ее отдела самостоятельно генерировать возбуждение, так как любая его клетка обладает автоматией. При этом наблюдается градиент автоматии различных участков проводящей системы по мере удаления от синусно-предсердного узла.

В обычных условиях автоматия всех ниже расположенных участков проводящей системы подавляется более частными импульсами поступающими из синусно-предсердного узла. В случае поражения выхода из строя этого узла водителем ритма может стать предсердно-желудочковый узел, а если он выйдет из строя, то водителем ритма могут стать волокна пучка Гиса. Отличительной особенностью проводящей системы сердца является наличие в ее клетках большого количества тесных межклеточных контактов – нексусов. Эти контакты

являются местом перехода возбуждения одной клетки на другую. Такие же контакты имеются и между клетками проводящей системы и рабочего миокарда. Благодаря наличию такого контакта, миокард, состоящий из отдельных клеток, работает как единое целое.

3. Основные свойства сердца

Сокращение сердца происходит вследствие периодически возникающих процессов возбуждения сердечной мышцы. Это явление получило название **автоматии**. Способностью к автоматии обладают определенные участки миокарда, состоящие из специфической (атипической) мышечной ткани. Специфическая мускулатура образует в сердце **проводящую систему** – синусно-предсердный узел – водитель ритма сердца. От этого узла берет начало предсердно-желудочковый пучок (пучок Гиса). В области верхушки сердца ножки предсердно-желудочкового пучка загибаются вверх и переходят в сеть сердечных проводящих миоцитов (волокна Пуркинье), охватывающих рабочий миокард желудочков.

Возбудимость. При воздействии на сердечную мышцу различного рода раздражителями в ней возникают возбуждение и сокращение. Во время сокращения в мышце сердца возникают фазовые изменения возбудимости (рис. 15.2).

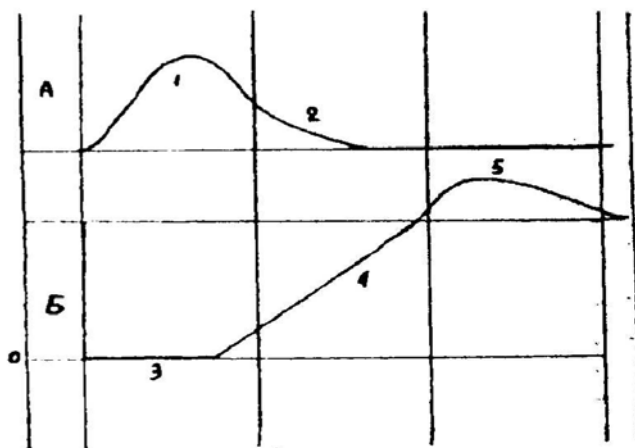


Рис. 15.2. Фазовые изменения возбудимости сердца

А – кардиограмма; Б – изменение возбудимости сердечной мышцы; 1 – систола; 2 – диастола; 3 – абсолютная рефрактерность; 4 – относительная рефрактерность; 5 – фаза повышенной возбудимости

Возбуждения появляются в проводящей системе сердца благодаря изменениям электрических потенциалов на поверхности клеточных

мембран. Возникшее возбуждение из синусно-предсердного узла быстро распространяется на клетки миокарда предсердий и в предсердно-желудочковый узел, из которого импульсы идут к миокарду желудочков. Прохождение импульсов через предсердно-желудочковый узел замедляется, поэтому возбуждение достигает миокарда желудочков медленнее, чем миокарда предсердий. В связи с этим сокращаются вначале предсердия, а потом и желудочки. Во время сокращения (систолы) желудочков сердечная мышца не способна отвечать на новые раздражения. Этот период невозбудимости миокарда называют рефрактерной фазой. Это свойство сердечной мышцы во время систолы не отвечать дополнительным сокращением позволяет миокарду более полно и ритмично сокращаться, не испытывая утомления. При возбуждении сердечная мышца не чувствительна к какому-либо раздражению. Такое состояние невозбудимости называется абсолютной рефрактерностью.

Сердечный цикл состоит из сокращения предсердий и желудочков и последующего их расслабления. У здорового человека в состоянии покоя сердце сокращается 60-70 раз в минуту. Сокращение сердечной мышцы называют систолой, ее расслабление – диастолой. Сердечный цикл имеет три фазы: систолу предсердий, систолу желудочков и общую паузу. Общая продолжительность сердечного цикла у человека равна примерно 0,8 с.

Началом каждого цикла считается систола предсердий, длящаяся 0,1 с. В этот момент миокард желудочков расслаблен, створчатые клапаны открыты, а полулунные клапаны закрыты. Во время сокращения предсердий вся кровь из них поступает в желудочки. По окончании систолы предсердий начинается систола желудочков, которая длится 0,3 с. В момент сокращения желудочков предсердия оказываются уже расслабленными, двухстворчатый и трехстворчатый клапаны, сообщающие предсердия с желудочками, закрываются. При сокращении мускулатуры желудочков кровь из них выталкивается в аорту и легочный ствол. Полулунные клапаны у начала аорты и легочного ствола открываются, их заслонки прижимаются к внутренним стенкам этих сосудов, и происходит изгнание крови из желудочков.

Сокращение желудочков сменяется их расслаблением – диастолой желудочков. Под действием высокого давления, создавшегося в аорте и легочном стволе, полулунные клапаны этих сосудов закрываются, препятствуя возвращению крови в желудочки. После этого наступает период покоя всех камер сердца, или общего расслабления – общая пауза. На общую сердечную паузу приходится 0,4 с. Такого интервала между сокращениями достаточно для полного восстановления работоспособности сердца.

Во время каждого сокращения желудочков в сосуды выталкивается определенная порция крови. Ее объем, получивший название ударного, систолического, составляет 70-80 мл. За одну минуту сердце взрослого человека, находящегося в покое, выталкивает в кровеносные сосуды 5-5,5 л крови. При физической нагрузке количество крови, перекачиваемой сердцем за одну минуту у здорового человека, увеличивается до 15-20 л.

Сократимость. Сердечная мышца, подобно скелетной, имеет поперечнополосатую структуру. Электронно-микроскопическими исследованиями установлено, что сердечная мышца морфологически имеет клеточное строение.

Клетки миокарда (кардиомиоциты) содержат ядро, миофибриллы поперечной исчерченностью и плазматические органеллы: митохондрии, саркоплазматический ретикулум и т.д. Кардиомиоциты имеют большое число митохондрий, что связано с интенсивным обменным процессом сердечной мышцы. Митохондрии обычно располагаются между миофибриллами.

Каждая миофибрилла сердечной (и скелетной) мышцы содержит нитевидные сократительные белки – актин и миозин, расположенные таким образом, что активные нити находятся в длинных каналах между миозиновыми. В состоянии расслабления актиновые нити не заполняют эти каналы на всем протяжении, а входят лишь частично, несколько выступая из них. Это приводит к увеличению общей длины миофибрилл.

Сокращение миофибрилл – это процесс, во время которого актиновые нити втягиваются вглубь промежутков между миозиновыми нитями, что приводит к укорочению миофибриллы.

4. Нервно-гуморальная регуляция сердца

Нервные и гуморальные механизмы регуляции деятельности сердца приводят его работу в соответствие с потребностями организма, систем или органов.

Центральная регуляция сердечной деятельности осуществляется симпатическим и парасимпатическим отделами нервной системы. Сердце имеет мощную эфферентную (центробежную) и афферентную (центростремительную) иннервации. Центробежные нервы сердца относятся к симпатическому и парасимпатическому отделам вегетативной нервной системы. Симпатические влияния стимулируют сердечную функцию, повышая мощность сокращения сердца (положительный инотропный эффект), увеличивая возбудимость и скорость проведения

возбуждения. Частота сокращений сердца при этом возрастает. Парасимпатические нервы (ветви блуждающего нерва) оказывают на сердце противоположное влияние: они понижают возбудимость и проводимость, силу и частоту сердечных сокращений. Расслабление сердца в диастоле становятся более полным.

Влияние блуждающего нерва на сердце осуществляется непрерывно, так как вегетативные парасимпатические центры постоянно находятся в тонусе. С возрастом, а также под влиянием симпатической мышечной деятельности происходит повышение тонуса блуждающих нервов.

Регуляция сердечной деятельности осуществляется по рефлекторному принципу. Рефлекторные влияния на миокард и автоматические узлы осуществляются через продолговатый и спинной мозг на уровне внутрисердечных узлов.

Высшие подкорковые центры регуляции сердечной деятельности расположены в гипоталамической области, ядрах таламуса и полосатого тела. С участием этих отделов связаны регуляторные влияния на тонус симпатических и парасимпатических центров, а также рефлекторные влияния на деятельность сердца.

5. Большой и малый круг кровообращения

В кровеносной системе различают два круга кровообращения: большой и малый. Они начинаются в предсердиях (рис. 15.3.).

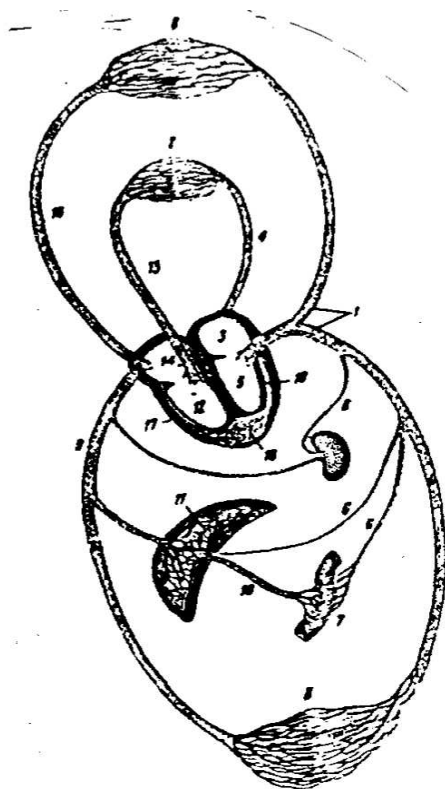


Рис. 15.3. Малый и большой круг кровообращения (схема)

1 – аорта и ее ветви; 2 – капиллярная сеть легких; 3 – левое предсердие; 4 – легочные вены; 5 – левый желудочек; 6 – артерии внутренних органов полости живота; 7 – капиллярная сеть непарных органов полости живота, от которой начинается систем воротной вены; 8 – капиллярная сеть тела; 9 – нижняя полая вена; 10 – воротная вена; 11 – капиллярная сеть печени, которой заканчивается система воротной вены и начинаются выносящие сосуды печени – печеночные вены; 12 – правый желудочек; 13 – легочный ствол; 14 – правое предсердие; 15 – верхняя полая вена; 16 – артерии сердца; 17 – вены сердца; 18 – капиллярная сеть сердца.

Малый круг кровообращения начинается легочным стволом. Легочный ствол начинается из правого желудочка на передневерхней поверхности сердца. Он поднимается вверх и влево и пересекает лежащую позади него аорту. Длина легочного ствола – 5-6 см. Под дугой аорты (на уровне четвертого грудного позвонка) он делится на две ветви: правую и левую легочные артерии. От конечного отдела легочного ствола к вогнутой поверхности аорты идет связка (артериальная связка – остаток заросшего артериального (боталлова) протока плода). В период эмбрионального развития, когда не функционируют легкие, большая часть крови из легочного ствола по боталловому протоку переводится в аорту и таким образом минует малый круг кровообращения. К не дышащим легким в этот период от легочного ствола идут лишь небольшие сосуды - зачатки легочных артерий. Легочные артерии делятся на долевыe, сегментарные и субсегментарные ветви. Последние, сопровождая разветвления бронхов, образуют капиллярную сеть, густо оплетающую альвеолы легких, в области которых происходит газообмен между кровью и находящимся в альвеолах воздухом. Вследствие разницы парциальных давлений углекислота из крови переходит в альвеолярный воздух, из которого в кровь поступает кислород. В этом газообмене большую роль играет гемоглобин, содержащийся в эритроцитах.

Из капиллярного русла легких кровь, насыщенная кислородом переходит последовательно в субсегментарные и затем в долевыe вены. Последние в области ворот каждого легкого образуют две правые и две левые легочные вены. Каждая из них обычно отдельно впадает в левое предсердие. В отличие от вен других областей тела легочные вены содержат артериальную кровь и не имеют клапанов.

Большой круг кровообращения. Основным стволом большого круга кровообращения является аорта, которая начинается из левого желудочка. В ней различают восходящую часть, дугу и нисходящую часть. Восходящая часть аорты в начальном отделе образует значительное расширение – луковичу. Длина восходящей аорты равна 5-6 см. На уровне нижнего края рукоятки грудины восходящая часть аорты переходит в дугу, которая уходит назад и влево, перекидывается через левый бронх и на уровне четвертого грудного позвонка переходит в нисходящую часть.

От восходящей части аорты. В области луковичи, отходят правая и левая венечные артерии. От выпуклой поверхности аорты последовательно, справа налево отходят плечеголовной ствол (безымянная артерия), затем левая сонная артерия и левая подключичная артерия.

Конечными сосудами большого круга кровообращения является верхняя и нижняя полые вены. Верхняя является крупным, но коротким стволом (ее длина 5-6 см), она лежит справа и несколько сзади от восходящей части аорты. Она образуется слиянием правой и левой плечеголовных вен. Место их слияния проецируется на уровне соединения первого правого ребра с грудиной. Верхняя полая вена собирает кровь от головы, шеи, верхних конечностей, органов и стенок грудной полости, из венозных сплетений позвоночного канала и частично от стенок брюшной полости.

Нижняя полая вена представляет собой самый крупный венозный ствол. Она образуется на уровне четвертого поясничного позвонка слиянием правой и левой общих подвздошных вен. Нижняя полая вена, поднимаясь вверх, достигает четырехугольного отверстия, сухожильного отверстия диафрагмы, проходит через него в грудную полость и тотчас попадает в правое предсердие, которое в этом месте прилежит к диафрагме.

В брюшной полости нижняя полая вена лежит на передней поверхности правой большой поясничной мышцы, справа от тел поясничных позвонков и аорты. Нижняя полая вена собирает кровь из парных органов брюшной полости и стенок брюшной полости, венозных сплетений, позвоночного канала и нижних конечностей.

6. Возрастные особенности строения сердца и сосудов

Сердце новорожденного имеет шарообразную форму. Поперечный размер сердца равен продольному и превышает его, что связано с недостаточным развитием желудочков и относительно большими размерами предсердий. Ушки предсердий большие, они прикрывают основание сердца. Грудино-реберная поверхность образована правым предсердием, правым желудочком и соприкасаются только желудочки. Передняя и задняя межжелудочковые борозды характеризуются отсутствием подэпикардальной клетчатки. Верхушка сердца закруглена. Длина сердца новорожденного равна 3,0-3,5 см, ширина – 2,7-3,9 см, объем правого предсердия составляет 7-10 см³, левого – 4-5 см³. Емкость каждого желудочка равна 8-10 см³, масса сердца новорожденного – 20-24 г, то есть 0,8-0,9% массы тела (у взрослых 0,4—0,5%). Объем сердца от периода новорожденности до 16-летнего возраста увеличивается в 3-3,5 раза.

Растет сердце наиболее быстро в течение первых двух лет жизни, затем – в 5-9 лет и в период полового созревания.

К двум годам линейные размеры сердца увеличиваются в 1,5 раза, к 7 годам – в 2 раза, а к 16-17 годам – в 3 раза. Рост сердца в длину идет быстрее, чем в ширину (длина удваивается к 5-6 годам, а ширина – к 8-10 годам). В течение первого года жизни рост предсердий и желудочков происходит примерно одинаково, а после 10 лет желудочки растут быстрее, чем предсердия. Масса сердца удваивается к концу первого года жизни, утраивается к 2-3 годам, к 6 годам возрастает в 5 раз, а к 15 годам увеличивается в 10 раз по сравнению с периодом новорожденности.

У новорожденных на внутренней поверхности предсердий уже имеются трабекулы, в желудочках выявляется равномерная сеть, видны мелкие, разнообразной формы сосочковые мышцы.

Миокард левого желудочка развивается быстрее и к концу второго года его масса вдвое больше, чем у правого. Эти соотношения сохраняются и в дальнейшем. У детей первого года жизни мясистые трабекулы покрывают почти всю внутреннюю поверхность стенок желудочков. Наиболее сильно развиты мясистые трабекулы в юношеском возрасте (17-20 лет).

У новорожденных и детей всех возрастных групп предсердно-желудочковые клапаны эластичные, створки блестящие. В 20-25 лет створки этих клапанов уплотняются, края их становятся неровными. В старческом возрасте происходит частичная атрофия сосочковых мышц, в связи с чем может нарушаться функция клапанов.

У новорожденных и детей грудного возраста сердце располагается высоко и лежит почти поперечно. Переход сердца из поперечного положения в косое начинается в конце первого года жизни ребенка. У 2-3-летних детей до одного года расположена на один межреберный промежуток выше, чем у взрослых, верхняя находится на уровне второго межреберья. Верхушка сердца проецируется в четвертом левом межреберном промежутке кнаружи от среднеключичной мышцы.

Масса сердца несколько больше у мальчиков, чем у девочек. Эта разница увеличивается вначале медленно (до 11 лет), затем сердце девочек увеличивается быстрее и в 13-14 лет оно у них становится больше. А после этого возраста масса сердца у мальчиков вновь нарастает более интенсивно.

Параллельно с ростом сердца увеличиваются и размеры магистральных сосудов, однако, темп их роста более медленный. Так, если

объем сердца к 15 годам увеличивается в 7 раз, то окружность аорты только в 3 раза. С годами несколько уменьшается разница в величине просвета отверстий легочной артерии и аорты.

Просвет артерии в целом с возрастом несколько сужается относительно размеров сердца и нарастающей длины тела. Только после 16 лет происходит некоторое расширение артериального сосудистого русла.

Вены растут быстрее артерий, к 16 годам их просвет становится вдвое шире артерий. С ростом сосудов происходит и развитие в них мышечной оболочки и соединительнотканых элементов.

На протяжении первых лет жизни и в подростковом возрасте происходит серия поворотов и перемещений сердца внутри грудной клетки.

Частота пульса у детей. Пульс новорожденных аритмичен, характеризуется неодинаковой продолжительностью и неравномерностью отдельных пульсовых норм и промежутков между ними.

Пульс у детей всех возрастов чаще, чем у взрослых, что в первую очередь объясняется более интенсивным обменом веществ. Во сне пульс у детей замедляется. Этого не наблюдается у детей первых месяцев жизни; разница в пульсе во время сна и бодрствования у детей до 1-2 лет составляет около 10 ударов в минуту, а после 4-5 лет она может достигать 15-20 ударов в минуту.

С возрастом у детей растет преимущественно систолическое (максимальное) артериальное давление. Диастолическое (минимальное) имеет тенденцию только к повышению. Рост давления происходит более интенсивно в первые 2-3 года жизни.

Повышение давления с возрастом идет параллельно росту скорости распространения пульсовой волны по сосудам мышечного типа и связано с повышением их тонуса. Показатель артериального давления тесно связан с физическим развитием детей. Имеет значение не только достигнутый уровень размеров или массы тела, но и их динамика, то есть темп роста ребенка. Наивысшие нормальные показатели артериального давления отмечаются в те периоды, когда имеет место наиболее интенсивное увеличение размеров тела, но еще не произошли соответствующие нарастания массы сердечной мышцы. У старших школьников и подростков изменение артериального давления отражает и созревание эндокринной системы, прежде всего увеличение активности надпочечников.

У новорожденного среднее артериальное давление равно 50-58, у детей 3-7 лет – 73-77, 8-14 лет – 80-86 мм рт. ст.

С возрастом происходит увеличение ударного и минутного объема крови.

Вопросы для самоконтроля

1. Строение сердца и функции.
2. Клапанный аппарат сердца и его расположение.
3. Проводящая система сердца, ее топография и функция.
4. Что такое перикард?
5. Основные свойства сердца (автоматия, сократимость, возбудимость, проводимость).
6. Расскажите о сердечном цикле, его начале, фазах и продолжительности.
7. Что такое систола и диастола? Какие процессы происходят в сердце при систоле и диастоле?
8. Как осуществляется нервно-гуморальная регуляция сердца?
9. Перечислите кровеносные сосуды, образующие малый (легочный) круг кровообращения.
10. Что собой представляет большой круг кровообращения?
11. Какие кровеносные сосуды в него входят?

ТЕМА 15. ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

ПЛАН

1. Строение стенок пищеварительной трубки.
2. Органы пищеварения: строение, функции и возрастные особенности.
3. Пищеварение. Питательные вещества.
4. Регуляция пищеварения.

1. Строение стенок пищеварительной трубки

Большинство внутренних органов имеют трубчатое строение определенной последовательностью расположения слоев в их стенках.

Слизистая оболочка играет важнейшую роль в функциях пищеварительной системы и состоит из трех пластинок: эпителия, собственной пластинки слизистой оболочки, мышечной пластинки слизистой оболочки. Слизистая оболочка увлажнена слизью, которая вырабатывается одноклеточными и многоклеточными железами. *Эпителий*, отграничивающий стенки органов от внешней среды (содержимого пищеварительной трубки, дыхательных путей, мочевыводящих путей), у ротовой полости, глотки, пищевода, заднепроходного канала – многослойный плоский неороговевающий; у желудка, тонкой и толстой кишки, трахей и бронхов он простой столбчатый (однослойный цилиндрический); у мочевыводящих путей переходный. Эпителий лишен кровеносных сосудов.

Собственная пластинка слизистой оболочки, на которой лежит эпителий, образована рыхлой волокнистой неоформленной соединительной тканью, в которой располагаются железы, скопление лимфоидной ткани, нервные элементы, сосуды (артериальные, венозные и лимфатические).

Мышечная пластинка находится на границе слизистой оболочки и подслизистой основы, и состоит из миоцитов.

Подслизистая основа образована рыхлой волокнистой неоформленной соединительной тканью, в которой располагаются скопления лимфоидной ткани, железы, подслизистое нервное сплетение, сосудистые сплетения (артериальное, венозное и лимфатическое сплетения). Благодаря этому слою, слизистая оболочка подвижна и может образовывать складки.

Мышечная оболочка чаще всего состоит из двух слоев – внутреннего кругового и наружного продольного, разделенных прослойкой рыхлой волокнистой неоформленной соединительной ткани, в которой

расположены межмышечные нервные сплетения, сосуды (кровеносные и лимфатические). В стенках большей части пищеварительной трубки мышцы неисчерченные (гладкие), лишь в верхнем отделе (глотка, верхняя треть пищевода) и в нижнем (наружный сфинктер заднего прохода) мышцы исчерченные (поперечно-полосатые). Мышцы гортани также поперечно-полосатые, у трахеи, бронхов, мочевых и половых органов – гладкие. Благодаря сокращению мышц кишечной стенки петли совершают перистальтические и маятникообразные движения.

Серозная оболочка висцеральный листок брюшины, образованный соединительно-тканной основой, покрытой однослойным плоским эпителием–мезителием, окутывает большую часть органов пищеварительной системы. Некоторые органы пищеварительного тракта (например, глотка, шейный и грудной отделы пищевода, нижняя часть прямой кишки), а также дыхательные и мочевыводящие пути лишены серозной оболочки. Стенки их покрыты снаружи рыхлой волокнистой соединительной тканью (адвентация), в которой расположены сосуды и нервы. Серозная оболочка гладкая, влажная, она облегчает скольжение внутренностей. Висцеральный листок переходит в париентальный (пристеночный) листок, который выстилает стенки полости. Таким образом, серозная оболочка образует мешок, оба листка которого тесно соприкасаются между собой, ограничивая лишь узкую щелевидную серозную полость.

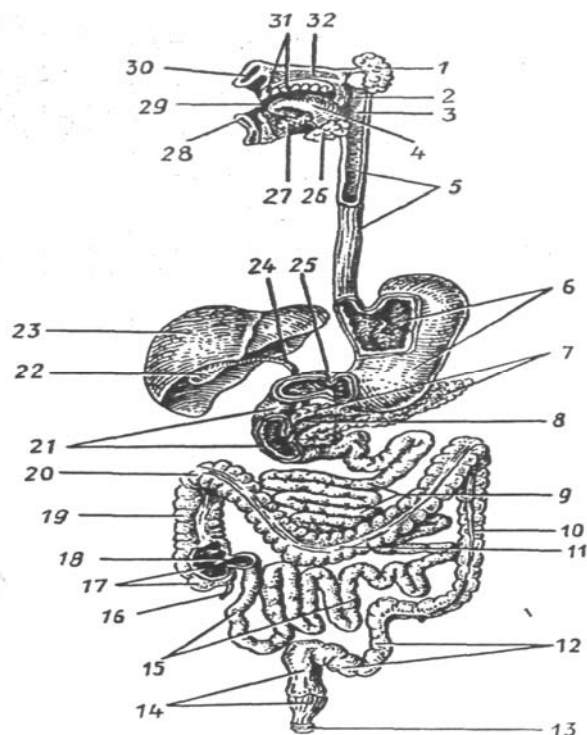
2. Органы пищеварения: строение, функции и возрастные особенности

Функциональную пищеварительную трубку можно разделить на три отдела: 1) вводный, захватывающий, пережевывающий и продвигающий пищу; он состоит из рта с его вспомогательными органами, глотки и пищевода; 2) средний отдел, в котором пища подвергается длительной химической обработке и всасывается; этот отдел представлен желудком и тонким кишечником ее вспомогательным железистым аппаратам (печень, поджелудочная железа); эта важнейшая часть всей трубки и 3) выводной отдел, удаляющий непереваренные и непригодные к всасыванию отбросы наружу. Он представлен толстыми кишками.

Пищеварительная система состоит из пищеварительной трубки, длина которой у взрослого человека достигает 7-8 м, и ряда расположенных вне ее стенки крупных желез. Трубка образует множество изгибов, петель. У человека всасывающая поверхность тонкой кишки

увеличивается в 3,5 раза за счет множества ворсинок. Благодаря этому всасывающая поверхность кишки человека достигает 12000 кв.см (Рис. 15.1).

Рис. 15.1. Схема строения пищеварительной системы



1 – околоушная слюнная железа, 2 - мягкое нёбо, 3 – глотка, 4 – язык, 5 – пищевод, 6 – желудок, 7 – поджелудочная железа, 8 – проток поджелудочной железы, 9 – тощая кишка, 10 – нисходящая ободочная кишка, 11 – поперечная ободочная кишка, 12 – сигмовидная ободочная кишка, 13 – наружный сфинктер заднего прохода, 14 – прямая кишка, 15 – подвздошная кишка, 16 – червеобразный отросток (аппендикс), 17 – слепая кишка, 18 – подвздошно-слепокишечный клапан, 19 – восходящая ободочная кишка, 20 – правый (печеночный) изгиб ободочной кишки, 21 – двенадцатиперстная кишка, 22 – желчный пузырь, 23 — печень, 24 – общий желчный проток, 25 – сфинктер привратника желудка, 26 – поднижнечелюстная железа, 27 – подъязычная железа, 28 – нижняя губа, 29 – полость рта, 30 – верхняя губа, 31 – зубы, 32 – твердое нёбо.

Полость рта представляет собой начальную часть пищеварительного тракта. Она ограничена сверху твердым и мягким небом, снизу – диафрагмой рта (челюстно-подъязычной мышцей), по бокам – щеками. Переднее ротовое отверстие (ротовая щель) ограничено губами.

Полость рта разделяется на преддверие и собственно полость рта. Преддверие рта имеет форму узкой щели, ограниченной снаружи щеками и губами, а изнутри – деснами и зубами.

Через щели между коронками зубов и позади последних коренных зубов преддверие сообщается с собственно полостью рта, а через ротовое отверстие, ограниченное верхней и нижней губами, сообщается с внешней средой. Губы изнутри покрыты слизистой оболочкой и имеют посередине тонкую складочку – уздечку, идущую к десне и лучше выраженную на верхней губе.

Собственно полость рта ограничена сверху твердым и мягким небом, снизу – диафрагмой рта, а спереди и латерально – деснами и зубами. Полость рта выстлана слизистой оболочкой, в которой, так же

как и в слизистой оболочке преддверия рта, находятся большое количество слизистых желёзок, получившие название по месту их расположения: щечные железы, губные, небные. Полость рта заполнена помещающимся в ней языком и подъязычными железами. Сзади полость рта сообщается с глоткой отверстием, которое называется зевом.

Твердое небо отделяет полость рта от полости носа. Его костная основа образована небными отростками верхних челюстей и горизонтальными пластинками небных костей. Слизистая оболочка твердого неба утолщена, плотно сращена с надкостницей. В ней находится много мелких слизистых желез. По срединной линии слизистая образует небольшой валик – небный шов, а в передней части – 3-4 поперечных складки. На месте резцового канала, который хорошо виден на костях черепа, имеется сосочковое возвышение слизистой. Твердое небо переходит в мягкое, свободную часть которого называют занавеской. Оно представляет собой мышечную пластинку, покрытую слизистой оболочкой, которая тянется кзади от костной пластинки твердого неба и в расслабленном состоянии свисает книзу. В средней части мягкого неба находится небольшой выступ – язычок.

Мышцы, поднимающая и растягивающая мягкое небо поднимается кверху, растягивается в стороны и, достигая задней стенки глотки, отделяет носоглотку от ротоглотки. По бокам от мягкого неба отходят складки слизистой оболочки с заложенными в них мышцами, называемые дужками, которые образуют боковые стенки зева. С каждой стороны имеется по две дужки. Передняя из них – язычно-небная – идет от мягкого неба к слизистой языка, задняя – глоточно-небная – переходит в слизистую глотки. Между этими дужками с обеих сторон образуются углубления, в которых находятся небные миндалины. Миндалины представляют собой скопление лимфоидной ткани. В них происходит образование лимфоцитов.

В полость рта открываются три пары крупных слюнных желез: **околоушные** (серозные), **подчелюстные** (серозно-слизистые), **подъязычные** (слизистые), а также множество мелких желез.

Околоушная слюнная железа располагается в позади челюстной ямке впереди и ниже наружного уха. Часть железы прилежит к наружной поверхности жевательной мышцы. Эта самая крупная из слюнных желез. Снаружи она покрыта плотной фасцией. Выводной проток ее идет поперечно под кожей лица по поверхности жевательной мышцы, проходит через щечную мышцу и открывается в преддверие рта, на слизистой оболочке щеки, на уровне 2 верхнего большого коренного зуба.

Околоушная железа состоит из отдельных долек, разделенных прослойками рыхлой волокнистой соединительной тканью, в которой располагаются сосуды, нервы и выводные протоки железы.

Подчелюстная слюнная железа располагается в верхней части шеи в подчелюстной ямке. Ее выводной проток проникает через диафрагму рта в складку под языком и открывается на верхушке подъязычного мяса. Эта железа лежит ниже челюстно-подъязычной мышцы, т.е. диафрагмы рта.

Подъязычная слюнная железа лежит под языком на челюстно-подъязычной мышце, прикрытая слизистой оболочкой полости рта. Ее выводные протоки открываются под языком в подъязычной складке 10-12 мелкими отверстиями. Самый крупный выводной проток открывается рядом с выводным протоком подчелюстной железы или сливается с последним.

Слюна - это смешанный секрет трех пар слюнных желез. Околоушные железы содержат серозные клетки, которые секретируют слюну с высокой концентрацией хлоридов натрия и калия, амилазы. Секрет подчелюстной (смешанной) железы богат органическими веществами, муцином, амилазой. Слюна подъязычной железы (смешанной) более богата муцином. Фермент пتيالлин – действует на углеводы пищи, переводя крахмал в сахар. В сутки у человека выделяется 0,5 – 2 л. слюны.

В ротовой полости оценивается качества пищи, размельчается, смешивается со слюной.

Десна – тот участок слизистой оболочки полости рта, который прикрывает альвеолярные отростки челюстей и шейки зубов. Обладая значительной толщиной и плотностью, десна срастается с надкостницей альвеолярных отростков и складок не образует.

Зубы находятся в полости рта и помещаются в луночках альвеолярных отростков верхней и нижней челюстей. Различают зубы молочные и постоянные. Молочных – 20, постоянных – 32 зуба. Каждый зуб имеет коронку, шейку и корень.

Зубы состоят главным образом из дентина, который в области корня покрыт цементом, а в области коронки – эмалью. Эмаль состоит из неорганических солей (96-97%) фосфорнокислый и углекислый кальций, около 4% фтористый кальций. В дентине 28% органических веществ (в основном коллаген) и 72% неорганических (фосфорнокислый кальций и магний). Цемент по составу приближен к кости до 30% органических веществ и 70% неорганических веществ.

У взрослого человека 32 зуба. Число зубов есть зубная формула – 2.1.2.3/2.1.2.3. Молочных зубов – 20. Зубная формула их такова 2.1.0.2/2.1.0.2.

Прорезание молочных зубов начинается на 6-7 месяце жизни ребенка и оканчивается к началу 3-го года. На 7-м году жизни начинается прорезание постоянных зубов. Процесс смены зубов продолжается до 12-14 лет, после чего у человека остаются постоянные зубы.

Язык – мышечный орган, принимающий участие в определении вкусовых качеств пищи, ее перемешивании и в акте глотания. Язык состоит из корня (задняя), тело (средняя), верхушка (передняя), спинка – верхняя поверхность.

На языке располагаются: нитевидные, грибовидные, желобоватые и листовидные сосочки. Больше всего нитевидных сосочков, они имеют специальные нервные окончания, воспринимающие ощущения прикосновения.

Грибовидные сосочки расположены на верхушке и по краям языка. Они содержат вкусовые почки, воспринимающие вкусовые раздражения.

Желобоватые сосочки расположены на границе тела корня языка, образуя угол, на вершине которого находится слепое отверстие языка.

Листовидные сосочки расположены по краям языка и содержат вкусовые почки.

Слизистая оболочка корня языка лишена сосочков, но содержит большое число лимфоидных фолликулов, образующих язычную миндалину.

Слизистая оболочка нижней поверхности языка при переходе на дно полости рта образует лежащую по срединной линии складку – уздечку языка. По обеим сторонам располагается небольшие возвышения – подъязычные сосочки, на котором открываются выводные протоки подчелюстной и подъязычной слюнных желез.

Мышцы языка делятся на 2 группы: 1) наружные, начинающихся на костях скелета человека и оканчивающиеся в языке, которые осуществляют движение языка и сохраняют его тонус; 2) собственные мышцы, не связанные с костями.

Все мышцы языка иннервируются волокнами XII пары черепных нервов.

Из полости рта пища попадает в глотку. Отверстие, соединяющее эти две полости, называется зевом.

Глотка представляет мышечную трубку, длиной около 12 см. Она простирается от основания черепа до уровня 6 шейного позвонка, где суживаясь переходит в пищевод. Полость глотки сообщается с соседними полостями: верхняя часть сообщается через хоан с носовой

полостью, средняя – с ротовой, нижняя – с гортанью. Глотка прилежит к передней поверхности позвоночника, отделяясь от него рыхлой соединительной тканью. Это сохраняет глоточному мешку известную подвижность: глотка способна слегка перемещаться, скользя вдоль позвонков. Носовая часть ее целиком обслуживает дыхательную функцию и не связана с пищеварительным путем. Ее отделяет от ротовой части мягкое небо и язычок. На боковых стенках этой части на уровне хоан воронкообразно открывается с каждой стороны слуховая труба; она ведет в полость среднего уха и служит для вентилирования ее и для уравнивания атмосферного давления.

Ротовая часть глотки открывается зевом в ротовую полость. Эта часть отделена от носовой части небной занавески; при каждом акте глотания, при рвоте, при произношении высоких нот и при артикуляции «гортанных» согласных – г, к, х - небная занавеска закрывает носовой ход.

Гортанная часть переходит в пищевод. Вверху на передней стенке этого отдела находится вход в гортань. В момент глотания открытым остается одно отверстие – ведущее в пищевод. Глотательные движения происходят в результате координированного сокращения мышц глотки, мягкого неба, языка и гортани.

У новорождённых глотка короткая (3 см). Размеры носовой части глотки к двум годам жизни ребёнка увеличивается в 2 раза. Глоточное отверстие слуховой трубы у новорождённого расположено на уровне твёрдого нёба, после 2-4 лет отверстие перемещается кверху и кзади, а к 12-14 годам – сохраняет щелевидную форму.

Пищевод - мышечная трубка длиной 22-30 см. Топография: начинается на уровне границы между VI и VII шейными позвонками и оканчивается на уровне XI грудного позвонка впадением в желудок.

Различают три части: шейную, грудную и брюшную. Шейная часть прилегает к позвоночнику, грудная отступает от позвоночника вперед (до 3 см). Брюшная часть находится в брюшной полости под диафрагмой. В брюшную полость пищевод проходит вместе с блуждающими нервами через пищеводное отверстие диафрагмы.

Пищевод имеет три сужения – у самого начала, на границе между VI и VII шейными позвонками; второе – при перекресте с левым бронхом, на границе между IV и V грудными позвонками; третье – на уровне пищеводного отверстия диафрагмы.

Стенка пищевода состоит из четырех слоев: слизистой оболочки, подслизистой основы, мышечной и адвентциальной оболочек.

Слизистая оболочка выстлана неороговевающим многослойным (плоским) сквамозным эпителием. Мышечная основа развита хорошо, благодаря чему слизистая оболочка образует продольные складки.

В *подслизистой основе* находятся многочисленные собственные железы пищевода.

Мышечная оболочка верхней трети пищевода образована поперечно-полосатыми мышечными волокнами, в средней части они заменяются гладкими миоцитами, в нижней части полностью состоит из гладких миоцитов.

Мышечные волокна и миоциты располагаются в два слоя: внутренний кольцевой и наружный продольный. Мышечная оболочка обеспечивает перистальтику и постоянный тонус.

Адвентциальная оболочка образована рыхлой волокнистой не оформленной соединительной тканью.

Пищевод новорождённого имеет длину 10-12 см и диаметр от 0.4 до 0.9 см. К 11-12 годам длина удваивается (20-22 см). Мышечная оболочка пищевода у новорождённого развита слабо, до 12-15 лет она интенсивно растёт, в дальнейшем изменяется мало.

Желудок располагается в подчревной области в левом подреберье. Кардиальное отверстие на уровне X-XI грудных позвонков, привратник на уровне XII грудного 1 поясничного позвонков.

В желудке различают следующие части: 1) вход в желудок - кардиальная часть; 2) дно желудка – влево от места впадения пищевода, это верхняя самая расширенная часть; 3) дно переходит в тело; 4) нижняя привратниковая (пилорическая) суженная часть.

Малая кривизна желудка обращена вправо и вверх, большая кривизна – влево и вниз. Желудок имеет две стенки – переднюю, обращенную вперед, несколько вверх и вправо, и заднюю, обращенную назад вниз и влево. Обе стенки переходят одна в другую по большой и малой кривизнам.

Стенка желудка состоит из четырех слоев.

Слизистая оболочка неровная, имеются складки, круговая складка располагается в области отверстия привратника. Имеются желудочные поля, где открываются желудочные ямки и проходят протоки желез, вырабатывающие желудочный сок. Слизистая оболочка покрыта однослойным простым столбчатым цилиндрическим железистым эпителием, выделяющим слизь, которая выполняет защитную функцию.

Желудочные железы простые, трубчатые, неразветвленные (≈35 млн). Железы залегают в собственной пластинке слизистой оболочки плотно друг к другу, между ними располагаются тонкие прослойки соединительной ткани.

В каждой железе различают дно, шейку и перешеек, переходящий в желудочную ямку.

Различают три вида желудочных желез: собственные железы желудка, кардиальные и пилорические.

Собственные железы желудка располагаются в области тела и дна желудка (фундальные). Фундальные железы состоят из трех основных типов клеток:

- 1) *главные клетки* – секретируют пепсоногены;
- 2) *обкладочные (париентальные)* – вырабатывают соляную кислоту и внутренний антианемический фактор;
- 3) *добавочные (мукоциты)* вырабатывают слизь.

Кардиальные железы располагаются в кардиальной части и вырабатывают слизь.

Пилорические железы выделяют небольшое количество секрета нестимулируемые приемом пищи. Эндокриноциты вырабатывают серотонин, эндорфин.

Мышечная оболочка представлена неисчерченной (гладкой) мышечной тканью, образованная тремя слоями: наружным продольным, средним циркулярным, внутренним косым. Желудок выполняет перистальтические и тонические движения.

Подслизистая основа у желудка довольно толстая, благодаря чему слизистая оболочка легко образует складки.

Серозная оболочка состоит из мезотелия и подлежащей волокнистой соединительной ткани.

У новорожденного желудок имеет веретенообразную форму, желудочные железы развиты слабо. У детей дно желудка выражено слабо.

Тонкая кишка начинается от привратника желудка на уровне границы тел XII грудного и I поясничного позвонков. Длина составляет 5-6 м. Тонкая кишка делится на 12-перстную (длина 25-30 см), тощую (длина 2-2,5 м) и подвздошную (длина 2,5-3,5 м)

Тонкая кишка образует петли, которые спереди прикрыты большим сальником, а сверху и с боков ограничены толстой кишкой. Здесь происходит дальнейшее химическая переработка и механическое перемешивание и продвижение пищи. Очень важна эндокринная функция тонкой кишки. Это выработка энтеро-эндокринными клетками биологически активных веществ (секретин, серотонин, лютинин, гастрин и др.)

Слизистая оболочка образует многочисленные *круговые складки*, благодаря чему увеличивается поверхность всасывания. Размеры и количество складок уменьшается по направлению к толстой кишке. Поверхность слизистой оболочки усеяна кишечными ворсинками и криптами.

Двенадцатиперстная кишка имеет форму подковы, огибает головку поджелудочной железы, расположена в большей части забрюшинно. Верхняя часть на уровне 1 поясничного позвонка, а нисходящая часть доходит до 3 поясничного позвонка. Начальный, который имеет расширение – луковица, 2-2,5 см длиной и конечный отделы покрыты брюшиной почти со всех сторон, к остальным отделам кишки брюшина прилежит спереди. Различают верхнюю, нисходящую, горизонтальную и восходящую части 12-перстной кишки.

Слизистая оболочка стенки 12-перстной кишки образует множество ворсинок (22-30 на 1 кв.мм.). Кроме круговых имеется и продольная складка, идущая вдоль заднемедиальной стенки ее нисходящей части. Она заканчивается сосочком, на вершине которого открываются общий желчный проток и главный проток поджелудочной железы.

В подслизистой основе встречаются сложные разветвленные трубчатые железы, которые открываются в крипты. Железы, вырабатывают секрет, участвующий в переваривании белков, расщеплении углеводов, слизи, а также гормон секретин.

Тощая кишка несколько короче, чем *подвздошная*. Переваривающая поверхность тощей кишки больше чем у подвздошной. Это связано с большим ее диаметром, более крупными круговыми складками, которые лежат теснее.

Стенка тонкой кишки имеет типичное для желудочно-кишечного тракта строение. Тощая и подвздошная кишки покрыты брюшиной со всех сторон: они располагаются интраперитонеально (внутрибрюшинно).

Складки стенки тонкой кишки образованы слизистой оболочкой и подслизистой основой, число их у взрослого человека достигает 600-650, ворсинки кишки длиннее и многочисленнее (22-40 на 1 кв.мм), чем у подвздошной (18-31 на 1 кв.мм), количество крипт также большее.

Ворсинки являются выростами собственной пластинки слизистой оболочки, образованной рыхлой волокнистой соединительной тканью, богатой ретикулярными волокнами. Поверхность ворсинок покрыта простым столбчатым (однослойным цилиндрическим) эпителием, в котором имеются клетки трех видов: кишечные эпителиоциты с исчерченной каемкой, клетки выделяющие слизь, - бокаловидные клетки (энтероциты) и небольшое количество энтероэндокринных (кишечный энтероциты) клеток.

Больше всего кишечных эпителиоцитов (столбчатых клеток) с исчерченной каемкой. На их апикальной поверхности имеется каемка, образованная огромным количеством микроворсинок (1500-3000 на поверхности каждой клетки), которые увеличивают еще в 30-40 раз всасывающую поверхность этих клеток.

Однако роль микроворсинок этим не ограничивается. В них обнаружено большое количество активных ферментов, участвующих в расщеплении (пристеночное пищеварение) и всасывание пищевых продуктов.

В центре каждой ворсинки проходит широкий лимфатический капилляр (центральный сосуд), слепо начинающийся на ее вершине. В него из кишки поступают продукты переработки жиров.

В каждую ворсинку входит по 1–2 артериолы из подслизистого сплетения, которые распадаются там на капилляры, расположенные вблизи эпителиальных клеток. В кровь всасываются простые сахара и продукты переработки белков. Из капилляров кровь собирается в вены, проходящие вдоль оси ворсинки.

В собственной пластинке слизистой оболочки тонкой кишки множество одиночных лимфоидных узелков диаметром 0,5–1,5 мм, а также лимфоидные бляшки. Их больше всего в подвздошной кишке.

Мышечная оболочка состоит из наружного продольного и внутреннего кругового слоев.

Функции:

- 1) перемешивание пищевых масс в кишке;
- 2) маятникообразные движения за счет попеременного ритмического сокращения обоих слоев;
- 3) перистальтические движения за счет координированного сокращения обоих слоев.

Тонкая кишка новорожденного, имеет длину 1.2-2.8 м. В 2-3 годам её длина в среднем 2.8 м. К 10 годам длина кишки достигает её величины у взрослого человека (5-6 м). Диаметр кишки к концу первого года жизни составляет 16 мм, а в 3 года – 23 мм. Двенадцатиперстная кишка у новорожденного имеет кольцеобразную форму. Начало и конец её располагается на уровне I поясничного позвонка. К 7 годам нисходящая часть её опускается до II поясничного позвонка. У тощей и подвздошной кишок новорожденного складки выражены слабо, железы недоразвиты.

Толстая кишка подразделяется на слепую с червеобразным отростком, восходящую ободочную, поперечную ободочную, нисходящую ободочную, сигмовидную ободочную и прямую. Длина всей кишки 1,5–2 м.

В толстую кишку поступают непереваренные остатки пищи, которые подвергаются воздействию бактерий, населяющих кишку; в ней всасываются вода, минеральные вещества и, в конечном итоге, образуется кал.

Слизистая оболочка толстой кишки лишена ворсинок, но в ней много образованных слизистой оболочкой и подслизистой основой складок полулунной формы, чем в тонкой кишке. Слизистая оболочка покрыта однослойным цилиндрическим эпителием, в котором различают три вида клеток: кишечные эпителиоциты с исчерченной каемкой, бокаловидные энтероциты и кишечные бескаемчатые энтероциты.

В месте впадения подвздошной кишки в толстую имеется сложное анатомическое устройство – илеоцекальный клапан, снабженный мышечным сфинктером и двумя губами. Этот клапан замыкает выход из тонкой кишки, периодически он открывается, пропуская содержимое небольшими порциями в толстую кишку, и он же препятствует обратному затеканию содержимого толстой кишки в тонкую.

Слепая кишка расположена в правой подвздошной ямке, покрыта брюшиной. Длина и ширина слепой кишки равна 7–8 см. От нижней стенки слепой кишки отходит червеобразный отросток (аппендикс), его лимфоидная ткань – структура иммунной системы.

Слепая кишка переходит в восходящую ободочную кишку длиной 14–18 см, которая направляется вверх. У нижней поверхности печени, изогнувшись она, переходит в поперечную ободочную кишку, длиной 25–30 см. В левой части брюшной полости ободочная кишка вновь изгибается, поворачивает вниз и переходит в нисходящую кишку, ее длина 10 см. В левой подвздошной ямке сигмовидная ободочная кишка образует петлю и опускается в малый таз, где направляется вниз и переходит на уровне мыса крестца в прямую кишку, которая тянется до заднего прохода.

Прямая кишка образует два изгиба – крестцовый (верхний) и промежностный, обращенный вогнутостью назад. Книзу кишка расширяется, образуя ампулу, диаметр которой при наполнении может увеличиваться. Конечный отдел, который направляется назад и вниз, называется заднепроходным каналом. Он проходит сквозь тазовое дно и заканчивается задним проходом (анус).

Спереди прямая кишка своей стенкой, лишенной брюшины, прилежит у мужчин к семенным пузырькам, семявыносящим протокам и лежащему между ними участку дна мочевого пузыря, еще ниже к предстательной железе, у женщин спереди граничит с задней стенкой влагалища на всем его протяжении.

Задний проход имеет 2 сфинктера: внутренний (непроизвольный), наружный (произвольный). Оба сфинктера замыкают задний проход и открываются при акте дефекации.

Толстая кишка новорождённого короткая, её длина около 65 см, к концу грудного возраста длина удваивается до 83 см, а к 10 годам достигает 118 см.

Слепая кишка новорожденного короткая (1.5 см), располагается выше крыла подвздошной кости. Типичный для взрослого человека вид слепая кишка принимает к 7-10 годам.

Прямая кишка у новорождённого цилиндрической формы, не имеет ампулы и изгибов, складки не выражены, длина её равна 5-6 см. Быстрый рост прямой кишки наблюдается после 8 лет. К концу подросткового возраста прямая кишка имеет длину 15-18 см, а диаметр её равен 3.2-5.4 см.

Печень самая крупная железа, красно-бурого цвета. Печень участвует в обмене белков, углеводов, жиров, витаминов и др. Функции печени – защитная, обезвреживающая, желчеобразовательная и др. В утробном периоде печень является важным кроветворным органом.

Печень расположена в брюшной полости под диафрагмой справа, покрыта фиброзной оболочкой (Глиссоновой капсулой). На печени различают верхнюю (диафрагмальную) и нижнюю (висцеральную) поверхности, а также передний (острый) и задний (тупой) края.

Серповидной связкой диафрагмальная поверхность делится на две доли - правую (большую) и левую (значительно меньшую).

Висцеральная поверхность имеет 2 продольные и 1 поперечную борозды. Все три борозды делят печень на 4 доли: правую, левую, квадратную и хвостовую. На поперечной борозде находится ворота печени, в нее входят воротная вена, собственная печеночная артерия и нервы, а выходят общий печеночный проток, лимфатические сосуды. По общему печеночному протоку из печени оттекает желчь.

Передний (острый) край печени имеет 2 вырезки: в одной лежит дно желчного пузыря, а в другой круглая связка печени, которая является редуцированной пупочной веной, по которой у плода течет артериальная кровь.

Задний тупой край имеет углубление, где проходит нижняя полая вена.

Структурной единицей является печеночная долька, которая имеет призматическую форму, их 500000 долек. Печеночные дольки состоят из печеночных клеток (гепатоцитов), которые называются печеночными пластинками. В центре дольки находится центральная вена. Кровь в печень поступает по печеночной артерии и воротной вене, которые, войдя в ворота печени, постепенно разветвляются междольковые артерии и вены. От них отходят синусоидные кровеносные капилляры (сюда кровь поступает из междольковых артерии и вены). По ним к центру дольки течет смешанная кровь.

Печень получает кровь из двух источников: артериальную из собственно печеночной артерии и венозную из воротной вены. Воротная вена собирает кровь из непарных органов брюшной полости (желудка, кишок, поджелудочной железы, селезенки).

Морфофункциональной единицей печени считают печеночный ацинус ромбовидной формы, который включает соседние участки двух классических долек.

Воротная вена есть короткий толстый ствол, который образуется позади головки поджелудочной железы. В отличие от всех вен воротная вена, войдя в ворота печени, вновь распадается на мелкие ветви, вплоть до синусоидных капилляров долек печени, которые впадают в центральную вену.

Из центральных вен образуются поддольковые вены, которые, укрепляясь, собираются в печеночные вены, впадающие в нижнюю полую вену.

Соединительная ткань внутри печени разделяет ее паренхиму на гексагональные дольки призматической формы – классические дольки. У ветви воротной вены, печеночной артерии, желчного протока – они вместе взятые образуют порталную зону (печеночную триаду).

Кровь поступает из центральных вен в печеночные вены, по которым оттекает в нижнюю полую вену. Через 1 гр. печеночной ткани в минуту проходит около 0,85 мл крови. В течение 1 часа вся кровь человека несколько раз проходит синусоидные капилляры печени.

Каждая печеночная клетка одной стороной контактирует с просветом желчного капилляра, другой соприкасается со стенкой кровеносного капилляра. Такое строение способствует осуществлению секреции гепатоцитов а двух направлениях: в желчные протоки желчь, в кровеносные капилляры – глюкозу, мочевины, белки, жиры, витамины и т.д.

Желчный пузырь – это резервуар для хранения желчи, грушевидной формы длиной 8-12 см. В нем различают дно, тело и шейку. Стенка желчного пузыря состоит из слизистой, мышечной, соединительно-тканной, серозной оболочек. Шейка переходит в пузырьный проток, по которому желчь попадает в пузырь и выделяется из него.

Пузырчатый проток, объединяясь, с общим печеночным образует общий желчный проток, который сливается с протоком поджелудочной железы и открывается вместе с ним на верхушке большого сосочка 12-перстной кишки. В места впадения общего желчного протока в 12-перстную кишку имеется сфинктер, регулирующий выбрасывание желчи. Вещества, содержащиеся в желчи, способствуют всасыванию жиров, а также стимулирует перистальтику кишечника.

Желчь имеет щелочную реакцию, окрашена в золотисто-желтый цвет. Желчь содержит желчные кислоты, желчные пигменты – холестерин, билирубин, которые образуются из продуктов распада гемоглобина.

У новорожденного печень больших размеров и занимает более половины объема брюшной полости. Масса равна 135 г, что составляет 4.0-4.5% массы тела (у взрослых – 2-3%). Желчный пузырь у новорожденного удлинённый (3.4 см), к 10-12 годам длина его возрастает примерно в 2-4 раза.

Поджелудочная железа вторая по величине железа пищеварительного тракта. Имеет серовато-красный цвет, дольчатая, расположена забрюшино. Она состоит из экзокринной и эндокринной частей. В сутки выделяет в 12-перстную кишку до 2 л пищеварительного сока (экзокрин), расщепляющие белки, жиры и углеводы. Под влиянием ферментов содержащихся в пищеварительном соке происходит переваривание пищи в кишечнике.

Эндокринную функцию выполняют железистые клетки – островки Лангерганса, которые выделяют в кровь гормон инсулин, глюкагон, регулирующие углеводный обмен.

Поджелудочная железа новорожденного очень мала, её длина составляет 4-5 см, масса равна 2-3 г. К 3-4 месяцам масса в 2 раза увеличивается, к трём годам достигает 20 г. К 10-12 лет масса железы равна 30 г.

Брюшина – это серозная оболочка, выстилающая стенки полости живота и переходящая на внутренние органы, образуя их наружную оболочку. Это соединительно-тканная оболочка, где расположены эластические волокна, покрытые мезотелием. Брюшина обладает большой всасывающей способностью. Мезотелий вырабатывает серозную жидкость, которая смазывает поверхности органов, уменьшая трение между ними.

Часть брюшины, выстилающей стенки живота называется париентальной (пристеночной) брюшиной, а покрывающая органы – висцеральной (внутренностной) брюшиной.

Полостью живота или брюшиной полостью называют выстланную внутрибрюшиной фасцией полость ограниченную сверху диафрагмой, спереди и с боков широкими мышцами живота, сзади поясничным отделом позвоночного столба. Внизу она переходит в полость таза, являющейся нижним отделом брюшной полости. Задний отдел полости живота носит название забрюшинного пространства – почки, мочеточники, надпочечники и некоторые нервы, и они спереди покрыты брюшиной.

Брюшная полость – это щелевидное пространство между париентальной и висцеральной брюшиной. Брюшная полость у мужчин замкнута, у женщин она сообщается с внутренней средой через маточные трубы, полость матки и влагалище.

Париентальная и висцеральная брюшины две части единой серозной оболочки, которые в разных местах переходят одна в другую, образуя складки. В зависимости от положения и строения эти складки брюшины называются брыжейками, связками и сальниками.

Брыжейка – это двойные листки брюшины, на которых некоторые органы (тощая и подвздошная кишки и др.) прикреплены к задней стенке живота. Между двумя листами брыжейки проходят кровеносные и лимфатические сосуды.

Связки складка брюшины, переходящая со стенки живота по внутренним органам или с органа на орган. Например, печеночно-желудочная и печеночно-дуоденальной связки.

Сальники представлены листами брюшины, между которыми находится жировая ткань. Различают большой и малый сальники. Малый сальник состоит из 2 связок, продолжающихся одна в другую, например, печеночно-желудочный и печеночно-12-перстный. Большой сальник начинается от большой кривизны желудка двумя листами брюшины, которые спускаются вниз до уровня лобкового симфиза, затем подворачиваются, и поднимаются вверх до поперечной ободочной кишки, отклоняется назад к задней стенке живота.

3. Пищеварение. Питательные вещества

Для нормальной деятельности человеческого организма необходимо постоянное поступление пищи – белков, жиров, углеводов, минеральных солей, витаминов, воды. Питательные вещества являются строительными материалами и источником энергии, необходимыми для замещения отмирающих клеток, для роста организма, отправления жизненных функций.

Пища в том виде, в каком она поступает в организм, не может всосаться в кровь и лимфу и быть использована для выполнения различных функций. Чтобы быть усвоенной организмом, пища в органах пищеварительной системы подвергается механической и химической обработке. Пища измельчается, перемешивается с пищеварительными соками, ферменты которых расщепляют питательные вещества на более простые элементы, которые всасываются и усваиваются организмом. Только вода, минеральные вещества (соли), витамины усваиваются в их натуральном виде.

Механическую и химическую обработку пищи и превращение ее в усваиваемые организмом вещества называют пищеварением.

Все химические соединения, которые используются в организме в качестве строительных материалов и источников энергии (белки, углеводы, жиры), называются питательными веществами.

Белки содержат в своем составе водород, кислород, углерод, азот, серу, фосфор и другие элементы. В желудке, тонкой кишке белки, поступающие в организм с пищей, расщепляются до аминокислот и их составляющих, которые всасываются и используются для синтеза специфических для человека белков. Из 20 аминокислот, необходимых человеку, девять называются незаменимыми (валин, гистидин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, треонин, триптофан, фенилаланин).

Углеводы, в состав которых входят водород, кислород, углерод, поступают в организм в виде овощей, фруктов, крахмала и другой растительной пищи. Сложно устроенные углеводы называют полисахаридами. При переваривании полисахариды расщепляются до растворимых в воде дисахаридов и моносахаридов. Моносахариды (глюкоза, фруктоза и др.) всасываются в кровь и используются в организме в качестве источника энергии и строительных материалов.

Жиры, состоящие из углерода, кислорода и водорода, имеют сложное строение. В процессе пищеварения жиры расщепляются на их составляющие – глицерин и жирные кислоты (олеиновую, пальмитиновую, стеариновую), которые в жирах находятся в различных сочетаниях и соотношениях. В организме жиры могут также синтезироваться из углеводов и продуктов расщепления белков. Некоторые жирные кислоты не могут образовываться в организме (олеиновая, а также арахидоновая, линолевая, линоленовая, которые содержатся в растительных маслах). Жиры входят в состав всех клеток, тканей, органов, а также служат богатыми запасами энергии.

Минеральные вещества также поступают в организм с пищей. Это соли, содержащие кальций, фосфор, калий, натрий, серу, хлор, железо, магний, йод. Многие другие элементы присутствуют в пище в малых количествах, поэтому их называют *микроэлементами*.

Для растущего организма минеральных солей требуется больше, чем для взрослого человека, так как они участвуют в образовании костной ткани, росте органов, входят в состав гемоглобина крови, желудочного сока, гормонов, клеточных мембран, нервных синапсов.

Вода, количество которой у взрослого человека достигает 65% общей массы тела, является составной частью тканевой жидкости, крови, внутренних сред организма.

Витамины, являющиеся сложными органическими соединениями, присутствуют в пище в малых количествах. Они необходимы для обменных процессов, их отсутствие, недостаток ведет к появлению специфических заболеваний – авитаминозов.

Расщепление (переваривание) белков, жиров, углеводов происходит с помощью *пищеварительных ферментов (соков)* – продуктов секреции слюнных, желудочных, тонкокишечных и толстокишечных желез, а также печени и поджелудочной железы. В течение суток в пищеварительную систему поступает примерно 1,5 л слюны, 2,5 л желудочного сока, 2,5 л кишечного сока, 1,2 л желчи, 1 л сока поджелудочной железы.

Они служат также ускорителями (катализаторами) биологических реакций – расщепления пищевых веществ. Выделяют ферменты, расщепляющие белки, – *протеазы*, расщепляющие жиры – *липазы*, расщепляющие углеводы – *амилазы*.

Пищеварение в полости рта. Механическая и химическая обработка пищи начинается в полости рта. Здесь пища измельчается, анализируются её вкусовые качества. Пища смачивается слюной и формируется пищевой комок.

В ответ на раздражения вкусовых, тактильных и температурных рецепторов, крупные и мелкие железы выделяют слюну.

Слюна представляет собой мутноватую жидкость слабощелочной реакции. Слюна содержит 98,5–99,5% воды и 1,5–0,5% сухого вещества. Основную часть сухого вещества составляет слизь – муцин. Чем больше в слюне муцина, тем она более вязкая и густая. Муцин способствует формированию, склеиванию пищевого комка и облегчает его проглатывание – поступление из полости рта в глотку. Помимо муцина, в слюне содержатся ферменты амилаза, мальтоза и ионы Na^+ , K^+ , Ca^+ , Cl^- и др. Под действием фермента амилазы в щелочной среде начинается расщепление углеводов до дисахаридов (мальтозы). Мальтаза расщепляет мальтозу до моносахаридов (глюкозы).

Глотание – это сложный рефлекторный акт. Пережеванная, смоченная слюной пища превращается в полости рта в пищевой комок, который движениями языка, губ и щек попадает на корень языка. Корень языка и мягкое нёбо имеют большое количество чувствительных нервных окончаний, раздражение которых пищей передается в продолговатый мозг к нейронам центра глотания (двойное ядро языкоглоточного и блуждающего нервов). Отсюда нервные импульсы по двигательным (эфферентным) нервным волокнам в составе этих нервов поступают к мышцам глотки и вызывают акт глотания. В этот момент вход в носовую полость закрывается мягким нёбом, надгортанник

закрывает вход в гортань, задерживается дыхание. Если человек во время еды разговаривает, то вход из глотки в гортань не закрывается, и пища может попасть в просвет гортани, в дыхательные пути. Вот почему во время еды нельзя разговаривать.

Из ротовой полости пищевой комок попадает в ротовую часть глотки. В это время продольные мышцы глотки (шилоглоточные, трубно-глоточные) поднимают глотку, как бы натягивают ее на пищевой комок, а круговые мышцы (констрикторы глотки), сокращаясь, проталкивают пищу из глотки в пищевод. Волнообразное сокращение мышц пищевода продвигает пищу в желудок. Весь путь от ротовой полости до желудка твердая пища проходит за 6–8 секунд, а жидкая – за 2–3 секунды.

Пищеварение в желудке. Пища, поступившая из пищевода в желудок, находится в нем до 4–6 часов. В это время под действием желудочного сока пища переваривается.

Желудочный сок, вырабатываемый железами желудка, представляет собой прозрачную бесцветную жидкость, имеющую кислую реакцию благодаря присутствию соляной кислоты (НС1), в количестве до 0,5% (рН – 0,9–1,5).

Желудочный сок содержит пищеварительные ферменты *пепсин, гастрин, липазу*. В желудочном соке много слизи – муцина. Благодаря наличию соляной кислоты желудочный сок обладает высокими бактерицидными свойствами. Поскольку железы желудка выделяют в течение суток 1,5 – 2,5 л желудочного сока, то пища в желудке превращается в жидкую кашу.

Ферменты пепсин и гастрин переваривают (расщепляют) белки до крупных частиц – полипептидов, не способных всосаться в капилляры желудка. Пепсин также створаживает казеин молока, который в желудке подвергается гидролизу.

Выделение желудочного сока начинается уже через 5–10 минут после начала еды. Стимуляторами выделения желудочного сока являются гормоны, выделяемые эндокриноцитами в стенках органов пищеварительной системы, особенно самого желудка и двенадцатиперстной кишки, а также всосавшиеся в кровь продукты переваривания пищи.

Выделяют два вида мышечных сокращений стенок желудка: перистолу и перистальтику.

При перистоле слизистая оболочка желудка плотно соприкасается с пищей, выделяемый желудочный сок сразу же смачивает пищу.

Перистальтические сокращения мускулатуры возникают в виде волн. Благодаря перистальтическим волнам пища в желудке перемешивается и продвигается к выходу из желудка в двенадцатиперстную кишку. Перемешивание пищи способствует лучшему её смачиванию желудочным соком и перевариванию.

Сокращения мускулатуры возникают и у пустого желудка. Это «голодные сокращения», появляющиеся через каждые 60–80 минут. Считают, что такого рода сокращения желудка вызываются чувством голода.

Продвижение пищи из желудка в тонкую кишку происходит благодаря перистальтическим волнам. Пища поступает из желудка в двенадцатиперстную кишку.

Пищеварение в тонкой кишке. Ферменты, выделяемые железами двенадцатиперстной кишки, играют активную роль в переваривании пищи. Секрет этих желез содержит муцин.

Панкреатический сок (секрет поджелудочной железы) бесцветный, имеет щелочную реакцию (рН 7,3–8,7). Он содержит различные пищеварительные ферменты, переваривающие белки, жиры, углеводы.

Секреция сока поджелудочной железы происходит рефлекторно в ответ на сигналы, идущие от рецепторов в слизистой оболочке полости рта, и начинается через 2–3 минуты после начала еды.

Секрецию пищеварительных ферментов поджелудочной железы стимулируют также гормоны секретин и панкреазимин, выделяемые эндокриноцитами двенадцатиперстной кишки в ответ на химические и механические раздражения пищей.

Желчь, образуемая в печени, имеющая золотисто-желтый цвет, содержит желчные кислоты, желчные пигменты, холестерин и другие вещества. В течение суток образуется 0,5–1,2 л желчи.

Желчеобразование и поступление желчи в двенадцатиперстную кишку стимулируется присутствием пищи в желудке и в двенадцатиперстной кишке, а также видом и запахом пищи и регулируется нервным и гуморальным путями. Из двенадцатиперстной кишки благодаря ее перистальтике пищевая кашица продвигается в тощую кишку, а затем в подвздошную кишку. Выделяемый кишечными железами в ответ на механические и химические раздражения кишечный сок (до 2,5 л в сутки) расщепляет пептиды до аминокислот, сахара – до глюкозы и фруктозы.

Окончательное переваривание пищи, и всасывание продуктов переваривания происходит по мере продвижения пищевых масс в направлении от двенадцатиперстной кишки в подвздошную кишку и далее к слепой кишке, т.е. продвигается в сторону толстой кишки.

Пищеварение в толстой кишке. Из тонкой кишки, не всосавшиеся в ее кровеносные и лимфатические капилляры остатки пищи через подвздошно-слепокишечное отверстие поступают в толстую кишку.

В толстой кишке всасываются вода, и остатки переваренной пищи, формируются каловые массы, которые удаляются из организма.

В толстой кишке благодаря перистальтическим и антиперистальтическим движениям ее мускулатуры пищевые массы задерживаются до двух суток. Это способствует более полному всасыванию воды и питательных веществ.

Всасывание. Продукты пищеварения – растворенные в воде питательные вещества, соли, витамины всасываются в кровеносные и лимфатические капилляры слизистой оболочки тонкой кишки. Многочисленные ворсинки слизистой оболочки и микроворсинки тонкой кишки образуют огромную всасывательную поверхность. Ворсинки работают как всасывающие микронасосы. Поэтому всасывание является активным процессом.

В толстой кишке всасывается вода, а также соли.

В желудке всасывается алкоголь, некоторые лекарственные вещества – снотворные, аспирин. Питательные вещества в желудке не всасываются, так как они в достаточной степени еще не переварены. Незначительное всасывание наблюдается уже в ротовой полости.

4. Регуляция пищеварения

Регуляция пищеварения глубоко и тщательно была изучена И.П. Павловым.

В функциональной системе регуляции процесса пищеварения важная роль принадлежит энтеральной нервной системе – ауэрбаховскому нервному сплетению. В его составе входят активизирующая нервная сеть, промежуточная и рецепторная системы.

Активизирующая нервная сеть сформирована из стандартных элементов – нейронов со спонтанной активностью. Она обеспечивает самостоятельную интегративную деятельность нервного сплетения кишечной трубки. Промежуточная система состоит из нейронов со спонтанной активностью, а также тех, которые находятся под контролем вегетативной нервной системы. В рецепторную систему входят механо- и термочувствительные нервные клетки. Они регулируют температуру и моторную деятельность пищеварительного тракта.

Высшим подкорковым центром регуляции кишечного пищеварения служит гипоталамус. Раздражителем хеморецепторов гипоталамуса являются «голодная» кровь. Гипоталамус может удовлетворить потребности, диктуемые «голодной» кровью, за счёт внутренних ресурсов организма, которые имеются в жировых и углеродных депо. Истощение этих ресурсов сопровождается формированием пищевой доминанты. В реальной жизни приём пищи происходит задолго до истощения пищевых ресурсов.

Вопросы для самоконтроля

1. Общее строение пищеварительной трубки.
2. Ротовая полость, глотка, пищевод, строение и функции.
3. Строение, функции желудка и возрастные особенности.
4. Отделы тонкой кишки. Строение ворсинок тонкой кишки.
5. Отделы толстой кишки, их место в брюшной полости. Перечислите отличия толстой кишки от тонкой.
6. Строение и функции печени.
7. Строение и функции желчного пузыря.
8. Строение и функции поджелудочной железы.
9. Пищеварение, роль пищеварительных ферментов в пищеварении.
10. Питательные вещества, их значение для организма человека.

ТЕМА 16. ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

ПЛАН

1. Значение дыхания.
2. Органы дыхания: строение, функции, возрастные особенности.
3. Механизм вдоха и выдоха.
4. Газообмен в легких и тканях.
5. Нервно-гуморальная регуляция.

1. Значение дыхания

Дыхание – это непрерывный обмен газов между организмом и окружающей его средой.

В организме постоянно совершаются окислительные процессы. Поступающий из окружающей среды кислород доставляется к клеткам, где он связывается с углеродом и водородом, которые отщепляются от высокомолекулярных органических веществ. Удаляемые из организма углекислый газ, вода, другие соединения содержат большую часть поступившего в организм кислорода. Меньшая часть кислорода входит в состав цитоплазмы клеток.

Кислород обеспечивает окислительные процессы, которые являются основными биохимическими процессами, освобождающими энергию. Поэтому жизнь организма без достаточного снабжения их тканей кислородом невозможна.

2. Органы дыхания: строение, функции, возрастные особенности

К органам дыхания относятся: полость носа, глотка, гортань, трахея, бронхи и легкие (рис. 16.1). Все органы дыхания (кроме легких) являются воздухоносными путями, они проводят воздух извне в легкие и из легких наружу. Легкие образуют дыхательную часть, поскольку в них происходит газообмен между воздухом и кровью.

Воздухоносные пути имеют в своих стенках или костную основу (носовая полость), или хрящи (гортань, трахея, бронхи). Поэтому эти органы сохраняют просвет, не спадаются. Слизистая оболочка воздухоносных путей покрыта мерцательным эпителием, реснички их клеток своими движениями изгоняют наружу вместе со слизью попавшие в дыхательные пути инородные частицы.

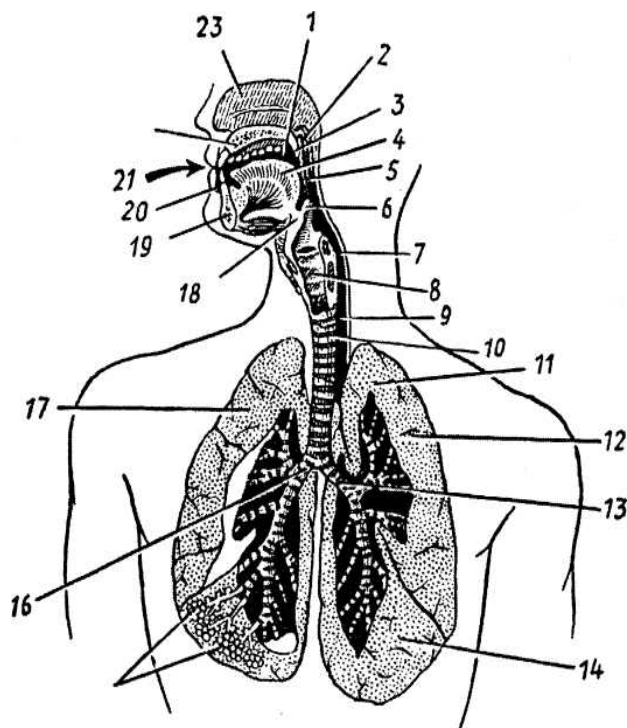


Рис. 16.1. Дыхательная система (схема)

1 – полость рта, 2 – носовая часть глотки, 3 – мягкое нёбо, 4 – язык, 5 – ротовая часть глотки, 6 – надгортанник, 7 – гортанная часть глотки, 8 – гортань, 9 – пищевод, 10 – трахея, 11 – верхушка легкого, 12 – верхняя доля левого легкого, 13 – левый главный бронх, 14 – нижняя доля левого легкого, 15 – альвеолы, 16 – правый главный бронх, 17 – правое легкое, 18 – подъязычная кость, 19 – нижняя челюсть, 20 – преддверие рта, 21 – ротовая щель, 22 – твердое нёбо, 23 – носовая полость

Полость носа (рис. 16.2) выполняет двоякую функцию: она является началом дыхательных путей и органом обоняния. Вдыхаемый воздух, проходя через полость носа очищается, согревается, увлажняется. Находящиеся во вдыхаемом воздухе пахучие вещества раздражают обонятельные рецепторы, в которых возникают обонятельные нервные импульсы.

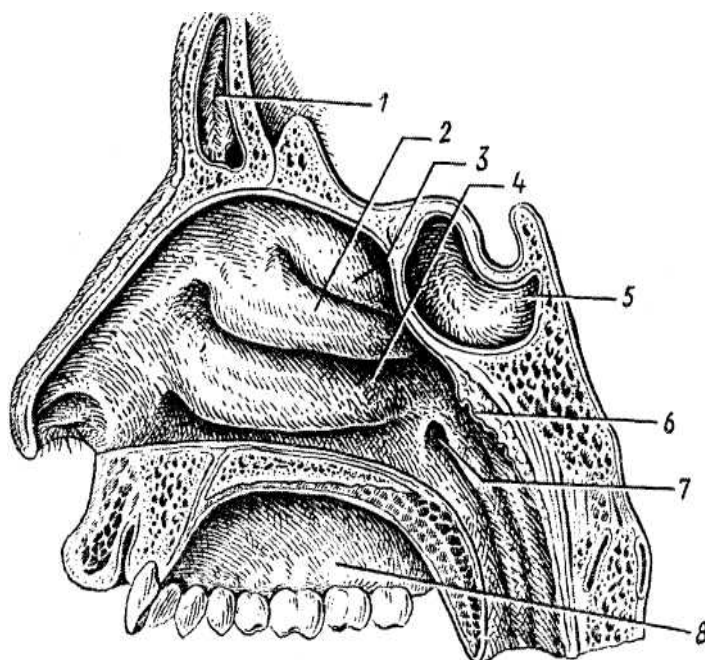


Рис. 16.2. Латеральная стенка полости носа

1 – лобная пазуха, 2 – средняя носовая раковина, 3 – верхняя носовая раковина, 4 – нижняя носовая раковина, 5 – клиновидная пазуха, 6 – глоточная миндалина, 7 – глоточное отверстие слуховой трубы, 8 – твердое нёбо

Спереди полость носа закрывает (и защищает) наружный нос. Спинка носа, имеющая костную основу, книзу переходит в его верхушку. Крылья носа (боковые его части) укреплены хрящевыми пластинками – хрящами крыльев носа.

Полость носа разделена перегородкой на правую и левую половины. Перегородка образована перпендикулярной пластинкой решетчатой кости и сошником. Сзади полость носа через отверстия – хоаны сообщается с верхним отделом глотки – носоглоткой. На боковых стенках располагаются три носовые раковины: верхняя, средняя и нижняя, свисающие в полость носа. Между раковинами находятся носовые ходы: верхний, средний и нижний. В слизистой оболочке, покрывающей верхние отделы полости носа (верхние носовые раковины и верхние носовые ходы), располагаются обонятельные рецепторы, воспринимающие различные запахи. Эта часть полости носа получила название обонятельной области. Зону нижних и средних носовых ходов называют дыхательной областью.

Слизистая оболочка полости носа богата кровеносными сосудами (венами), назначение которых – согревание вдыхаемого воздуха.

В носовую полость открываются воздухоносные придаточные полости (пазухи) носа: лобная, верхнечелюстная (гайморова пазуха), клиновидная, а также решетчатые лабиринты. Эти пазухи не только уменьшают вес черепа, но и служат резонаторами звуков, голоса.

Из полости носа вдыхаемый воздух через хоаны попадает в носоглотку. Затем, пройдя через ротовую часть глотки, где пересекает пищеварительный путь, попадает в гортань. В ротовую часть глотки поступает также воздух при дыхании через рот.

Возрастные особенности полости носа. У новорожденного полость носа низкая и узкая, носовые раковины относительно толстые, носовые ходы развиты слабо. К шести месяцам высота полости носа увеличивается до 22 мм и формируется средний носовой ход, к двум годам – нижний, после двух лет – верхний. К десяти годам полость носа увеличивается в длину в 1,5 раза, а к 20 годам – в 2 раза по сравнению с новорожденным. Из околоносовых пазух у новорожденного имеется только верхнечелюстная, она развита слабо. Остальные пазухи начинают формироваться после рождения. Лобная пазуха появляется на втором году жизни, клиновидная – к трем годам, ячейки решетчатой кости – к трем-шести годам. К 8-9 годам верхнечелюстная пазуха занимает почти все тело кости. Лобная пазуха к 5 годам имеет размер горошины. Размер клиновидной пазухи у ребенка 6-8 лет достигает 2-3 мм. Пазухи решетчатой кости в 7-летнем возрасте плотно прилежат друг к другу; к 14 годам они по строению похожи на решетчатые ячейки взрослого человека.

Гортань располагается в передней части шеи, ниже подъязычной кости (рис. 3). Впереди гортани располагаются поверхностные мышцы шеи, сзади – гортанная часть глотки. Гортань при помощи связок и мышц соединена с подъязычной костью. При глотании, разговоре, кашле гортань смещается вверх-вниз. Вверху гортань сообщается с глоткой, внизу переходит в трахею. Спереди и с боков к гортани прилежит щитовидная железа.

Скелетом гортани служат хрящи, соединенные друг с другом при помощи суставов и связок: щитовидный, переднещитовидный, черпаловидный и надгортанник.

Полость гортани подразделяется на три отдела: верхний, средний и нижний. Верхний отдел, суживающийся книзу до преддверных связок, называется преддверием гортани. Средний отдел находится между преддверными складками вверху и голосовыми складками внизу. Справа и слева между преддверными и голосовыми складками имеются углубления – правый и левый желудочки гортани. Нижний отдел гортани – подголосовая полость – располагается книзу от голосовых связок. Расширяясь книзу, подголосовая полость переходит в трахею.

Голосовые складки, покрытые слизистой оболочкой, образованы голосовыми связками и голосовыми мышцами, натянутыми между щитовидным хрящем впереди и черпаловидными хрящами сзади. Узкое сагиттальное пространство между голосовыми складками носит название голосовой щели. При прохождении выдыхаемого воздуха через голосовую щель голосовые складки колеблются, вибрируют и производят звуки.

При спокойном дыхании у взрослого человека ширина голосовой щели составляет 5 мм. При голосообразовании, особенно при пении, крике, голосовая щель расширяется до максимальных размеров – 15 мм. Более низкий голос у мужчин зависит от большей, чем у женщин и детей, длины голосовых связок. Натяжение голосовых связок, ширину голосовой щели во время дыхания и во время голосообразования регулируют мышцы гортани. Мышцами гортани являются голосовая и переднещитовидная, которые натягивают голосовые связки, сужают голосовую щель и расширяют ее, и др.

Возрастные особенности гортани. Гортань новорожденного имеет сравнительно большие размеры, она широкая, короткая, воронкообразная, располагается выше (на уровне III-V шейных позвонков), чем у взрослого человека. Вследствие высокого расположения гортани у новорожденных и детей грудного возраста надгортанник находится несколько выше корня языка.

Вход в гортань у новорожденного шире, чем у взрослого. Преддверие короткое. Голосовая щель заметно увеличивается в первые три года жизни ребенка, а затем – в период полового созревания. Мышцы гортани у новорожденного и в детском возрасте развиты слабо. Наиболее интенсивный их рост наблюдается в период полового созревания. Гортань быстро растет в течение первых 4-х лет жизни ребенка. В период полового созревания (после 10-12 лет) вновь начинается активный рост, который продолжается до 25 лет у мужчин и до 22-23 лет – у женщин.

Трахея, с которой сверху соединяется связками гортань, простирается от нижнего края VI шейного позвонка до верхнего края V грудного позвонка. Трахея имеет скелет в виде 16-20 хрящевых полуколец, не замкнутых сзади и соединенных кольцевыми связками. Задняя стенка трахеи, прилежащая к пищеводу, – перепончатая, построена из соединительной ткани и гладкомышечных пучков. Слизистая оболочка трахеи покрыта мерцательным эпителием, содержит много желез и лимфоидных узелков.

На уровне V грудного позвонка трахея делится на два главных **bronха** – правый и левый, направляющихся к воротам легких. Правый главный бронх короче и шире левого, он является как бы продолжением трахеи. Стенки главных бронхов имеют такое же строение, как и трахея, их скелет образован хрящевыми полукольцами. В воротах легких главные бронхи делятся на долевыe. В правом легком имеются три долевыe бронха, в левом – два. Долевыe бронхи делятся на сегментарные и другие, более мелкие, которые образуют в каждом легком 22-23 порядка ветвления. Разветвления в легком называют бронхиальным деревом. В стенках бронхов среднего диаметра гиалиновая хрящевая ткань сменяется эластическими хрящевыми пластинками. У мелких бронхов хрящевая ткань отсутствует вообще, но хорошо выражена гладкомышечная.

Возрастные особенности трахеи. У новорожденного длина трахеи составляет 3,2-4,5 см, ширина просвета в средней части – около 0,8 см. Перепончатая стенка трахеи относительно широкая, хрящи трахеи развиты слабо, они тонкие, мягкие. В пожилом возрасте (после 60 лет) хрящи трахеи становятся плотными, хрупкими.

После рождения ребенка трахея быстро растет в течение первых 6 месяцев, затем рост ее замедляется, и вновь ускоряется в период полового созревания и в юношеском возрасте (12-22 года). К 3-4 годам жизни ребенка ширина просвета трахеи увеличивается в два раза. Трахея у ребенка 10-12 лет вдвое длиннее, чем у новорожденного, а к 20-25 годам длина ее утраивается. Главные бронхи растут быстро на первом году жизни ребенка и в период полового созревания.

Правое и левое легкое (рис. 16.3) располагаются в грудной полости справа и слева от сердца и крупных кровеносных сосудов. Покрыты легкие серозной оболочкой, плеврой, образующей вокруг каждого легкого замкнутый плевральный мешок, плевральную полость. По форме легкое напоминает конус с уплощенной медиальной стороной, закругленной верхушкой и основанием, обращенным к диафрагме.

У каждого легкого выделяют три поверхности: реберную, диафрагмальную и средостенную. Реберная поверхность выпуклая, прилежит к внутренней поверхности грудной стенки, диафрагмальная – вогнутая, она прилежит к диафрагме, средостенная (медиальная) – уплощенная. На уплощенной поверхности находятся ворота легкого, через которые в легкие входят главный бронх, легочная артерия, нервы, а выходят легочные вены и лимфатические сосуды. Бронхи, сосуды, нервы образуют корень легкого.

Каждое легкое глубокими бороздами (щелями) разделено на доли. У правого легкого три доли: верхняя, средняя и нижняя, у левого легкого две доли – нижняя и верхняя. У долей выделяют сегменты (по 10 сегментов в каждом легком). В каждую дольку входит дольковый бронх диаметром 1 мм, который делится на концевые бронхиолы, а концевые – на дыхательные бронхиолы. Последние переходят в альвеолярные ходы, на стенках которых имеются миниатюрные выпячивания (пузырьки) – легочные альвеолы. Одна концевая бронхиола с ее разветвлениями – дыхательными бронхиолами, альвеолярными ходами и альвеолами – называется альвеолярным деревом, или легочным ацинусом (гроздь). Ацинус является структурно-функциональной единицей легкого, в нем происходит газообмен между протекающей по капиллярам кровью и воздухом альвеол.

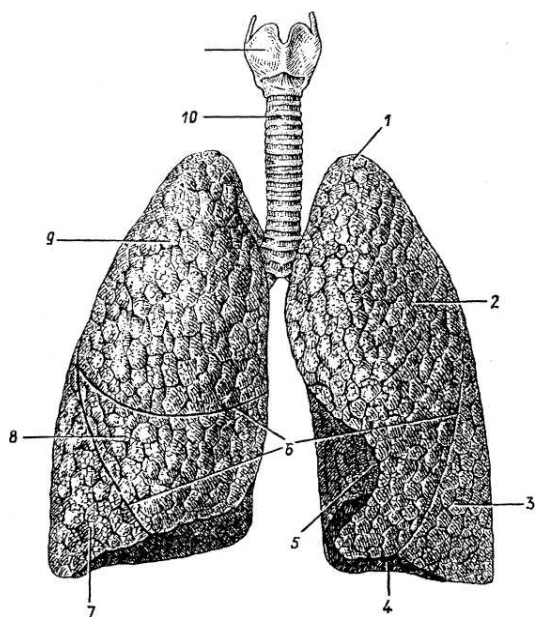


Рис. 16.3. Легкие. Вид спереди

1 – верхушка легкого, 2 – верхняя доля левого легкого, 3 – нижняя доля левого легкого, 4 – основание легкого, 5 – сердечная вырезка, 6 – междолевые щели, 7 – нижняя доля правого легкого, 8 – средняя доля правого легкого, 9 – верхняя доля правого легкого, 10 – трахея, 11 – гортань

Возрастные особенности легких. Легкие у новорожденного неправильной конусовидной формы, верхние доли относительно небольших размеров, средняя доля правого легкого по размерам равна верхней доле, а нижняя сравнительно велика. Бронхиальное дерево к моменту рождения в основном сформировано. На первом году жизни наблюдается его интенсивный рост. В период полового созревания рост бронхиального дерева снова усиливается. У людей 40-45 лет оно имеет наибольшие размеры. Возрастная инволюция бронхов начинается после 50 лет.

Легочные ацинусы у новорожденного имеют небольшое количество мелких легочных альвеол. В течение второго года жизни ребенка и позже ацинус растет за счет появления новых альвеолярных ходов и образования новых легочных альвеол в стенках уже имеющихся альвеолярных ходов.

Образование новых разветвлений альвеолярных ходов заканчивается к 7-9 годам, легочных альвеол – к 12-15 годам.

В процессе роста и разветвления легких после рождения ребенка увеличивается и их объем: в течение первого года жизни – в 4 раза, к 8 годам – в 10 раз, к 20 годам – в 20 раз по сравнению с объемом легких новорожденного.

Плевра – это серозная оболочка, которая покрывает легкие со всех сторон, прочно срастаясь с легочной паренхимой, и образует стенки плевральных полостей, в которых располагаются легкие. Плевра, покрывающая легкие, – легочная, висцеральная плевра, по корню легких переходит на стенки грудной полости, образует вокруг каждого легкого замкнутый плевральный мешок (правый и левый). Плевру, выстилающую стенки грудной полости, называют пристеночной, или париетальной. У париетальной плевры выделяют реберную плевру, прилежащую к ребрам, диафрагмальную и средостенную. Между париетальной и висцеральной плеврой имеется узкая щель – плевральная полость, содержащая небольшое количество серозной жидкости. Эта жидкость смачивает соприкасающиеся поверхности висцеральной и париетальной плевры, облегчает скольжение легких в плевральных полостях.

В местах перехода одной части плевры в другую имеются так называемые плевральные синусы, в которые заходят края легких только при максимальном вдохе. Наиболее глубоким синусом является реберно-диафрагмальный синус.

3. Механизм вдоха и выдоха

Благодаря ритмичному сокращению диафрагмы (8-18 раз в минуту) и других дыхательных мышц (наружных, межреберных, плечевого пояса, шеи), объем грудной клетки то увеличивается (при вдохе), то уменьшается (при выдохе). При расширении грудной клетки легкие пассивно растягиваются, давление воздуха в них понижается и становится ниже атмосферного (на 3-4 мм рт. ст.). Поэтому воздух извне через дыхательные пути устремляется в легкие – происходит вдох. Выдох осуществляется при расслаблении мышц вдоха и сокращении мышц выдоха (внутренние межреберные мышцы, мышцы передней брюшной стенки). Приподнятая и расширенная при вдохе грудная клетка в силу своей тяжести и при действии ряда мышц опускается. Растянутые легкие благодаря своей эластичности уменьшаются в объеме. При этом давление в легких резко возрастает, и воздух покидает их – происходит выдох.

Количество воздуха, находящееся в легких после максимального вдоха, составляет *общую емкость легких*. У взрослого человека она колеблется от 4200 до 6000 мл. Общая емкость легких состоит из жизненной емкости легких (ЖЕЛ) (3300-4800 мл) и остаточного объема воздуха (1110-1500 мл).

Жизненная емкость легких - наибольшее количество воздуха, которое можно выдохнуть после максимального вдоха. ЖЕЛ составляют три легочные объема:

1) *дыхательный объем* - количество воздуха, которое человек вдыхает и выдыхает при спокойном дыхании (400-500 мл).

2) *резервный объем вдоха* - количество воздуха, которое человек может дополнительно вдохнуть после нормального вдоха (1900-3200 мл).

3) *резервный объем выдоха* - количество воздуха, которое человек может дополнительно выдохнуть после спокойного выдоха.

У тренированных, физически развитых людей ЖЕЛ может достигать 7000-7500 мл. У мужчин среднего возраста ЖЕЛ варьирует в пределах 3,5-5 л, у женщин – 3-4 л. У детей 4-летнего возраста составляет 1200 мл, в 10 лет – 1600 мл, в 15 лет – 2600 мл.

Остаточный объем – объем воздуха, который остается в легких после максимального выдоха; он составляет 1,5-1,8 л.

Минутный объем дыхания (МОД) – количество воздуха, проходящее через воздухоносные пути каждую минуту. Величина МОД зависит от размеров тела, возраста, пола и от интенсивности протекания в организме окислительных процессов.

Постоянно происходящая вентиляция легких способствует поступлению в легкие свежего атмосферного воздуха и удалению из них воздуха «отработанного». Благодаря вентиляции легких в альвеолы доставляется кислород, а из них удаляется углекислый газ.

4. Газообмен в легких и тканях

В легких происходит газообмен между поступающим в альвеолы воздухом и протекающей по капиллярам кровью. Интенсивному газообмену между воздухом альвеол и кровью способствует малая толщина так называемого аэрогематического барьера. Он образован стенками альвеолы и кровеносного капилляра. Толщина барьера – около 2,5 мкм. Стенки альвеол построены из однослойного плоского эпителия, покрытого изнутри тонкой пленкой фосфолипида – сурфактантом, который препятствует слипанию альвеол при выдохе и понижает поверхностное натяжение.

Альвеолы оплетены густой сетью кровеносных капилляров, что сильно увеличивает площадь, на которой совершается газообмен между воздухом и кровью.

При вдохе концентрация (парциальное давление) кислорода в альвеолах намного выше (100 мм рт. ст.), чем в венозной крови (40 мм рт. ст.), протекающей по легочным капиллярам. Поэтому кислород легко выходит из альвеол в кровь, где он быстро вступает в соединение с гемоглобином эритроцитов. Одновременно углекислый газ, концентрация которого в венозной крови капилляров высокая (47 мм рт. ст.), диффундирует в альвеолы, где его парциальное давление ниже (40 мм рт. ст.). Из альвеол легкого углекислый газ выводится с выдыхаемым воздухом.

Таким образом, разница в давлении (напряжение) кислорода и углекислого газа в альвеолярном воздухе, в артериальной и венозной крови дает возможность кислороду диффундировать из альвеол в кровь, а углекислому газу из крови в альвеолы.

Благодаря особому свойству гемоглобина вступать в соединение с кислородом и углекислым газом кровь способна поглощать эти газы в значительном количестве. В 1000 мл артериальной крови содержится до 20 мл кислорода и до 52 мл углекислого газа. Одна молекула гемоглобина способна присоединить к себе 4 молекулы кислорода, образуя неустойчивое соединение – оксигемоглобин.

В тканях организма в результате непрерывного обмена веществ и интенсивных окислительных процессов расходуется кислород и образуется углекислый газ. При поступлении крови в ткани организма

гемоглобин отдает клеткам и тканям кислород. Образовавшийся при обмене веществ углекислый газ переходит из тканей в кровь и присоединяется к гемоглобину. При этом образуется непрочное соединение – карбогемоглобин. Быстрому соединению гемоглобина с углекислым газом способствует находящийся в эритроцитах фермент карбоангидраза.

Гемоглобин эритроцитов способен соединяться и с другими газами, например, с окисью углерода, при этом образуется довольно прочное соединение карбоксигемоглобин.

Недостаточное поступление кислорода в ткани (гипоксия) может возникнуть при недостатке его во вдыхаемом воздухе. Анемия – уменьшение содержания гемоглобина в крови – появляется, когда кровь не может переносить кислород.

При остановке, прекращении дыхания развивается удушье (асфиксия). Такое состояние может случиться при утоплении или других неожиданных обстоятельствах. При остановке дыхания, когда сердце еще продолжает работать, делают искусственное дыхание с помощью специальных аппаратов, а при их отсутствии – по методу «рот в рот», «рот в нос» или путем сдавливания и расширения грудной клетки.

5. Нервно-гуморальная регуляция

Функция дыхания направлена на поддержание оптимального снабжения тканей кислородом и удаление из организма углекислого газа. Дыхание имеет жизненно важное значение, так как окислительные процессы в организме совершаются непрерывно, а внутренних резервов в организме практически нет. Для функции дыхания характерны большая подвижность и изменчивость. Это сказывается в довольно широком диапазоне индивидуальных колебаний частоты и глубины дыхания, а также чрезвычайной чувствительности дыхания к малейшим изменениям внутренней и внешней среды. Дыхание теснейшим образом связано с функциями кровообращения, кислородной емкостью крови и регуляцией кислотно-щелочного равновесия.

Приспособление дыхания к потребностям организма называется регуляцией дыхания. Она проявляется в регуляции движений грудной клетки – регуляции легочной вентиляции, а также регуляции состояния гладкой мускулатуры бронхиального дерева. Гладкие мышцы бронхов иннервируются симпатическими и блуждающими нервами. При возбуждении симпатических нервов гладкие мышцы бронхов расслабляются. Возбуждение блуждающих нервов вызывает спазм бронхов. Регуляция состояния бронхиальных мышц может быть рефлекторной и гуморальной. Она направлена на изменение сопротивления дыханию.

Функция дыхания – вегетативная функция, но в эфферентном звене регуляции легочной вентиляции ведущую роль выполняет соматическая нервная система, так как рабочими органами, ответственными за вентиляцию легких, являются скелетные мышцы. Дыхательные движения грудной клетки связаны с сокращением и расслаблением дыхательных мышц: диафрагмы, наружных межреберных (вдыхательных) и внутренних межреберных (выдыхательных) мышц. Двигательные ядра эфферентных нервов, иннервирующих дыхательные мышцы, расположены в спинном мозге. Ядро диафрагмального нерва локализуется в III-VI шейных сегментах, ядра межреберных нервов – в грудных сегментах спинного мозга. Импульсы, идущие от мотонейронов спинного мозга, вызывают возбуждение и сокращение дыхательных мышц, но эти центры не могут обеспечить регуляцию дыхания. Такой вывод позволяют сделать результаты опыта с послышной перерезкой мозга. Поперечная перерезка на границе между продолговатым и спинным мозгом сопровождается прекращением дыхания, хотя мотонейроны спинного мозга, дающие эфферентные нервные волокна к дыхательным мышцам, остались целыми и сохранили свои связи с эффекторами. При перерезке спинного мозга на уровне нижних шейных сегментов прекращается реберное дыхание и сохраняется диафрагмальное. При перерезке выше продолговатого мозга сохраняется ритмическое дыхание.

Как установил И.М. Сеченов, дыхательный центр продолговатого мозга может возбуждаться автоматически. Причина ритмических автоматических разрядов в дыхательном центре окончательно не определена. Вероятнее всего, автоматическое возбуждение дыхательного центра обусловлено процессами обмена веществ, протекающими в нем самом, и его высокой чувствительностью к углекислоте, которая может накапливаться в процессе обмена.

При сохранении афферентных и эфферентных связей ствола мозга с другими отделами центральной нервной системы и с рецепторными приборами тела, а также при сохранении кровообращения деятельность дыхательного центра регулируется нервными импульсами, приходящими от рецепторов легких, сосудистых рефлексогенных зон, дыхательных и других скелетных мышц, а также импульсами из вышележащих отделов центральной нервной системы и, наконец, гуморальными влияниями.

В регуляции дыхания принимают участие также и многие другие отделы центральной нервной системы. Однако роль разных нервных центров в регуляции дыхания неодинакова. Дыхательный центр

продолговатого мозга является абсолютно необходимым для осуществления ритмической смены фаз дыхания, при его разрушении дыхание прекращается.

Промежуточный мозг, его гипоталамический отдел, обеспечивает связь дыхания с другими вегетативными функциями, в частности, с изменениями обмена веществ и кровообращения. Интенсивность дыхания и кровообращения в организме приспособляется к имеющемуся в данный момент уровню метаболизма. Большим полушариям головного мозга принадлежит особая роль в связи с тем, что они обеспечивают всю гамму тончайших приспособлений дыхания к потребностям организма из-за непрерывных изменений условий жизнедеятельности и внешней среды. Способность коры больших полушарий влиять на процессы внешнего дыхания является общеизвестным фактором. Человек может произвольно изменять ритм и глубину дыхательных движений, а также задерживать дыхание на 30-60 секунд и более.

В легочной ткани и в висцеральной плевре расположены механорецепторы – чувствительные нервные окончания блуждающих нервов, адекватным раздражителем для которых является растяжение. При вдохе происходит растяжение легких и раздражение механорецепторов. По блуждающим нервам импульсы поступают в дыхательный центр, где возбуждают экспираторные нейроны и тормозят инспираторные. Вдох сменяется выдохом. При спокойном выдохе наблюдается умеренное спадение легочной ткани, раздражение рецепторов, растяжение прекращается. Прекращается и импульсация, возбуждающая центр выдоха и тормозящая центр вдоха. Под влиянием углекислого газа центр вдоха возбуждается и выдох сменяется вдохом.

С рецепторов верхних дыхательных путей могут осуществляться рефлекторные реакции двух типов:

- 1) рефлекторная реакция глубины и частоты дыхания;
- 2) защитные рефлексы.

Адекватными раздражителями для механорецепторов слизистой, мышц, надхрящницы верхних дыхательных путей, вызывающими рефлекторные изменения глубины и частоты дыхания, является скорость и направление движения струи воздуха, изменение давления в воздухоносных путях при вдохе и выдохе. Аfferентные нервные волокна с рефлексогенной зоны верхних дыхательных путей идут в составе тройничных, верхних и нижних гортанных нервов; эfferентные – в составе вегетативных нервов, иннервирующих мускулатуру верхних дыхательных путей, и в составе двигательных нервов дыхательных мышц грудной клетки и диафрагмы.

Таким образом, движение воздуха через верхние дыхательные пути облегчает развитие вдоха и выдоха и способствует ритмической смене фаз дыхания.

Неадекватное механическое или химическое раздражение слизистой дыхательных путей может вызывать защитные рефлекторные реакции, способствующие удалению раздражителя (кашель, чихание) или препятствующие его попаданию в бронхи и легкие (закрытие входа в гортань, спазм голосовых связок, спазм бронхов, кратковременная остановка дыхания).

Рецепторное поле кашлевого рефлекса – слизистая всего дыхательного тракта от глотки до бронхов, а рефлекса чихания – слизистая носа.

В ответ на раздражение соответствующего рецепторного поля происходит рефлекторный спазм голосовых связок, закрытие голосовой щели и одновременно сокращение дыхательных мышц. В легких и бронхах создается высокое давление, при котором раскрывается голосовая щель, и воздух из дыхательных путей толчком с большой скоростью выбрасывается наружу через рот при кашле и через нос при чихании.

Роль кислорода и двуокиси углерода в регуляции дыхания.

Уровень легочной вентиляции определяется прежде всего потребностями организма поддерживать нормальное напряжение кислорода и углекислого газа в артериальной крови при любом уровне тканевого метаболизма и органного кровообращения. В связи с этим в регуляции дыхания большая роль принадлежит двуокиси углерода и кислороду.

Дыхание может учащаться и углубляться при гиперкапнии (повышенном напряжении углекислого газа) и гипоксемии (пониженном напряжении кислорода) или урежаться и уменьшаться по глубине при гипокапнии (пониженном напряжении углекислого газа).

Повышение напряжения углекислого газа в крови может вызывать возбуждение дыхательного центра путем воздействия на хеморецепторы артериальных рефлексогенных зон и на специализированные хеморецепторные клетки, расположенные на вентральной поверхности продолговатого мозга.

Прямое возбуждающее действие углекислого газа на хеморецепторы продолговатого мозга доказано путем различных экспериментов. Например, при действии углекислого газа на изолированный продолговатый мозг кошки наблюдалось увеличение частоты электрических разрядов, что свидетельствовало о возбуждении дыхательного центра.

Рефлекторное действие двуокиси углерода на дыхательный центр показано на животных с изолированной каротидной рефлексогенной зоной. Повышение напряжения углекислого газа, перфузирующее

изолированный каротидный синус, связанный с организмом только афферентными нервными волокнами, приводит к усилению дыхательных движений, а при понижении напряжения углекислого газа дыхание тормозится.

Артериальные хеморецепторы ответственны за начальную фазу гипервентиляции при гиперкапнии. Дальнейшее увеличение глубины и частоты дыхания поддерживается раздражением хеморецепторных клеток продолговатого мозга.

Недостаток кислорода вызывает усиление и главным образом учащение дыхательных движений только через возбуждение хеморецепторов сосудистых рефлексогенных зон. Если в организме сочетаются явления гиперкапнии и гипоксемии, то усиление дыхания в этом случае может быть значительно больше того, которое можно ожидать исходя из законов арифметического суммирования. В этом случае говорят о гипоксически-гиперкапническом взаимодействии.

Таким образом, с медуллярных и артериальных хеморецепторов управление дыханием осуществляется по принципу отрицательной обратной связи – отклонения в регулируемых параметрах (напряжение углекислого газа и кислорода) воздействуют через рецепторы на дыхательный центр и вызывают изменения в легочной вентиляции, приводящие к изменению возникших отклонений.

Любая форма мышечной деятельности сопровождается ускорением метаболизма, возрастанием потребностей организма в кислороде, поэтому она всегда сопровождается изменением частоты и глубины дыхания, значительным (иногда в 10-20 раз) увеличением минутного объема дыхания.

Одним из наиболее важных факторов, приводящих к приспособлению дыхания к новым условиям жизнедеятельности при мышечной работе, является возрастание афферентной импульсации в мозг с проприорецепторов работающих мышц. Ее значение в регуляции дыхания доказывается усилением легочной вентиляции при пассивных движениях конечностей, при работе мышц конечностей с наложенным жгутом, исключающим поступление в общее кровеносное русло углекислого газа и других продуктов обмена.

Усиление афферентной импульсации с проприорецепторов может рассматриваться как сигнал о возможном наступлении несоответствия минутного объема дыхания уровню энергетических процессов, о возможном отклонении напряжения углекислого газа и кислорода от нормального уровня, т.е. как сигнал возмущения. На основе такого сигнала и перестраивается работа дыхательного центра. Конечно,

в этих условиях перестройка функции дыхательного центра определяется высшими отделами центральной нервной системы: промежуточным мозгом, лимбической системой и новой корой.

Вопросы для самоконтроля

1. Значение дыхания. Механизм вдоха и выдоха.
2. Верхние дыхательные пути.
3. Строение, функции и возрастные особенности легких.
4. Ацинус – структурная функциональная единица легких.
5. Газообмен в легких и тканях.
6. Нервно-гуморальная регуляция дыхания.
7. Какова роль кислорода и двуокиси углерода в регуляции дыхания.

ТЕМА. 17. МОЧЕПОЛОВАЯ СИСТЕМА

ПЛАН

1. Мочевые органы: строение, функции, возрастные особенности.
2. Мужские и женские половые органы: строение, функции, возрастные особенности.

1. Мочевые органы: строение, функции, возрастные особенности

Мочеполовая система объединяет в себе мочевые и половые органы. Они тесно связаны друг с другом по своему развитию и, кроме того, их выводные протоки соединяются или в одну большую мочеполовую трубку (мочеиспускательный канал у мужчин), или открываются в одно общее пространство (преддверие влагалища у женщин) (рис.17.1).

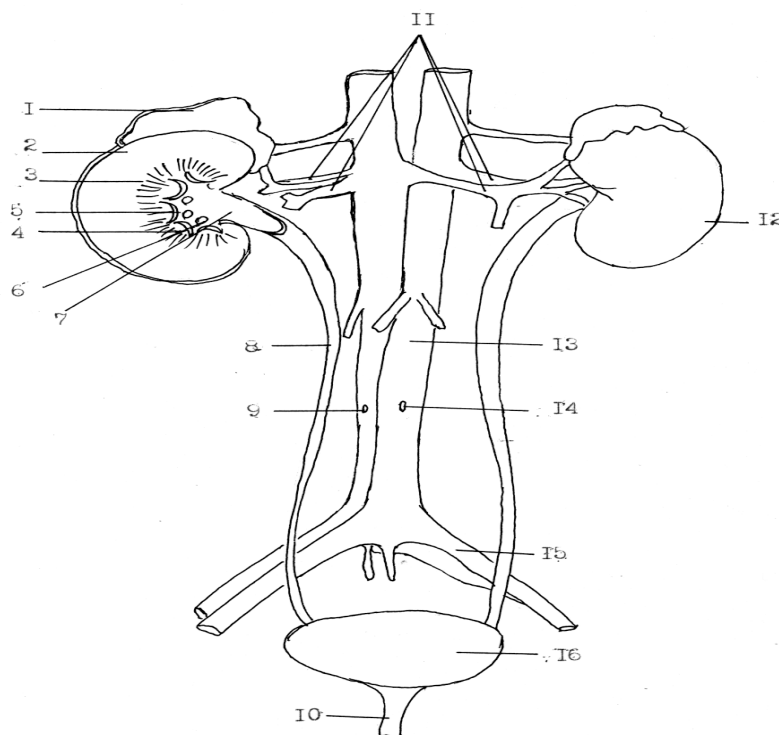


Рис 17.1. Схема мочевого выделительного аппарата человека

1 – надпочечник; 2 – корковое вещество; 3 – пирамида; 4 – мозговое вещество; 5 – малая чашечка; 6 – большая чашечка; 7 – почечная лоханка; 8 – мочеточник; 9 – нижняя полая вена; 10 – мочеиспускательный канал; 11 – почечные артерии и вены; 12 – левая почка; 13 – аорта; 14 – нижняя брыжеечная вена; 15 – подвздошная артерия и вена; 16 – мочевой пузырь.

Мочевые органы включают парные органы - почек и мочевыводящие пути.

Почка - парный орган, имеющий размер около 10х5х4 см и массу приблизительно 150 г, расположенный в поясничной области. Почки проецируются на переднюю стенку живота в пределах собственно надчревной и подреберной областей. Почки располагаются по бокам от позвоночника на уровне с XII грудного до II (иногда III) поясничного позвонка.

Строение почек. В почке различают: переднюю и заднюю поверхности; верхний и нижний концы; медиальный и латеральный края.

Латеральный край почки имеет выпуклую поверхность на всем протяжении.

Медиальный край в верхней и нижней трети также выпуклый, а в середине имеет вырезку, в которой заключены ворота, переходящие в почечную пазуху.

Передняя поверхность почек более выпуклая, чем задняя. Почечная ножка, подходящая к почечным воротам состоит (перечисляя спереди назад) из почечной вены, почечной артерии и почечной лоханки. Иногда (30 % случаев) почечных артерий может быть несколько.

Паренхима почки. За покрывающей почечную паренхиму фиброзной капсулой располагается паренхима почки, которая делится на корковое и мозговое вещество.

Корковое вещество располагается снаружи от основания пирамид, заходит между пирамидами в виде почечных столбов, содержит почечные тельца, проксимальные и дистальные извитые канальцы.

Мозговое вещество состоит из 10-15 почечных пирамид, основание которых направлено к наружной поверхности почек, а вершина - в сторону почечной пазухи. Почечные пирамиды содержат прямые канальцы, петли нефрона и собирательные канальцы, открывающиеся на сосочках.

Каждый почечный сосочек, образованный соединением вершущек двух - трех пирамид, охватывает воронкообразная малая почечная чашечка. Несколько малых почечных чашечек, сливаясь, образуют большую почечную чашечку. Две - три большие почечные чашечки, объединяясь образуют почечную лоханку. **Почечная лоханка** имеет воронкообразную форму, широкая часть которой направлена к воротам почки, а суженная переходит в мочеточник.

Паренхима почки подразделяется на доли и сегменты.

Каждая почечная пирамида с окружающим корковым веществом формирует почечную долю. Почечные доли бывают хорошо различимы в раннем детском возрасте, затем границы между ними постепенно сглаживаются.

Структурно-функциональной единицей почки является **нефрон**. В каждой почке насчитывают около миллиона нефронов. Нефрон состоит из капсулы Боумена-Шумлянского и почечного канальца. Капсула расположена в корковом слое. Она представляет собой чашечку, стенка которой состоит из двух слоев эпителиальных клеток. Между этими слоями находится щелевидное пространство - полость капсулы. Внутри капсулы расположен клубочек капилляров. От капсулы отходит извитой каналец I порядка. Он опускается в мозговой слой, там образует петлю Генле, затем возвращается в корковый слой, получая название извитого канальца II порядка. Последний впадает в собирательную трубочку нефрона. Собирательные трубочки сливаются, образуя более крупные выводные протоки. Они проходят через мозговое вещество и открываются на вершинах пирамид.

В капсулы нефронов входят приносящие артериолы и распадаются на капилляры, образуя мальпигиев клубочек. Капилляры собираются в выносящую артериолу, диаметр которой в два раза меньше диаметра приносящей артериолы. Выносящая артериола вновь распадается на сеть капилляров, оплетающих извитые канальцы и петлю Генле. После этого капилляры образуют вены, впадающие в почечную вену. Следовательно, в почке имеются две системы капилляров, что связано с функцией мочеобразования.

Мочеточник - парный орган, осуществляющий выведение вторичной мочи из почек и соединяющий почечную лоханку с мочевым пузырем, имеет форму трубки длиной 30-35 см и диаметром 5-10 мм. Мочеточники опускаются по большой поясничной мышце вместе с бедренно-половым нервом.

Мочеточник делят на брюшную часть - от почечной лоханки до пограничной линии и тазовую часть, расположенную в малом тазу.

Мочеточник имеет три сужения, где его диаметр уменьшается на 2-3 мм: при переходе лоханки в мочеточник, у пограничной линии и перед впадением в мочевой пузырь.

У женщин мочеточник короче на 2-3 см и отношения его нижней части к органам иные, чем у мужчин. В женском тазу мочеточник идет вдоль свободного края яичника, затем у основания широкой связки матки ложится латерально от шейки матки, проникает в промежуток между влагалищем и мочевым пузырем и прободает стенку последнего в косом, как и у мужчин направлении. Стенка мочеточника состоит из трех слоев. Наружный образован соединительной тканью, внутренний покрыт переходным эпителием, а у места впадения мочеточника в пузырь имеется наружный продольный слой мышц, который тесно связан с мускулатурой пузыря и участвует в выбрасывании мочи в пузырь.

Стенка мочеточника обладает большой способностью к растяжению, поэтому в нормальных условиях моча поступает в мочевой пузырь не непрерывно, а периодически, по мере накопления ее в мочеточнике и расширении последнего.

Мочевой пузырь - резервуар для скопления мочи, которая периодически выводится через мочеиспускательный канал. Вместимость мочевого пузыря в среднем 500-700 мл и подвержена большим индивидуальным колебаниям. Форма мочевого пузыря и его отношение к окружающим органам значительно изменяются в зависимости от его наполнения. Когда мочевой пузырь пуст, он лежит целиком в полости малого таза. При его наполнении мочой верхняя часть, изменяя форму и величину, поднимается выше лобка, доходя в случаях сильного растяжения до уровня пупка. Когда мочевой пузырь наполнен мочой, он имеет яйцевидную форму.

В мочевом пузыре различают верхушку, тело и дно, переходящее в мочеиспускательный канал. От верхушки пузыря к пупку тянется срединная пупочная связка - облитерированный мочевой проток.

На дне мочевого пузыря находятся два мочеточниковых отверстия, между ними располагается мочеточниковая складка, образующая основание мочепузырного треугольника, вершину указанного треугольника образует внутреннее отверстие мочеиспускательного канала.

У мужчин ко дну мочевого пузыря (вокруг его шейки) прилежит предстательная железа. Сзади ко дну мочевого пузыря прилегают семенные пузырьки, ампулы семявыносящих протоков, мочеточники.

У женщин шейка мочевого пузыря лежит на мочеполовой диафрагме. От шейки мочевого пузыря к лобковому симфизу тянутся лобково - пузырьные связка и мышца. Дно мочевого пузыря сзади срастается с передней стенкой влагалища и шейки матки.

Возрастные особенности мочевого пузыря

Мочевой пузырь новорожденных имеет веретенообразную форму, значительная его часть расположена выше симфиза. От верхушки пузыря к пупку тянется мочевой проток. Веретенообразную форму пузырь сохраняет до 1,5 лет, к 10 годам он приобретает яйцевидную форму и к 15 годам - форму пузыря взрослого.

2. Мужские и женские половые органы: строение, функции, возрастные особенности

Мужская половая система представлена семенниками (яичками), семявыносящими протоками, придаточными половыми железами (предстательная железа, семенные пузырьки) и половым членом.

Яичко расположено в мошонке, специальном кожно-мышечном мешке, расположенном вне полости таза. Яичко покрыто плотной белочной оболочкой, имеет овальную форму. Средний размер яичка составляет 4х3х2 см. В яичке выделяют латеральную и медиальную поверхности, передний и задний края, верхний и нижний концы. В семенниках образуются **сперматозоиды** и вырабатываются половые гормоны. Зрелые сперматозоиды выталкиваются в результате мышечных сокращений из семенника в семявыносящий проток. Затем они смешиваются с секретом предстательной железы и семенных пузырьков и образуют семенную жидкость- **сперму**. Семенная жидкость поступает наружу через мочеиспускательный канал. Этот канал проходит внутри полового члена.

Мужской мочеиспускательный канал представляет собой трубку около 18 см длиной, простирающийся от мочевого пузыря до наружного отверстия мочеиспускательного канала. Мочеиспускательный канал проходит через различные образования, поэтому в нем различают три части: предстательную, перепончатую и губчатую.

Семявыносящий проток представляет собой продолжение протока яичка. Он тянется до предстательной железы, где, соединившись с протоком семенного пузырька, переходит в семявыносящий проток. В семявыносящем протоке выделяют четыре части: яичковая часть, канатиковая часть, паховая часть и тазовая часть. Внешний диаметр семявыносящего протока составляет 2-3 мм, внутренний- 0,3 мм и на разрезе имеет звездчатую форму

Предстательная железа расположена в подбрюшинной полости таза между мочеполовой диафрагмой и шейкой мочевого пузыря. Предстательная железа окружает собой начальную часть мочеиспускательного канала, а своим основанием прирастает к мочевому пузырю. По форме ее сравнивают с каштаном или усеченным конусом. В предстательной железе выделяют основание, верхушку, переднюю, заднюю и нижнелатеральные поверхности. Толщину железы прободает в косом направлении предстательная часть мочеиспускательного канала, куда открывается 30-35 протоков предстательной железы. Размеры предстательной железы весьма переменны. Чаще всего поперечный размер предстательной железы составляет 4 см., продольный - 3 см, переднезадний - 2 см.

Семенные пузырьки - парные образования длиной 6-7 см, представляющие собой полую трубку, имеющую бухтообразные выпячивания. Они расположены в малом тазу и прилегают к задней поверхности дна мочевого пузыря, располагаясь снаружи от ампул семявыносящих протоков. Продольная ось пузырьков направлена сверху вниз и снаружи внутрь.

Семенные пузырьки подразделяются на два отдела: тело семенного пузырька и суженную часть- шейку. Семенные пузырьки лежат между двумя образованиями, изнутри они ограничены семявыносящим протоком, снаружи - мочеточником.

Половой член состоит из двух пещеристых тел и губчатого тела. Пещеристые и губчатые тела полового члена покрыты плотной белочной оболочкой, от которой в глубину тел полового члена отходят отростки- трабекулы, между ними располагаются ячейки.

Пещеристые тела полового члена начинаются ножками от внутренней поверхности нижних ветвей лобковых костей. На уровне лобкового сращения ножки полового члена соединяются с образованием перегородки полового члена.

Губчатое тело полового члена лежит в бороздке между пещеристыми телами и образует уретральную поверхность полового члена. Губчатое тело на всем протяжении пронизано мочеиспускательным каналом.

Кожа полового члена эластичная, подвижная, содержит множество сальных желез. За шейкой головки полового члена расположена **крайняя плоть** - складка кожи, обычно свободно надвигающаяся на головку и ее закрывающая. Внутренняя поверхность крайней плоти содержит железы крайней плоти, выделяющие особый секрет - **препуциальную смазку**.

Кровоснабжение полового члена осуществляют глубокая и тыльная артерии полового члена- ветви внутренней половой артерии. Кровоотток от полового члена происходит по глубокой дорсальной вене полового члена в предстательное венозное сплетение и по поверхностным дорсальным венам полового члена через наружные половые вены в бедренную вену.

Женская половая система состоит из двух отделов: расположенных в тазу внутренних половых органах - яичников, маточных труб, матки и влагалища, и наружных- больших и малых половых губ, клитора и девственной плевы.

Яичник - парный орган, является женской половой железой. Яичник имеет медиальную и латеральную поверхности, свободный и брыжеечный края, трубный и маточный концы. На брыжеечном крае яичника расположены ворота, через которые входят сосуды. От маточного конца яичника к рогу матки тянется собственная связка яичника.

Яичник расположен в яичниковой ямке, ограниченной спереди широкой связкой матки, сзади - складкой брюшины. Брюшинного покрова яичник лишен почти полностью, за исключением небольшого участка между свободным и брыжеечным краем, к которому прикрепляется кольцевидная полоска брюшины (*кольцо Фара - Вальдейера*), укрепляющая яичник в заднем листке широкой связки матки.

Кровоснабжение яичника. В кровоснабжении яичника принимают участие следующие артерии:

Яичниковая артерия

Яичниковые ветви маточной артерии, подходящие к яичнику со стороны его маточного конца.

Кровоотток от яичника происходит:

По яичниковым венам, из которых правая впадает в нижнюю полую вену, а левая - в почечную вену.

В маточное венозное сплетение и далее по маточным венам во внутреннюю подвздошную вену.

Маточная труба представляет собой парный проток, по которому яйцеклетки с поверхности яичника проводятся в полость матки. Длина трубы в среднем равна 10-12 см, причем правая труба обычно несколько длиннее левой. Достигнув стенки таза, труба огибает яичник, идет кверху вдоль его переднего края, затем назад и вниз, соприкасаясь с медиальной поверхностью яичника.

В трубе различают следующие отделы: часть канала, заключенного в стенке матки; перешеек - ближайший к матке равномерно суженный отдел (внутренняя треть трубы) диаметром около 2-3 мм; ампулу - следующий за перешейком наружи отдел, увеличивающийся постепенно в диаметре, и воронку, которая является непосредственным продолжением ампулы и представляет собой воронкообразное расширение трубы, края которой снабжены многочисленными отростками неправильной формы - бахромками.

Кровоснабжение маточных труб осуществляют маточная и яичниковая артерии. Венозная кровь оттекает от маточной трубы по яичниковым венам в нижнюю полую вену справа и левую почечную вену слева. Другое направление оттока от маточных труб - через маточное венозное сплетение, окружающее шейку матки, кровь от него оттекает по маточным венам во внутреннюю подвздошную вену.

Матка - непарный полый мышечный орган, расположенный в полости таза между мочевым пузырем спереди и прямой кишкой сзади. Поступающее в полость матки через маточные трубы яйцо в случае оплодотворения подвергается здесь дальнейшему развитию до момента удаления зрелого плода при родах. Кроме генеративной функции матка выполняет также менструальную. В матке выделяют дно, тело, перешеек и шейку. Полость матки - щель треугольной формы, основанием обращенная ко дну, где в области рогов открываются маточные отверстия труб, а от перешейка до отверстия матки тянется канал шейки матки, соединяющий полость матки с просветом влагалища.

Влагалище представляет собой мышечную трубку длиной 8-10 см., которая идет от матки наружу и служит для поступления семени и в качестве родового канала. Вход во влагалище расположен между кожными складками- половыми губами (большими и малыми). У передней точки соединения половых губ находится **клитор** - чувствительный орган величиной с горошину. Вход во влагалище у девушек закрыт соединительнотканной пленкой - **девственной плевой**. Рядом с входом во влагалище находится отверстие мочеиспускательного канала.

Возрастные особенности. У новорожденной девочки в грудном возрасте и в период раннего детства (до трех лет) матка имеет цилиндрическую форму и уплощена в переднезаднем направлении. В период второго детства (8- 12 лет) матка становится округлой, ее дно расширяется. В подростковом возрасте она становится грушевидной, и эта форма сохраняется и у взрослой женщины. Длина матки у новорожденной достигает 3,5 см, к 10 годам она увеличивается до 5- 5,5 см. У взрослой женщины длина матки равна 6-8 см. В период второго детства длина тела матки и шейки матки почти одинакова. В подростковом возрасте длина тела матки увеличивается, а в юношеском возрасте она достигает 5 см.

Масса матки возрастает вначале медленно, а затем быстро. У новорожденной она равна 3-6 г, в подростковом возрасте (12-15 лет)- примерно 16,5г, а в 16-20 лет- 20-25г. Максимальную массу (45 - 80г) матка имеет у женщин в возрасте 30-40 лет, а после 50 лет - постепенно уменьшается.

У новорожденной канал шейки матки широкий, обычно он содержит слизистую пробку. Маточные железы немногочисленны, но по мере увеличения возраста девочки их количество увеличивается, строение усложняется, а к периоду полового созревания они становятся разветвленными. Мышечная оболочка матки, слабо развитая у новорожденных, утолщается в процессе роста матки, особенно после 5-6 лет.

У новорожденных девочек матка наклонена кпереди. Шейка матки наклонена книзу и кзади. Расположена матка высоко, выступая над лобковым симфизом. Связки матки слабые, в связи с чем она легко смещается в стороны. По мере увеличения размеров таза и в связи с опусканием расположенных в нем органов матка постепенно смещается вниз и занимает в подростковом возрасте положение, свойственное этому органу у половозрелой женщины. В пожилом возрасте и старческом в связи с уменьшением жировой ткани в полости малого таза подвижность матки увеличивается.

Маточные трубы у новорожденной изогнуты и не соприкасаются с яичниками. В период полового созревания, в связи с ростом матки, ее широких связок и увеличением полости малого таза, маточные трубы теряют свою извитость, опускаются вниз, приближаясь к яичникам. Длина маточной трубы у новорожденной - 3,5 см, в период полового созревания она быстро увеличивается.

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислить органы выделения.
2. Почка, строение и функции.
3. Нефрон – структурная и функциональная единица почки.
4. Женские половые органы, строение, функция и возрастные особенности.
5. Мужские половые органы, строение, функция и возрастные особенности.

ТЕМА 18. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЖЕЛЕЗ ВНУТРЕННЕЙ СЕКРЕЦИИ И ИХ ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ

ПЛАН

1. Общая характеристика желез внутренней секреции.
2. Молекулярные механизмы действия гормонов
3. Регуляция образования и выделения гормонов.
4. Возрастные особенности эндокринных желез.

1. Общая характеристика желез внутренней секреции

Организация человека, как и животных, проходит определенный жизненный цикл – «онтогенез». Онтогенез (от греч. *ontos* – особь, *genesis* – происхождение и развитие) – процесс развития индивидуального организма с момента зарождения (оплодотворение яйцеклетки) до смерти. Часть онтогенеза протекает внутриутробно (антенатальный или пренатальный онтогенез), большая же часть – охватывает период от рождения до смерти (постнатальный онтогенез). В течение онтогенеза увеличивается масса и размеры тела и отдельных органов. Наряду с этим происходят качественные изменения, т.е. развитие отдельных физиологических систем и целостного организма. Именно в процессе развития осуществляется постепенная реализация наследственной информации, которая была заложена при оплодотворении. Эти изменения имеют первостепенное значение для формирования организма детей и подростков.

На всех этапах онтогенеза основой жизни является обмен веществ и энергии. Нормальное протекание обменных процессов и функционирование живых клеток возможно только при наличии постоянства химического состава и физико-химических свойств среды обитания клеток – крови, лимфы, тканевой жидкости. Совокупность этих жидкостей организма была названа К. Бернардом «внутренней средой».

Способность организма поддерживать относительное постоянство химического состава и физико-химических свойств внутренней среды, а также важнейших функций организма была названа У. Кенном «гомеостазом» (от греч. *homoios* – одинаковый, *stasis* – состояние).

В основе гомеостаза лежит саморегуляция функций. Это означает, что всякий сдвиг свойств и состава внутренней среды активизирует деятельность физиологических механизмов, нормализующих обмен веществ и энергии, рост и развитие, реализация генетической программы, гомеостаз, а также взаимодействие отдельных частей

организма не могли бы осуществляться, если бы не функционировала нейроэндокринная регуляция процессов жизнедеятельности.

На ранних этапах внутриутробного онтогенеза функцию регуляции выполняют химические вещества, образующиеся в развивающихся клетках. Они необходимы как для стимуляции размножения клеток, так и для осуществления межклеточных контактов. Такой вид химической связи сохраняется в течение всей жизни, он играет роль в регуляции на местном тканевом уровне.

Однако действие этих регуляторов пространственно ограничено и не может обеспечить координированную деятельность различных органов. По своей сути это эволюционно более древний способ биологического контроля.

На более поздних этапах внутриутробного развития появляются специализированные органы – железы внутренней секреции, или эндокринные железы.

Железами внутренней секреции называются железы, не имеющие выводных протоков и выделяющие свои продукты – гормоны непосредственно в кровь, лимфу или спинномозговую жидкость. Эти железы связаны между собой, оказывая влияние на деятельность друг друга по принципу обратной связи.

Гормоны – это органические вещества различной химической природы – аминокислоты, белки, стероиды.

Железы внутренней секреции осуществляют гуморальную регуляцию обмена веществ (белкового, углеводного, жирового и минерального), роста, развития, деятельности сердечно-сосудистой и других систем организма человека. Аналогично регулирует деятельность организма и объединяет его в единое целое нервная система. Они действуют согласованно, в одном направлении, но имеют и существенные различия. Гуморальная регуляция осуществляет свое влияние медленнее (в течение нескольких минут и часов), в то время как нервная регуляция происходит за доли секунды. Влияние продуктов эндокринной системы более продолжительно, чем нервной. Нервная система регулирует работу всех желез внутренней секреции, а гормоны в свою очередь влияют на функцию нервной системы. Иначе, эндокринные железы подчиняются контролю со стороны нервной системы, в силу чего складывается единая нейрогормональная регуляция функций. Именно она осуществляет центральный контроль, координацию и интеграцию функционирования многочисленных клеток, тканей и органов человеческого организма.

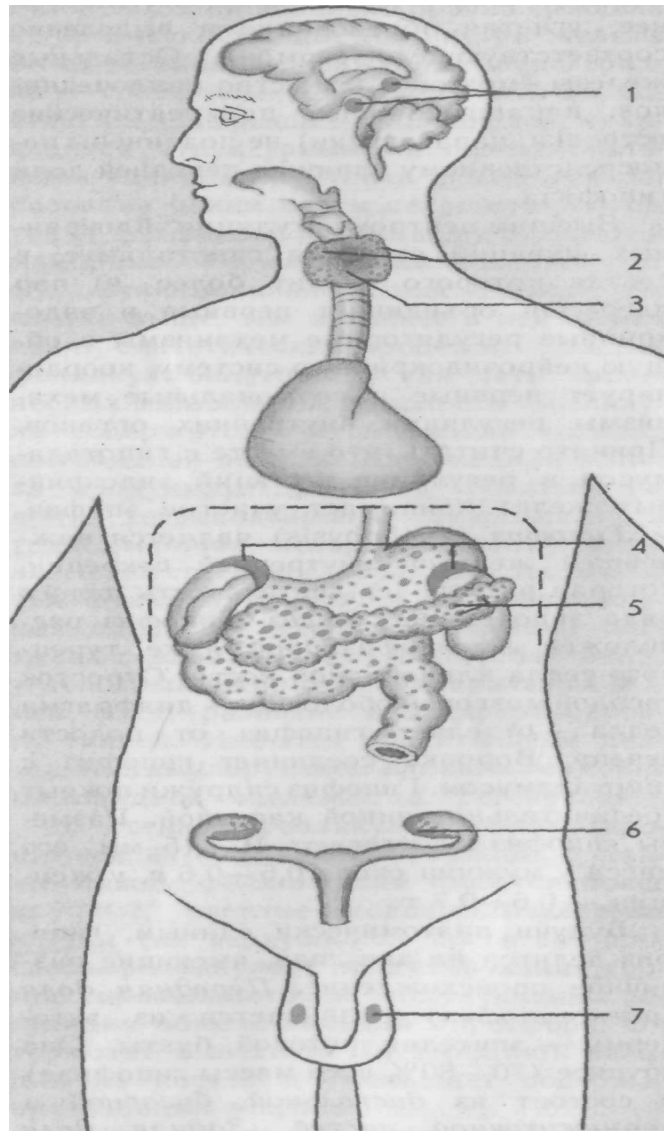


Рис. 18.1. Положение эндокринных желез в теле человека

- | | |
|-------------------------------|----------------------------|
| 1 – гипофиз и эпифиз, | 2 – паращитовидные железы, |
| 3 – щитовидная железа, | 4 – надпочечники, |
| 5 – панкреатические островки, | 6 – яичник, 7 – яичко |

К железам внутренней секреции относятся гипофиз, щитовидная железа, околощитовидная железа, надпочечные железы, поджелудочная железа, половые железы (семенники и яичники), вилочковая железа (тимус). Поджелудочная железа и половые железы – смешанные железы, являющиеся одновременно железами внутренней и внешней секреции. Более 100 лет назад было обнаружено, что не все участки поджелудочной железы связаны с выводными протоками. Впоследствии оказалось, что эта железа обладает двойной секрецией. Одни ее участки вырабатывают сок, поступающий через выводные протоки в двенадцатиперстную кишку, другие, называемые островками,

функционируют как железы внутренней секреции. Они не имеют выводящих протоков и весьма обильно снабжены кровеносными сосудами, куда и попадает вырабатываемый в этих участках гормон инсулин, способствующий превращению глюкозы в животный крахмал.

Кроме основных желез внутренней секреции внутрисекреторной функцией обладают некоторые области мозга, особенно гипоталамус, а также слизистая оболочка желудка и тонких кишок, плацента и, возможно, некоторые другие органы. Временную, но очень важную функцию выполняет в женском организме плацента. Наконец, имеются отдельные клеточные группы по ходу желудочно-кишечного тракта, в печени и почках, которые также секретируют гормоны или гормоноподобные вещества. Многие гормоны пептидной структуры обнаружены в головном мозге, где они модулируют передачу нервного импульса через синапсы.

В настоящее время известно более 40 гормонов. Многие из них хорошо изучены, а некоторые даже синтезированы искусственным путем и широко применяются в медицине для лечения различных заболеваний.

Гормоны чаще всего классифицируются по химической структуре или по вырабатывающим их железам (гипофизарные, кортикостероидные, половые и др.). Еще один подход к классификации гормонов базируется на их функциях (гормоны, регулирующие водно-электролитный обмен, гликемию и т.д.). По этому принципу выделяют гормональные системы (или подсистемы), включающие соединения разной химической природы.

Эндокринные заболевания могут определяться дефицитом или избытком того или иного гормона. Гипосекреция гормонов зависит от генетических (врожденное отсутствие фермента, участвующего в синтезе данного гормона), диетических (например, гипотиреоз из-за недостатка йода в диете), токсических (некроз коры надпочечников под действием производных инсектицидов), иммунологических (появление антител, разрушающих ту или иную железу) факторов.

Характерными свойствами гормонов являются: физиологическая активность – в очень малых количествах гормоны могут вызывать значительные изменения в организме (рост, дифференцировку, развитие, изменение обмена веществ), специфическое влияние на строго определенный тип обменных процессов или определенную ткань, быстрое разрушение в тканях, в частности, в печени (поэтому необходимо постоянное выделение гормонов соответствующей железой).

Отличительные свойства гормонов: высокая биологическая активность, то есть способность оказывать действие в чрезвычайно малых концентрациях (микрограммы, нанограммы, пикограммы); специфичность действия, в силу которого дефицит одного гормона может быть заменен другим или биологически активным веществом; дистантность действия – способность гормона оказывать влияние на органы и ткани, расположенные далеко от места его выработки.

Химическая природа гормонов и биологически активных веществ человека и животных различна. От сложности строения гормона зависит продолжительность его биологического действия, например, от долей секунды у медиаторов и пептидов до часов и суток у стероидных гормонов и йодтиронинов. анализ химической структуры и физико-химических свойств гормонов помогает понять механизмы их действия, разрабатывать методы их определения в биологических жидкостях и осуществлять их синтез.

Классификация гормонов и биологически активных веществ по химической структуре:

1. Производные аминокислот:

производные тирозина: тироксин, трийодтиронин, дофамин, адреналин, норадреналин; *производные триптофана:* мелатонин, серотонин; *производные гистидина:* гистамин.

2. Белково-пептидные гормоны:

полипептиды: глюкагон, кортикотропин, меланотропин, вазопрессин, окситоцин, пептидные гормоны желудка и кишечника; *простые белки (протеины):* инсулин, соматотропин, пролактин, паратгормон, кальцитонин; *сложные белки (гликопротеиды):* тиреотропин, фоллитропин, лютропин.

3. Стероидные гормоны:

кортикостероиды (альдостерон, кортизол, кортикостерон); *половые гормоны:* андрогены (тестостерон), эстрогены и прогестерон.

4. Производные жирных кислот:

арахидоновая кислота и ее производные: простагландины, простациклины, тромбоксаны, лейкотриены.

Свое влияние гормоны оказывают, либо непосредственно действуя на ткани или органы, стимулируя или тормозя их работу, либо опосредованно, через нервную систему. Механизм непосредственного действия некоторых гормонов (стероидные, гормоны щитовидной железы и др.) связан с их способностью проникать через клеточные мембраны и вступать во взаимодействие с внутриклеточными ферментными системами, меняя ход клеточных процессов. Крупномолекулярные

пептидные гормоны не могут свободно проникать через мембраны клеток и оказывают регулирующее влияние на клеточные процессы с помощью специальных рецепторов, расположенных на поверхности клеточных мембран.

Интересно отметить, что каждое мгновение на клетки действуют многие гормоны, но на клеточные процессы воздействуют лишь те, влияние которых обеспечивает наиболее целесообразный эффект. Целесообразность воздействия гормонов на клеточные процессы определяется специальными веществами – простагландинами. Они выполняют, образно говоря, функцию регулятора, тормозящего воздействие на клетку тех гормонов, влияние которых в данный момент нежелательно.

Опосредованное действие гормонов через нервную систему в конечном итоге также связано с их влиянием на ход клеточных процессов, что приводит к изменению функционального состояния нервных клеток и соответственно к изменению деятельности нервных центров, регулирующих те или иные функции организма. В последние годы получены данные, свидетельствующие о «вмешательстве» гормонов даже в деятельность наследственного аппарата клеток: они влияют на систему РНК и клеточных белков. Например, таким действием обладают некоторые гормоны надпочечников и половых желез.

Согласно современным данным, некоторые нейроны способны помимо своих основных функций секретировать физиологически активные вещества – нейросекреты. В частности, особую важную роль в нейросекреции играют нейроны гипоталамуса, анатомически тесно связанного с гипофизом. Именно нейросекреция гипоталамуса определяет секреторную активность гипофиза, а через него и всех других эндокринных желез.

В зависимости от внешних воздействий и состояния внутренней среды гипоталамус, во-первых, координирует все вегетативные процессы нашего организма, выполняет функции высшего вегетативного нервного центра; во-вторых, регулирует деятельность эндокринных желез, трансформируя нервные импульсы в гуморальные сигналы, поступающие затем в соответствующие ткани и органы и изменяющие их функциональную деятельность.

Несмотря на столь совершенную регуляцию деятельности желез внутренней секреции, их функции существенно изменяются под влиянием патологических процессов. Возможно либо усиление секреции эндокринных желез – гиперфункция желез, либо уменьшение секреции – гипофункция. Нарушение функций эндокринной системы, в свою очередь, сказывается на процессах жизнедеятельности организма.

В целом, железы внутренней секреции регулируют все основные процессы обмена веществ, поддерживая их на необходимом уровне, который может значительно меняться в зависимости от состояния организма и условий окружающей среды. Соответственно меняется интенсивность образования различных гормонов, причем нередко происходит своеобразная саморегуляция железы: она снижает выделение гормона, как только вызванные им изменения становятся чрезмерными. Так, например, при снижении содержания в крови глюкозы поджелудочная железа начинает меньше выделять инсулина, и уровень глюкозы возвращается к норме. Во многих случаях необходимый уровень того или иного процесса обмена веществ поддерживается взаимодействием между железами. Так, один из гормонов передней доли гипофиза стимулирует функцию щитовидной железы. Однако его образование тормозится гормоном щитовидной железы, которая вместе с тем стимулирует выработку гормона роста. Специальные гормоны передней доли гипофиза стимулируют функции надпочечников и некоторых других желез внутренней секреции.

Особенно большое значение для регуляции желез внутренней секреции имеет нервная система. Во-первых, импульсы, приходящие по нервам, могут влиять на интенсивность секреции. Во-вторых (и это особенно важно), гипоталамус промежуточного мозга как высший нервный центр регуляции обмена веществ и деятельности внутренних органов непосредственно связан с гипофизом, образуя так называемую гипоталамо-гипофизарную систему. В некоторых ядрах гипоталамуса находятся особые нейроны, способные не только проводить возбуждение, но и выделять в кровь активные вещества, которые стимулируют образование гормонов передней доли гипофиза. В нейронах других ядер гипоталамуса образуются гормоны, которые по аксонам спускаются в заднюю долю гипофиза, а оттуда попадают в кровь.

Общепринятой является классификация эндокринных органов в зависимости от происхождения их из различных видов эпителия (А.Л. Заварзин, С.И. Щелкунов, 1954).

1). Железы энтодермального происхождения, развивающихся из эпителиальной выстилки глоточной кишки /жаберных карманов/ - бронхиогенная группа /щитовидная и паращитовидная железы/.

2). Железы энтодермального происхождения – из эпителия кишечной трубки – эндокринная часть поджелудочной железы /панкреатические островки/.

3). Железы мезодермального происхождения – корковое вещество надпочечников и клетки половых желез.

4). Железы эктодермального происхождения – гипофиз и эпифиз /производные переднего отдела нервной трубки/.

5). Железы эктодермального происхождения – мозговое вещество надпочечников и параганглии – производные симпатического отдела нервной системы.

Существует и другая классификация, в основу которой положен принцип функциональной взаимозависимости эндокринных органов:

1). Группа аденогипофиза – кора надпочечников /пучковая и сетчатая зоны/, щитовидная железа, яички и яичники. Аденогипофиз вырабатывает гормон, регулирующий перечисленные железы /соматотропный гормон, тиреотропный и гонадотропный гормоны/.

2). Группа периферических эндокринных желез, их деятельность не зависит от гормонов аденогипофиза. Это паращитовидные железы, кора надпочечников /клубочковая зона/, панкреатические островки. Это саморегулирующиеся железы. Например, гормон панкреатических островков инсулин снижает уровень сахара в крови, а повышение содержание в крови сахара стимулирует секрецию инсулина.

Приведем краткую характеристику роли отдельных эндокринных желез и их гормонов в организме человека.

Эпифиз или **шишковидное тело** – овальное небольшое железистое образование, относящееся к промежуточному мозгу. Он расположен над таламусом и между холмиками среднего мозга (под четверохолмием мозга). Эпифиз относят к эпиталамусу промежуточного мозга. От переднего конца шишковидного тела к медиальной поверхности правого и левого таламусов (зрительных бугров) натянуты проводки. Форма шишковидного тела чаще яйцевидная, реже шаровидная или коническая. Масса шишковидного тела у взрослого человека – около 0,2 г, длина – 8-15 мм, ширина – 6-10 мм, толщина – 4-6 мм. В шишковидном теле у взрослых людей и особенно в старческом возрасте нередко встречаются причудливой формы отложения, которые придают ему определенное сходство с еловой шишкой, чем и объясняется его название.

Эндокринная роль шишковидного тела состоит в том, что его клетки выделяют вещества, тормозящие деятельность гипофиза до момента наступления половой зрелости, а также участвующие в тонкой регуляции почти всех видов обмена веществ.

Эпифиз причислен к числу желез внутренней секреции относительно недавно, поскольку гормональные продукты его еще недостаточно изучены. В настоящее время наиболее известны два вещества, образующиеся в эпифизе, – серотонин и мелатонин.

Эпифиз (верхний мозговой придаток) развивается до 4 лет, а затем начинает атрофироваться, особенно после 7-8 лет. Средняя масса шишковидного тела на протяжении первого года жизни увеличивается и в последующие годы почти не изменяется. Эпифиз активно функционирует у подростков и юношей.

Предполагается, что в нем выделяется гормон, который, действуя на гипоталамическую область, тормозит образование в гипофизе гонадотропных гормонов, что вызывает угнетение внутренней секреции половых желез. После разрушения эпифиза или заболеваний его в детском возрасте, вызывающих прекращение секреции, наступает раннее половое созревание – у мальчиков 8-10 лет появляются все половые признаки взрослых мужчин.

Гипофиз – ведущая железа внутренней секреции, изменяющая функции всех эндокринных желез и многие функции организма. Он расположен под основанием головного мозга и соединен воронкой гипоталамуса. У взрослых вес гипофиза – 0,55-0,56 г, у новорожденных – 0,1-0,15 г, в 10 лет – 0,33 г, в 20 лет – 0,54 г. Масса у мужчин равна примерно 0,5 г, у женщин – 0,6 г. Снаружи гипофиз покрыт капсулой. Гипофиз располагается в непосредственном соседстве с промежуточным мозгом и имеет с ним многочисленные двусторонние связи. Близкое соседство гипофиза и головного мозга является благоприятным фактором для объединения «усилий» нервной и эндокринной **систем в реализации жизнедеятельности организма.**

В соответствии с развитием гипофиза из двух разных зачатков в нем различают две доли – переднюю (аденогипофиз) или железистый гипофиз и заднюю (нейрогипофиз) или нервный гипофиз.

Аденогипофиз, более крупная часть, составляет 70-80% от всей массы гипофиза. Она более плотная, чем задняя доля. К аденогипофизу относят переднюю, среднюю или промежуточную и туберальную (бугровую) доли.

Передняя доля – наиболее массивная часть. Известно более 20 гормонов, образующихся главным образом в аденогипофизе. Эти гормоны – тропные гормоны – оказывают регулирующее влияние на функции других эндокринных желез: щитовидной, околощитовидных, поджелудочной, половых и надпочечников, на все стороны обмена веществ и энергии, на процессы роста и развития детей и подростков. В частности, в передней доле гипофиза синтезируется гормон роста (соматотропный гормон), регулирующий процессы роста детей и подростков. В этой связи гиперфункция гипофиза может приводить к резкому увеличению роста детей, вызывая гормональный гигантизм, а гипофункция, наоборот, приводит к значительной задержке роста. Умственное развитие при этом сохраняется на нормальном уровне.

В задней доле вырабатываются гормоны, которые в основном регулируют водный обмен, в частности, функции почек.

Гормоны гипофиза (фолликулостимулирующий гормон – ФСГ, лютеинизирующий гормон – ЛГ, пролактин) регулируют развитие и функции половых желез, поэтому усиление их секреции вызывает ускорение полового созревания детей и подростков, а гиперфункция гипофиза – задержку полового развития. В частности, ФСГ у женщин регулирует созревание в яичниках яйцеклеток, а у мужчин – сперматогенез. ЛГ стимулирует развитие яичников и семенников и образование в них половых гормонов. Прولاктин имеет важное значение в регуляции процессов лактации у кормящих женщин. Прекращение гонадотропной функции гипофиза вследствие патологических процессов может привести к полной остановке полового развития.

В гипофизе синтезируются ряд гормонов регулирующих деятельность и других эндокринных желез, например, адренокортикотропный гормон (АКТГ), усиливающий секрецию глюкокортикоидов, или тиреотропный гормон, усиливающий секрецию щитовидной железы.

К гормонам нейрогипофиза относятся вазопрессин и окситоцин. Оба – нанопептиды, т.е. состоят из 9 остатков аминокислот. Синтезируются они в нейросекреторных клетках супраоптического и паравентрикулярного ядер гипоталамуса. Отсюда они спускаются по аксонам в нейрогипофиз. Вазопрессин усиливает обратное всасывание воды в канальцевом аппарате почки, т.е. осуществляет антидиуретическое влияние, результатом которого уменьшение выделения мочи. Учитывая нервное (гипоталамическое) происхождение вазопрессина и окситоцина, их называют нейрогормонами. Нейрогипофиз служит своеобразным органом резервирования вазопрессина и окситоцина, отсюда эти нейрогормоны поступают в кровь и разносятся по всему организму.

Секреция вазопрессина усиливается при недостаточном поступлении или избыточной потере воды из организма. Вазопрессин выделяется в значительном количестве при стрессе и, видимо, способствует выделению кортикотропина.

Окситоцин стимулирует сокращение мускулатуры матки и способствует изгнанию плода при родах. Кроме того, он увеличивает молокоотдачу молочными железами в результате сокращения миоэпителиальных клеток альвеол и молочных ходов молочных желез.

Важное значение в жизнедеятельности организма на любом возрастном этапе имеет взаимосвязанная деятельность гипоталамуса, гипофиза и надпочечников, т.е. эта система является ведущей гормональной системой организма. Функциональное значение ее связано

с процессами адаптации организма к стрессовым воздействиям. Как показали специальные исследования Г. Селье (1936), устойчивость организма к действию неблагоприятных факторов зависит, прежде всего, от функционального состояния гипоталамо-гипофизарно-надпочечной системы. Именно она обеспечивает мобилизацию защитных сил организма в стрессовых ситуациях, что проявляется в развитии так называемого общего адаптационного синдрома.

Интересно отметить, что функциональное становление гипоталамо-гипофизарно-надпочечной системы в процессе онтогенеза в значительной степени зависит от двигательной активности детей и подростков.

Гипоталамус в этой системе выполняет роль высшего подкоркового эндокринного регулятора. Посредником в выполнении этой функции является нейросекреция.

В гипоталамо-гипофизарной области следует различать две системы: гипоталамо-нейрогипофизарную (синтез вазопрессина и окситацина в супраоптическом и паравентрикулярных ядрах, выведение их в нейрогипофиз) и гипоталамо-аденогипофизарную систему (образование либеринов и статинов, поступление их в аденогипофиз и воздействие на синтез и секрецию гормонов этой железы).

Важно отметить, что на гипоталамус проецируются нервные влияния, исходящие из подкорковых образований мозжечка, коры больших полушарий. Иначе говоря, гипоталамус – коллектор импульсов, поступающих из внешней среды организма. Поступив в гипоталамус, они влияют на нейросекрецию и через нее поступают на аденогипофиз. В свою очередь аденогипофиз стимулирует подчиненные ему железы – щитовидную, надпочечники, половые. Таким образом, происходит трансформация нервной регуляции в гормональную.

Щитовидная железа. Важную роль в регуляции обмена веществ играет щитовидная железа (рис. 18.1). Это самая крупная железа эндокринной системы. Щитовидная железа расположена в области шеи, впереди дыхательного горла. Масса ее у взрослого человека составляет 20-30 г. Ткань железы состоит из фолликулов – множества круглых или овальных образований размером 25–500 мкм.

Один из гормонов щитовидной железы, усиливая функцию остеобластов (клеток, образующих костную ткань), способствует отложению в костях кальция, а тем самым снижению его содержания в крови. Другие гормоны стимулируют окислительные процессы и ускоряют развитие организма. Недостаточная деятельность железы вызывает заболевание, которое проявляется в сильном снижении основного обмена, то есть обмена в условиях покоя, и нарушении обмена белков, что

ведет к ослаблению деятельности всего организма. Замедляется сокращение сердца, вяло работают органы пищеварения, падает температура тела, реакции организма, в том числе и речевые, становятся медленными и слабыми, развивается апатия – человек ко всему относится безразлично. С нарушением белкового обмена связана задержка воды в тканях. Подкожная соединительная ткань набухает и перерождается – кожа приобретает отечный вид. Этот признак болезни послужил поводом назвать ее микседемой, то есть слизистым отеком. Основным обмен при микседеме падает на 30-40%. При микседеме задерживается психическое развитие, нарушаются половые функции.

У детей встречается временная небольшая гиперфункция щитовидной железы, что характеризуется их повышенной возбудимостью и эмоциональностью. Наблюдается также значительное ускорение их физического и умственного развития. При гипофункции щитовидной железы резко снижается обмен веществ, возбудимость нервной системы, работоспособность, ухудшается память, наблюдаются расстройства психической деятельности. Так проявляется микседема у детей.

Выяснив причины микседемы, медицина нашла средство ее лечения. Больные по предписанию врачей ежедневно принимают внутрь препараты гормонов, которые изготавливаются из щитовидной железы животных. С течением времени у больных восстанавливается нормальный обмен веществ. Но такое лечение приходится проводить без перерыва в течение всей жизни. Известны и другие методы лечения этой болезни.

Чрезмерная деятельность щитовидной железы может привести к тиреотоксикозу. Наиболее распространенной формой его проявления является базедова болезнь. При этой болезни резко усиливается обмен веществ. Потребление кислорода повышено даже при спокойном лежании. У больных отмечается быстрая утомляемость, часто повышается температура, учащается сердечный ритм до 180-200 ударов/мин., нарушается деятельность системы кровообращения, в тяжелых случаях – выраженное пучеглазие. Увеличивается потребление пищи. Сильно повышается возбудимость центральной нервной системы: больной очень подвижен, постоянно находится в возбужденном состоянии, легко раздражается и обычно страдает бессонницей. Резко повышенная трата энергии ведет к мышечной слабости, похуданию и даже крайнему истощению.

В некоторых районах земного шара из-за недостатка в питании йода, необходимого для синтеза гормонов в щитовидной железе, у населения часто наблюдается ее гипофункция. Характерное для

гипофункции снижение обмена до известной степени компенсируется разрастанием железистой ткани. Это заболевание называют эндемическим (эндемии – заболевания, наблюдающиеся постоянно у многих представителей населения в данной местности) зобом, так как он сопровождается появлением на шее у больных так называемого зоба. В настоящее время разработаны эффективные меры профилактики этого заболевания, связанные с искусственным обогащением питания йодом.

Гипофункция в детском возрасте может привести к серьезным нарушениям умственного развития – от незначительного слабоумия до идиотизма. Эти нарушения сопровождаются задержкой роста, сниженной работоспособностью, сонливостью, расстройством речи, инфантилизмом. Дети с такими значительными нарушениями физического и умственного развития, являющимися следствием гипофункции щитовидной железы, называются кретинами, а само заболевание – кретинизмом.

У задней поверхности щитовидной железы расположены 4 маленькие околощитовидные железы. Их описал и дал название в 1879 г. известный ученый К. Сандстрём. Гормон этих желез стимулирует функцию клеток, разрушающих костную ткань, что ведет к частичному переходу кальция из кости в кровь и усиливает выделение фосфора с мочой.

При недостаточном образовании паратгормона повышается возбудимость нервной системы и нередко возникают судорожные сведения мышц конечностей. При его чрезмерном образовании возбудимость нервной системы понижается, мышцы становятся вялыми, а в костях появляются пустоты вследствие частичного разрушения костной ткани.

Суммарная масса паращитовидных желез у новорожденного колеблется от 6 до 10 мг. В течение первого года жизни она увеличивается в 3-4 раза, к пяти годам она еще удваивается, а к 10 годам – утраивается. После 20 лет общая масса четырех паращитовидных желез достигает 120-140 мг и остается постоянной до глубокой старости. Во все возрастные периоды масса паращитовидных желез у женщин несколько больше, чем у мужчин.

Параганглии это скопление хромаффинных клеток в виде узлов. К параганглиям относят: аортальный, расположенные возле брюшной аорты; симпатический, расположен в толще симпатического ствола.

Хромаффинная ткань образует катехоламины, адреналин и норадреналин, влияющие на состояние симпатической нервной системы, и обладающие сосудосуживающим действием на кровеносные сосуды.

Вилочковая (зобная железа) или **тимус** расположена в грудной полости, позади грудины. Она начинает функционировать на 11-12-й неделе внутриутробного развития. К моменту рождения железа

относительно велика (ее вес составляет 0,4% массы тела). В дальнейшем ее рост сильно замедляется. Так, примерно к 8 годам масса тела увеличивается в 6 раз, а масса железа всего лишь в полтора раза. Тимус – важный орган, обеспечивающий оптимальную работу иммунной системы. Эта железа стимулирует лимфатические железы, участвуя в образовании антител и развитии иммунных реакций, и тем самым способствует повышению устойчивости организма к инфекциям. Гормон тимуса тималин увеличивая концентрацию ионов кальция в тканях повышает возбудимость нервной системы, усиливает сокращения мышцы, улучшает обучение.

Поджелудочная железа находится рядом с желудком и двенадцатиперстной кишкой. Она относится к смешанным железам. Здесь образуется поджелудочный сок, играющий важную роль в пищеварении, здесь же осуществляется секреция гормонов, принимающих участие в регуляции углеводного обмена (инсулина и глюкагона). Поджелудочная железа состоит из экзокринной и эндокринной частей. Эндокринная представлена группами эпителиальных клеток, образующих своеобразной формы панкреатические островки (островки Лангерганса), в которых образуются гормоны, отделенные от другой, экзокринной части железы тонкими соединительнотканными прослойками.

Инсулин – единственный гормон, под влиянием которого уменьшается содержание глюкозы в крови, а в печени и мышцах откладывается гликоген. Он увеличивает образование жира и глюкозы и тормозит распад жира. Инсулин активизирует синтез белка, усиливая транспорт аминокислот через мембраны клеток. Недостаток инсулина приводит к развитию сахарного диабета. Это заболевание связано с гипофункцией поджелудочной железы. Сахарный диабет характеризуется снижением содержания в крови гормона инсулина, что приводит к нарушению усвоения сахара организмом. У детей проявление этого заболевания чаще всего наблюдается с 6 до 12 лет. Важное значение в развитии сахарного диабета имеют наследственная предрасположенность и провоцирующие факторы среды, инфекционные заболевания, нервные перенапряжения и переедание.

Глюкагон, напротив, способствует повышению уровня сахара в крови (гипергликемия), и в этой связи является антагонистом инсулина. Глюкагон – пептид, под влиянием которого происходит распад гликогена печени до глюкозы. Поэтому введение его или усиление секреции повышает уровень глюкозы в крови, т.е. вызывает гипергликемию. Кроме того, глюкагон стимулирует распад жира в жировой ткани.

У детей при нарушениях функции поджелудочной железы увеличиваются размеры островков Лангерганса, они резко выделяются из внешнесекреторной ткани бледной окраской. У новорожденных относительное число островков в 4 раза больше, чем у взрослых. Оно быстро падает на первом году жизни, с 4-5 лет уменьшение числа островков замедляется, однако оно все еще больше, чем у взрослых, а к 12 годам становится таким же, как у взрослых. После 25 лет количество островков постепенно уменьшается. В островках обнаружены также нервные клетки и многочисленные парасимпатические и симпатические нервные волокна.

При действии инсулина в мембранах мышечных клеток и нейронов открываются поры для прохождения внутрь природного сахара из крови, повышая переход гликогена в глюкозу.

Инсулин возбуждает секрецию желудочного сока, богатого пепсином и соляной кислотой, и усиливает моторику желудка. Это – результат возбуждения ядер блуждающих нервов, вызванного гипогликемией.

Надпочечники состоят из двух желез, выполняющих различные функции. Одна железа, образующая внутренний, или мозговой слой, вырабатывает гормон адреналин, оказывает влияние на многие функции организма, а в основном усиливает мышечную активность и связанный с ней обмен углеводов. Другая железа, образующая наружный, или корковый слой надпочечника, вырабатывает несколько различных гормонов. Один из них влияет на содержание в организме натрия и кальция, другие – на обмен углеводов, белков и жиров, в частности, увеличивая содержание в крови глюкозы, которая начинает образовываться в процессе усиленного расщепления гликогена и аминокислот. Кроме того, эти гормоны снижают воспалительные реакции, возникающие при различных повреждающих воздействиях на организм. Третья группа гормонов получила название половых, так как их функция сходна с внутрисекреторной функцией мужских и женских половых желез. Они в значительной степени определяют ход полового созревания детей и подростков, обеспечивают необходимые иммунные свойства детского и взрослого организма, участвуют в реакциях стресса, регулируют белковый, жировой, углеводный, водный и минеральный обмен. Особенно сильное влияние на жизнедеятельность организма оказывает адреналин. Интересен тот факт, что содержание многих гормонов надпочечников зависит от физической тренированности организма ребенка. Обнаружена положительная корреляция между активностью надпочечников и физическим развитием детей и подростков. Физическая активность значительно повышает содержание

гормонов, обеспечивающих защитные функции организма, и тем самым способствует оптимальному развитию.

Нормальная жизнедеятельность организма возможна лишь при оптимальном соотношении концентрации различных гормонов надпочечников в крови, которое регулируется гипофизом и нервной системой. Существенное повышение или понижение их концентрации в патологических ситуациях характеризуется нарушением многих функций организма.

Половые железы являются смешанными. Здесь образуются как половые клетки – сперматозоиды и яйцеклетки, так и половые гормоны. В мужских половых железах – семенниках – образуются мужские половые гормоны – андрогены. Здесь же образуется и наибольшее количество женских половых гормонов – эстрогенов. В женских половых железах – яичниках – образуются женские половые гормоны и небольшое количество мужских. Истинно мужской половой гормон – тестостерон.

Все андрогены – стероиды. Физиологическая роль тестостерона заключается прежде всего во влиянии на формирование половых признаков. Кастрация предупреждает развитие половых органов и вторичных половых признаков, отличающих мужской организм (рост бороды, строение скелета, тембр голоса и др.). Андрогены усиливают синтез белка в печени, почках и особенно мышцах, оказывают влияние на ВНД.

Эстрогены стимулируют рост и развитие половой системы женского организма, обеспечивают состояние половых путей, благоприятствуют оплодотворению яйцеклетки. Под влиянием прогестерона (совместно с эстрогенами) происходит подготовка матки к имплантации оплодотворенного яйца, развиваются молочные железы, таким образом, создаются условия для полноценного вынашивания беременности.

Половые гормоны оказывают существенное влияние на обмен веществ. Андрогены возбуждают синтез белка в организме и в мышцах, что увеличивает их массу, способствуют образованию костей и поэтому повышают вес тела. Они уменьшают синтез гликогена в печени и отложение жира в организме. Половые гормоны обуславливают количественные и качественные особенности обмена веществ мужского и женского организмов, определяющие развитие наружных и внутренних половых органов, или первичных и вторичных половых признаков.

Пол будущего организма определяется в момент оплодотворения, т.е. слияния сперматозоида с яйцеклеткой. Однако на ранней стадии эмбрионального развития зачаток половой железы еще не имеет никаких видимых признаков, позволяющих установить пол. У эмбриона одновременно начинают развиваться зачатки и мужской, и женской половой железы.

На третьей неделе появляются первые признаки половой дифференциации, причем формирование мужских и женских половых органов регулируется гормонами половых желез.

На развитие первичных половых признаков влияют также гормоны коры надпочечников, о чем свидетельствуют случаи преждевременного полового созревания при заболеваниях, связанных с чрезмерной функцией этой железы. В годы перед наступлением половой зрелости возрастает активность передней доли гипофиза, вырабатывающей гормоны, которые стимулируют развитие и внутрисекреторную функцию половых желез.

С повышением секреции половых гормонов связаны общие изменения во всем организме, приводящие к появлению вторичных половых признаков. Эти признаки весьма разнообразны. Они проявляются в поведении, в особенностях развития волосяного покрова, молочных желез, гортани, формы и размеров тела и т.д. Некоторые вторичные половые признаки тесно связаны с функцией размножения. Так, молочные железы играют существенную роль в послеродовом вынашивании потомства; отличительные особенности формы женского таза имеют непосредственное отношение к родовому акту.

Нужно отметить стадии полового созревания по Дж. Таннеру. В пубертатном возрасте с его мощными биологическими детерминантами телесная организация и генитальная морфология претерпевают специфическое развитие. Стадиальность этого развития по Таннеру оценивается по следующим критериям:

I стадия. *Девочки*: молочные железы не развиты, сосок приподнимается, полового оволосения нет. *Мальчики*: детский половой член и мошонка при отсутствии полового оволосения.

II стадия. *Девочки*: молочные железы набухают, увеличивается диаметр ареол, вдоль половых губ – начальный рост слабо пигментированных и прямых волос. *Мальчики*: увеличиваются яички и мошонка (половой член еще не увеличивается), у основания полового члена начинается рост слабо пигментированных прямых, длинных и редких волос.

III стадия. *Девочки*: молочные железы и ареолы увеличиваются, но контуры их не разделяются; волосы темнеют, грубеют, завиваются и распространяются за пределы лонного сочленения. *Мальчики*: продолжается увеличение яичек и мошонки, половой член увеличивается в длину; волосы грубеют, темнеют, завиваются и распространяются за пределы лонного сочленения.

IV стадия. *Девочки*: ареола и сосок приподнимаются, образуя бугорок; женский тип полового оволосения, не занимающего всей поверхности лобковой области. *Мальчики*: продолжается рост яичек и мошонки, половой член растет в основном в диаметре; оволосение мужского типа, пока не занимающее всей поверхности лобковой области.

V стадия. *Девочки*: ареола перестает выступать над поверхностью молочной железы, которая достигает взрослого оформления; половое оволосение занимает всю лобковую область. *Мальчики*: взрослые по форме и размерам гениталии, половое оволосение занимает всю лобковую область.

С началом полового созревания мальчиков и девочек ко всем трудностям подросткового возраста добавляется еще одна – проблема их полового воспитания. Естественно, что оно должно быть начато еще в младшем школьном возрасте и представлять собой лишь составную часть единого воспитательного процесса. Необходимо формировать у детей и подростков правильные представления о сущности процессов полового развития, воспитывать взаимное уважение между мальчиками и девочками и их правильные взаимоотношения. У подростков важно сформировать правильные представления о любви и браке, о семье, ознакомить их с гигиеной и физиологией половой жизни.

Таким образом, половое воспитание детей и подростков должно быть обязательной составной частью их воспитания в семье и школе.

2. Молекулярные механизмы действия гормонов

Гормоны, действующие через мембранные рецепторы и системы вторичных посредников, стимулируют химическую модификацию белков. Наиболее хорошо изучено фосфорилирование. Регуляция, происходящая за счет химических процессов (синтез и расщепление вторичного посредника, фосфорилирование и дефосфорилирование белка), развивается и гасится за минуты или десятки минут.

Стероидные и тиреоидные гормоны имеют цитозольные или ядерные рецепторы, что позволяет им взаимодействовать с хроматином и влиять на экспрессию генов. Эта регуляция, развивающаяся путем индукции или репрессии синтеза мРНК и белков, реализуется спустя 3–6 ч после появления гормона в крови, а гасится спустя 6 – 12 ч.

Промежуточное положение в этой иерархии занимают факторы роста. Их взаимодействие с рецептором приводит сначала к фосфорилированию определенных белков, а затем к делению клеток.

Адренергические рецепторы вне зависимости от локализации (в синапсе или вне его) относятся к семейству рецепторов, 7 раз пронизывающих плазматическую мембрану и сопряженных с G-белками. Известны α -1A-, α -1B- и α -1C-адренорецепторы, α -2A-, α -2B- и α -2C-адренорецепторы, а также β -1-, β -2- и β -3-адренорецепторы. Все α -1-рецепторы стимулируют фосфолипазу C, гидролизующую фосфоинозитиды. Все α -2-рецепторы ингибируют аденилатциклазу, а все β -рецепторы ее активируют. Кроме того, α -2A-рецепторы могут активировать K^+ -каналы, α -2A- и α -2B-рецепторы ингибируют Ca^{2+} -каналы, а β -1-рецепторы активируют Ca^{2+} -каналы.

В каждой клетке функционирует обычно несколько типов рецепторов к одному и тому же гормону (например, как α -, так и β -адренорецепторы). Кроме того, клетка чувствительна обычно к нескольким эндокринным регуляторам – нейромедиаторам, гормонам, простагландинам, факторам роста и др. Каждый из этих регуляторов имеет характерную только для него продолжительность и амплитуду регуляторного сигнала, для каждого характерно определенное соотношение активностей систем генерации вторичных посредников в клетке или изменения мембранного потенциала. На уровне исполнительных систем клетки может происходить как усиление, так и взаимное гашение разных регуляторных сигналов.

На определенных стадиях онтогенеза или при достижении критического для организма отклонения от нормы того или иного фактора гомеостаза (гипотермия, гипогликемия, гипоксемия, потеря крови и др.) включается медленная, но наиболее мощная система эндокринной регуляции, действующая через стероидные (андрогены, эстрогены, прогестины, глюкокортикоиды и минералокортикоиды) и тиреоидные (тироксин и трийодтиронин) гормоны. Молекулы этих регуляторов, имея липофильную природу, легко проникают через липидный бислой и связываются со своими рецепторами в цитоплазме или ядре. Затем гормонорецепторный комплекс связывается с ДНК и белками хроматина, что стимулирует синтез матричной РНК на определенных генах. Трансляция мРНК приводит к появлению в клетке новых белков, которые вызывают физиологический эффект этих гормонов.

Стероидные и тиреоидные гормоны могут также репрессировать некоторые гены, что реализуется в биологический эффект путем уменьшения количества определенных белков в клетке. Обычно эти гормоны изменяют содержание того или иного белка не путем ускорения-замедления транскрипции функционирующих генов, а за счет включения-выключения новых генов. Так, например, стимулирование глюкокортикоидами аминотрансферазной активности печени происходит благодаря появлению в клетках новых изоформ аминотрансфераз.

К числу белков, экспрессия которых в клетке контролируется гормонами, относятся не только ферменты, участвующие в метаболизме, но и многие рецепторы, а также регуляторные белки и ферменты, участвующие в обмене вторичных посредников. Благодаря этому стероидные и тиреоидные гормоны могут участвовать в формировании не только возрастных и половых признаков, но и определять психоэмоциональный статус организма, а также баланс катаболических и анаболических реакций в органах и тканях, их чувствительность к нейромедиаторам и гормонам.

3. Регуляция образования и выделения гормонов

Центральную роль в сохранении гормонального равновесия играет гипоталамус, отдел промежуточного мозга. Гипоталамус и гипофиз составляют функциональный комплекс, называемый гипоталамо-гипофизарной системой. Его назначение – нейрогуморальная регуляция всех вегетативных функций и поддержание постоянства внутренней среды организма – гомеостаза.

Гипоталамус оказывает регулирующее влияние на эндокринные железы либо по нисходящим нервным путям, либо через гипофиз (гуморальный путь). В нейросекреторных клетках гипоталамуса образуются нейрогормоны: окситоцин и вазопрессин, а также особые гормоны, называемые рилизинг-факторами. Образование и выделение таких веществ получило название нейросекреции. Нейросекреторные клетки образуют на капиллярах своеобразные нейрокапиллярные синапсы, через которые гормоны поступают в кровь. Рилизинг-факторы благодаря особенностям кровообращения аденогипофиза – с током крови, через так называемые портальные сосуды поступают к передней доле гипофиза и, омывая ее клетки, стимулируют или угнетают образование тропных гормонов, регулирующих деятельность щитовидной, половой желез и надпочечников.

Важнейшим фактором, регулирующим образование гормонов, является состояние регулируемых им процессов и уровня тех или иных веществ в крови. Так, например, паратгормон повышает содержание кальция в крови, но избыток кальция в свою очередь угнетает активность паращитовидных желез. Уменьшение сахара в крови тормозит секрецию инсулина, понижающего уровень сахара в крови, и усиливает выделение глюкагона, увеличивающего содержание сахара в крови. Эта форма регуляции, называемая обратной связью, является главной для гипофиза независимых желез – паращитовидных, панкреатических островков, вилочковой.

Регуляция эндокринной функции организма, сложные гормональные воздействия регулируются центральной нервной системой. Железы внутренней секреции имеют обширную эфферентную вегетативную иннервацию. Аfferентная импульсация из эндокринных желез поступает в центры вегетативной регуляции гипоталамуса. Уровень секреции эндокринных желез находится под контролем коры больших полушарий мозга.

Эндокринные влияния изменяются рефлекторно: импульсы с проприорецепторов, болевое раздражение, эмоциональные факторы, психические и физические напряжения влияют на секрецию гормонов. Эти влияния в конечном итоге реализуются через симпатические и парасимпатические нервы.

Все железы внутренней секреции включены в систему нейрогормональной регуляции. Примером подобной системы может служить регуляция внутрисекреторной функции гипофиза. Передняя доля гипофиза находится как под контролем симпатических нервов, так и под влиянием гуморальных факторов гипоталамуса, поступающих к гипофизу по нервным структурам (нейросекреция).

Как было уже сказано выше, под влиянием нейросекретов гипоталамуса – рилизинг-факторов – передняя доля гипофиза усиливает секрецию гонадо-, кортико-, соматотропных и других гормонов. В гипоталамусе вырабатываются и вещества, тормозящие выделение некоторых гормонов. Выделение рилизинг-факторов и тормозящих веществ регулируется по принципу обратной связи уровнем содержания гормонов в крови.

Гипоталамус обладает высокой чувствительностью к уровню гормонов в крови. Изменение их содержания регулирует выделение растормаживающих факторов гипоталамуса. Образование гормонов, выделяемых задней долей гипофиза, происходит практически полностью в самом гипоталамусе. Гипоталамус является высшим регулятором гормональной функции.

Регуляция функций поджелудочной, щитовидной, половых желез имеет примерно одинаковую схему нейрогуморального управления, осуществляемого по системному принципу.

Изменение концентрации гормонов в крови и моче является важнейшим средством оценки эндокринных функций. Анализы мочи в ряде случаев более практичны, однако уровень гормонов в крови точнее отражает скорость их секреции. Существуют биологические, химические и иные методы определения гормонов. Биологические методы, как правило, трудоемки и малоспецифичны. Эти же недостатки присущи многим химическим методам.

Современные методы диагностики позволяют не только выявить эндокринное заболевание, но и определить первичное звено его патогенеза, а следовательно, и истоки формирования эндокринной патологии.

Гормональный баланс в организме человека оказывает большое влияние на характер его ВНД. В организме нет ни одной функции, которая не находилась бы под влиянием эндокринной системы, в то же время сами эндокринные железы испытывают влияние нервной системы. Таким образом, в организме существует единая нейрогормональная регуляция его жизнедеятельности.

Современные данные физиологии показывают, что большинство гормонов способно изменять функциональное состояние нервных клеток во всех отделах нервной системы. Например, гормоны надпочечников значительно изменяют силу нервных процессов. Удаление некоторых частей надпочечников у животных сопровождается ослаблением процессов внутреннего торможения и процессов возбуждения, что вызывает глубокие нарушения всей ВНД. Гормон гипофиза в малых дозах повышает ВНД, а в больших – угнетает ее. Гормоны щитовидной железы в малых дозах усиливают процессы торможения и возбуждения, а в больших – ослабляют основные нервные процессы. Известно также, что гипер- или гипофункция щитовидной железы вызывает грубые нарушения ВНД человека.

Значительное влияние на процессы возбуждения и торможения и работоспособность нервных клеток оказывают половые гормоны. Удаление половых желез у человека или их патологическое недоразвитие вызывают ослабление нервных процессов и значительные нарушения психики. Кастрация в детском возрасте нередко приводит к умственной неполноценности. Показано, что у девочек во время наступления менструации ослабляются процессы внутреннего торможения, ухудшается образование условных рефлексов, существенно снижается уровень общей работоспособности. Особенно многочисленные примеры влияния эндокринной сферы на психическую деятельность детей и подростков дает клиника заболеваний. Повреждение гипоталамо-гипофизарной системы и нарушение ее функций чаще всего встречаются в подростковом возрасте и характеризуются расстройствами эмоционально-волевой сферы и морально-этическими отклонениями. Подростки становятся грубыми, злобными, с склонностью к воровству и бродяжничеству; нередко наблюдается повышенная сексуальность.

Таким образом, связь нервной и эндокринной регуляторных систем, их гармоничное единство является необходимым условием нормального физического и психического развития детей и подростков.

4. Возрастные особенности эндокринных желез

Эндокринные железы играют важную роль в процессе роста и развития организма. Их гормоны участвуют в координации всех физиологических функций, обеспечивают периодичность функциональных процессов организма – биологических ритмов.

Эндокринные железы начинают функционировать во внутриутробном периоде. Гормоны и биологически активные вещества уже влияют на рост и развитие эмбриона и плода. Большая часть гормонов начинает синтезировать уже на втором месяце внутриутробного развития. С появлением в эндокринных железах рецепторов к гормонам гипофиза между ними формируются связи, окончательное становление которых происходит после рождения.

В постнатальном периоде развития эндокринная система играет исключительно важную роль в процессах роста и развития организма. До начала полового созревания ведущая роль в развитии органов и систем организма принадлежит гормону роста, гормонам щитовидной железы, инсулину, а затем половым гормонам. Многие гормоны, в том числе тиреоидные гормоны, андрогены и эстрогены, определяют начало и темпы полового созревания.

Гипофиз начинает функционировать с 9-10-й недели внутриутробного периода. У новорожденных мальчиков его масса 0,125 г, у девочек – 0,250 г. Наибольший прирост массы гипофиза наблюдается в период полового созревания. Клетки задней доли гипофиза созревают на первом году жизни. У новорожденных исключительно важную роль играет тиреотропный, адренокортикотропный гормоны и гормон роста, который продуцируют клетки аденогипофиза. Уровень гормона роста самый высокий у новорожденных. После рождения его содержание в крови существенно снижается, достигая нормы взрослого человека к 3-5 годам.

Щитовидная железа в онтогенезе начинает развиваться одной из первых. У новорожденного ее масса составляет 1-5 г, максимальная масса (14-15 г) наблюдается в 15-16 лет в постнатальном периоде продукция трийодтиронина и тироксина возрастает, что обеспечивает умственное, физическое и половое развитие. Недостаток продукции этих гормонов (особенно в 3-6 лет) вызывает слабоумие (кретинизм) в период полового созревания происходит подъем активности щитовидной железы, который проявляется в повышении возбудимости нервной системы. снижение активности желез наблюдается в 21-30 лет.

Паращитовидные железы начинают формировать на 5-6-й неделе внутриутробного периода. У новорожденных масса желез составляет в среднем 5 мг, у взрослого человека – 75-85 мг. Максимальная активность желез наблюдается в первые 7 лет жизни, особенно в первые

два года. Недостаточная продукция паратгормона вызывает разрушение зубов, выпадение волос, а избыточная – повышенное окостенение.

Надпочечники у новорожденного имеют массу около 7 г. Рост желез происходит до 30 лет. Развитие коркового вещества завершается к началу второго года жизни. С самых первых дней после рождения глюкокортикоиды принимают участие в реализации стресс-реакций. Наибольшая продукция глюкокортикоидов отмечается в 1-3 года, а также в пубертатном периоде. Мозговое вещество надпочечников начинает продуцировать катехоламины (преимущественно норадреналин), начиная с 16-й недели внутриутробного периода. Основной рост мозгового вещества наблюдается в 3-8 лет, а также в пубертатном периоде.

Эпифиз у новорожденных имеет массу около 7 мг, у взрослого – 200 мг. Продуцируемый эпифизом мелатонин тормозит половое и физическое развитие, блокирует функцию щитовидной железы. Снижение гормонопродуцирующей функции эпифиза наблюдается с 4-7 лет, в пубертатном периоде концентрация этого гормона в крови снижена.

Половые железы развиваются из единого эмбрионального зачатка. половая дифференцировка происходит на 7-8-й неделе эмбрионального периода развития.

Мужские половые железы. На 11-17-й неделях уровень андрогенов у плода мужского пола достигает значений, характерных для взрослого организма. Благодаря этому половых гормонов происходит по мужскому типу. Масса яичника у новорожденного 0,3 г. Его гормонально продуцирующая активность снижена. Под влиянием гонадолиберина с 12-13 лет она постепенно возрастает и к 16-17 годам достигает уровня взрослых. Подъем гормонопродуцирующей активности вызывает пубертатный скачок роста, появление вторичных половых признаков, а после 15 лет – активацию сперматогенеза.

Женские половые железы. Начиная с 20-й недели внутриутробного периода в яичнике происходит образование примордиальных фолликулов. К моменту рождения масса яичника составляет 5-6 г, у взрослой женщины – 6-8 г. в течение постнатального онтогенеза в яичнике выделяют три периода активности: нейтральный (от рождения до 6-7 лет), препубертатный (от 8 лет до первой менструации), пубертатный (от момента первой менструации до менопаузы). На всех этапах фолликулярные клетки продуцируют эстрогены в разных количествах. Низкий уровень Эстрогенов до 8 лет создает возможность дифференцировки гипоталамуса по женскому типу, продукция эстрогенов в пубертатном периоде уже достаточна для пубертатного скачка (рост скелета, а также для развития вторичных половых признаков).

Постепенный рост продукции эстрогенов приводит к менархе и становлению регулярного менструального цикла.

Вопросы для самоконтроля

1. Общая характеристика эндокринной системы.
2. Значение нервной системы для регуляции желез внутренней секреции.
3. На какие группы делятся железы внутренней секреции человека?
4. Классификация гормонов по их химическим признакам.
5. Молекулярные механизмы действия гормонов
6. Гипофиз как главная железа внутренней секреции. Гормоны гипофиза, какие функции они выполняют в организме человека.
7. Эпифиз, строение, функции и возрастные особенности.
8. Щитовидная железа и ее гормоны в организме человека.
9. Надпочечники и их роль в регуляции функции в организме человека.
10. Системы гипоталамо-гипофизарной области.
11. Половые железы, их гормоны.
12. Стадии полового созревания по Дж. Таннеру.

ТЕМА 19. ЛИМФАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

ПЛАН

1. Строение и функции лимфатической системы
2. Состав и количество лимфы
3. Лимфообразование и лимфоотток
4. Эволюция лимфатической системы

1. Строение и функции лимфатической системы

Лимфатическая система включает разветвленные в органах и тканях лимфатические капилляры (лимфокапилляры), лимфатические сосуды, стволы и протоки. На путях следования лимфатических сосудов лежат лимфатические узлы

Функцией лимфатической системы, важнейшей защитной системы в теле человека, является выведение из органов и тканей продуктов обмена веществ, растворенных и взвешенных в тканевой жидкости, и профильтровывание их через биологические фильтры – лимфатические узлы. В лимфатические капилляры вместе с тканевой жидкостью всасываются вещества, которые не могут проникнуть в кровь через стенки кровеносных капилляров. Это крупнодисперсные белки, частицы погибших клеток, попавшие в организм частицы пыли, микробные тела и продукты их жизнедеятельности, которые в лимфатических узлах задерживаются, распознаются лимфоцитами и уничтожаются с помощью макрофагов. Всосавшаяся в лимфатические капилляры тканевая жидкость вместе с содержащимися в ней веществами называется лимфой.

Лимфа (от лат. *Lympha* – чистая вода) представляет собой прозрачную жидкость щелочной реакции, малой вязкости, в которой всегда присутствуют в большем или меньшем количестве лимфоциты и другие клетки. Биохимический состав лимфы и содержание в ней клеток зависят от строения и функционального состояния органа или ткани, откуда лимфа оттекает.

Лимфатические капилляры являются начальным звеном лимфатической системы. Они имеются во всех органах и тканях тела человека, кроме головного и спинного мозга и их оболочек, глазного яблока, внутреннего уха, эпителия кожи и слизистых оболочек, хрящей, паренхимы селезенки, костного мозга и плаценты. Лимфатические капилляры имеют больший диаметр, чем кровеносные (до 0,2 мм), они имеют слепые выпячивания, расширения (лакуны) в местах слияния.

Лимфатические капилляры, соединяясь между собой, имеют различное направление и формируют замкнутые сети.

Лимфатические сосуды отличаются от капилляров большим диаметром, наличием в своих стенках трех оболочек – эндотелия, мышечной и наружной, соединительнотканной (адвентиции), а также наличием многочисленных клапанов, что придает лимфатическим сосудам характерный четкообразный вид. Лимфатические сосуды, идущие от внутренних органов и мышц, обычно сопровождают кровеносные сосуды и называются *глубокими лимфатическими сосудами*. В подкожной клетчатке лежат *поверхностные лимфатические сосуды*, которые формируются из лимфатических капилляров кожи и подлежащих тканей.

Расположенные на путях тока лимфы **лимфатические узлы** прилежат к кровеносным сосудам, чаще к венам. В зависимости от расположения лимфатических узлов и направления тока лимфы от органов выделены регионарные группы лимфатических узлов. Эти группы получают название от области, где они находятся (например, поднижнечелюстные, паховые, поясничные, подмышечные), или крупного сосуда, вблизи которого узлы залегают (чревные, верхние брыжеечные, яремные). Группы лимфатических узлов, располагающихся под кожей, называются поверхностными, в глубине – глубокими.

Выносящие лимфатические сосуды, выходящие из лимфатических узлов, направляются к лежащим на путях оттока лимфы следующим группам лимфатических узлов или к коллекторным лимфатическим сосудам-протокам, стволам. От правой верхней конечности лимфа собирается в **правый подключичный ствол**, от правой половины головы и шеи – в **правый яремный ствол**, от органов правой половины грудной полости и ее стенок — в **правый лимфатический проток**. Эти три крупных лимфатических сосуда впадают в правый венозный угол, образованный слиянием правых подключичной и внутренней яремной вен. От левой верхней конечности и левой половины головы и шеи лимфа оттекает через **левые подключичный и яремный** стволы, которые впадают в левый венозный угол – место слияния левых подключичной и внутренней яремной вен. От нижней половины тела (ниже диафрагмы) и органов левой половины грудной полости и ее стенок лимфу собирает **грудной лимфатический проток** – самый крупный сосуд лимфатической системы. Грудной проток впадает в левый венозный угол.

2. Состав и количество лимфы

В состав лимфы входят клеточные элементы, белки, липиды, низкомолекулярные органические соединения (аминокислоты, глюкоза, глицерин), электролиты. Клеточный состав лимфы представлен в основном лимфоцитами. В лимфе грудного протока их число достигает $8 \cdot 10^9$ /л. Эритроциты в лимфе в норме встречаются в ограниченном количестве, их число значительно возрастает при травмах тканей, тромбоциты в норме не определяются. Макрофаги и моноциты встречаются редко. Гранулоциты могут проникать в лимфу из очагов инфекции. В лимфе человека содержание белков составляет в среднем 2–3% от объема. Концентрация белков в лимфе зависит от скорости ее образования: увеличение поступления жидкости в организм вызывает рост объема образующейся лимфы и уменьшает концентрацию белков в ней. В лимфе в небольшом количестве содержатся все факторы свертывания, антитела и различные ферменты, имеющиеся в плазме.

Количество лимфы в организме человека составляет примерно 1500 мл, однако ее содержание в разных органах различно и соответствует их функции. Так, на 1 кг массы печени приходится 21–36 мл лимфы, сердца – 5–18, селезенки – 3–12, мышц конечностей. 2–3 мл. Наиболее высокое содержание лимфы в печени объясняется её участием в транспорте питательных веществ из кишки.

3. Лимфообразование и лимфоотток

Лимфа – жидкость, возвращаемая в кровоток из тканевых пространств по лимфатической системе. Лимфа образуется из тканевой (интерстициальной) жидкости, накапливающейся в межклеточном пространстве в результате преобладания фильтрации жидкости над реабсорбцией через стенку кровеносных капилляров.

У низших позвоночных лимфа продвигается посредством автоматических сокращений расширенных участков лимфатических сосудов, имеющих утолщенную мышечную стенку, – лимфатических сердец. У высших позвоночных и человека образовавшаяся в капиллярах лимфа постоянно оттекает в грудной проток, правый лимфатический, яремный, подключичный протоки. Собирая лимфу из разных частей тела, протоки обеспечивают ее продвижение в вену.

В оттоке лимфы ведущее значение принадлежит силе напорного проталкивающего действия жидкости, проникающей из межтканевого пространства в лимфатические капилляры. Этот обмен происходит на основе *гидростатического* давления, под действием которого кровь

движется по микроциркуляторному руслу. Обмен зависит от разности между коллоидно-осмотическим давлением белков плазмы крови и тканевой жидкости. Вновь образующаяся лимфа механически вытесняет ту, которая ранее заполняла лимфатические капилляры.

В движении лимфы значительную роль играют *ритмические сокращения стенок* самих лимфатических сосудов. Некоторые из них могут спонтанно сокращаться с частотой 8–10 в 1 мин.

На продвижение лимфы по сосудам существенное влияние оказывает *сокращение скелетной мускулатуры*, окружающей лимфатические пути. Эти сокращения создают своеобразный лимфатический насос. Лимфооттоку способствуют изменение *внутрибрюшного давления и движение органов пищеварения*, что создает непрерывный отток лимфы в брюшных лимфатических сосудах, а также *пульсация аорты и дыхательные движения*.

Таким образом, выделяют следующие факторы движения лимфы по сосудам:

1. Ритмическое сокращение стенок крупных лимфатических сосудов;
2. Наличие клапанов в лимфатических сосудах;
3. Присасывающее действие расширенного грудного лимфатического протока в момент увеличения объема грудной полости при вдохе и отрицательное давление в грудной полости;
4. Сокращение скелетных мышц.

4. Эволюция лимфатической системы

Лимфатическая система, обособленная от кровеносной, присуща всем позвоночным животным. У ланцетника и круглоротых имеется еще недифференцированная гемолимфатическая система. Отделение лимфатической системы от кровеносной впервые происходит у костистых рыб, где она представлена поверхностными и глубокими продольными, а также кишечно-брыжеечными лимфатическими сосудами. Кроме того, между внутренними органами, перикардом и жаберными мешками расположены лимфатические синусы.

У амфибий и рептилий появляются так называемые *лимфатические сердца*. Они представляют собой сократительные органы, в стенках которых находятся мышечные волокна. Лимфатические сердца имеют вид одно- или многокамерных пузырьков, которые соединены с одной стороны с лимфатическими сосудами и синусами, с другой – с венами. У лягушки таких сердец 4, у тритона 15 боковых и несколько в тазовой, лопаточной и других областях. У рептилий наряду с синусами появляются сплетения лимфатических сосудов, имеется два задних

лимфатических сердца. У неплавающих птиц лимфатические сердца обнаруживаются только на эмбриональной стадии. Лимфатические узлы отсутствуют у рыб, амфибий, рептилий и впервые появляются у водоплавающих птиц. Их лимфатические сосуды впадают в вены в нескольких местах. У млекопитающих строение лимфатической системы усложняется, в лимфатических сосудах появляются клапаны, возникает большое число лимфатических узлов.

Вопросы для самоконтроля

1. Функции лимфатической системы.
2. Звеньев (составных частей) лимфатической системы.
3. Отличия лимфатических сосудов от лимфатических капилляров.
4. Характеристика основных лимфатических протоков и стволов.
5. Лимфатические узлы, характеристика и расположение.
6. Лимфа, их состав и количество в организме человека.
7. Эволюция лимфатической системы.

ТЕМА 20. ИММУННАЯ СИСТЕМА

ПЛАН

1. Общая характеристика иммунной системы
2. Центральные органы иммунной системы
3. Периферические органы иммунной системы
4. Онтогенез иммунной системы

1. Общая характеристика иммунной системы

Органы кроветворения и иммунной системы тесно связаны между собой общностью строения, происхождения и функций. Ретикулярная ткань является стромой и костного мозга (органа кроветворения), и органов иммунной системы. Родоначальником всех клеток крови и иммунной (лимфоидной) системы у человека служат стволовые клетки костного мозга, обладающие способностью к многократному (до 100 раз) делению. В связи с этим стволовые клетки составляют самоподдерживающуюся популяцию. Таким образом, костный мозг (красный) одновременно является и органом кроветворения, и органом иммунной системы.

В костном мозге располагаются образовавшиеся из стволовых клеток клетки-предшественники, которые путем сложных превращений (многократное деление) и дифференцировки по трем линиям (эритропоэз, гранулопоэз, тромбоцитопоэз) становятся форменными элементами крови: эритроцитами, лейкоцитами, тромбоцитами – и поступают в кровеносное русло.

Из стволовых клеток в костном мозге развиваются также клетки иммунной системы – *B-лимфоциты*, а из последних – плазматические клетки (плазмоциты). Часть стволовых клеток из костного мозга поступает в кровь, а затем попадает в другой центральный орган иммунной системы – тимус (вилочковая железа), здесь они также дают начало иммунокомпетентным клеткам – *T-лимфоцитам*.

Иммунную систему, по современным данным, составляют все органы, которые участвуют в образовании клеток лимфоидного ряда, осуществляют защитные реакции организма, создают иммунитет – невосприимчивость к веществам, обладающим чужеродными антигенными свойствами. Паренхима всех органов иммунной системы образована лимфоидной тканью, которая состоит из двух составляющих – ретикулярной стромы и клеток лимфоидного ряда. *Ретикулярную строму* образуют ретикулярные клетки и волокна, формирующие

мелкопетлистую сеть. В петлях этой сети располагаются лимфоциты различной степени зрелости, плазмоциты, макрофаги и другие сопутствующие клетки.

К органам иммунной системы принадлежат костный мозг, в котором лимфоидная ткань тесно связана с кроветворной, тимус, лимфатические узлы, селезенка, скопление лимфоидной ткани в стенках полых органов пищеварительной, дыхательной систем и мочевыводящих путей (миндалины, лимфоидные бляшки, одиночные лимфоидные узелки). Эти органы называют также лимфоидными органами, или органами иммуногенеза.

В зависимости от функции и положения в теле человека органы иммунной системы подразделяют на центральные и периферические (рис. 20.1).

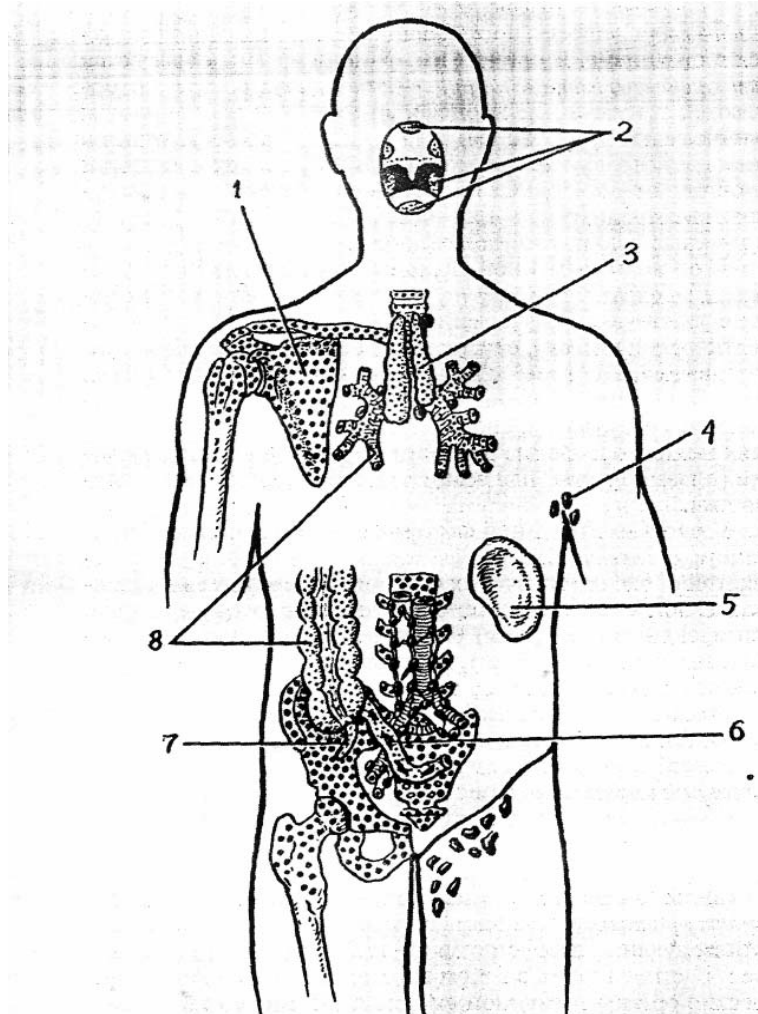


Рис. 20.1. Схема расположения центральных и периферических органов иммунной системы у человека

1 – костный мозг; 2 – миндалины лимфоидного глоточного кольца; 3 – тимус; 4 – лимфатические узлы (подмышечные); 5 – селезенка; 6 – лимфоидная (пейерова) бляшка; 7 – аппендикс; 8 – лимфоидные узелки.

2. Центральные органы иммунной системы

К **центральным органам иммунной системы** относят костный мозг и тимус. Центральные органы иммунной системы расположены в хорошо защищенных местах: костный мозг – в костномозговых полостях, тимус – в грудной полости позади рукоятки грудины.

В **костном мозге** из его стволовых клеток образуются В-лимфоциты (бурсозависимые), независимые в своей дифференцировке от тимуса. В системе иммуногенеза человека костный мозг в настоящее время рассматривается в качестве аналога сумки Фабрициуса — клеточного скопления в стенке клоачного отдела кишки у птиц. Общая масса костного мозга у взрослого человека примерно 2,5–3,0 кг (4,5–4,7 % от массы тела), причем около половины составляет красный костный мозг. Красный костный мозг состоит из миелоидной ткани, включающей ретикулярную ткань и гемоцитопозитические элементы. В нем содержатся стволовые кроветворные клетки – предшественники всех клеток крови и иммунной системы (лимфоидного ряда). В красном костном мозге разветвляются питающие его кровеносные капилляры диаметром 6–20 мкм и широкие капилляры диаметром до 500 мкм – синусоиды, через стенки которых мигрируют в кровеносное русло зрелые форменные элементы (клетки) крови и иммунной системы (В-лимфоциты).

Желтый костный мозг представлен в основном жировой тканью, которая заместила миелоидную и лимфоидную ткани. Наличие желтого цвета жировых включений в переродившихся ретикулярных клетках дало название этой части костного мозга. Кровеобразующие элементы в желтом костном мозге отсутствуют. При больших кровопотерях на месте желтого костного мозга может снова появиться красный костный мозг.

Тимус (вилочковая железа, зобная железа) является, как и костный мозг, центральным органом иммуногенеза. Стволовые клетки, проникающие в тимус из костного мозга с током крови, пройдя ряд промежуточных стадий, превращаются в Т-лимфоциты, ответственные за реакции клеточного иммунитета. В дальнейшем Т-лимфоциты поступают в кровь, покидают тимус и заселяют тимусзависимые зоны периферических органов иммуногенеза. Ретикулоэпителиоциты тимуса секретируют биологически активные вещества, получившие название тимического (гуморального) фактора. Эти вещества влияют на функции Т-лимфоцитов.

В тимусе происходит дифференцировка Т-лимфоцитов (тимусзависимых), образованных из поступивших в этот орган стволовых клеток костного мозга.

Тимус состоит из двух асимметричных по величине долей: правой доли и левой доли. Обе доли могут быть сращены или тесно соприкасаются друг с другом на уровне середины.

Тимус имеет нежную тонкую *соединительнотканную капсулу*, от которой внутри органа, в его корковое вещество, отходят *междольковые перегородки*, разделяющие вещество тимуса на дольки. Паренхима тимуса состоит из более темного коркового вещества и более светлого мозгового вещества, занимающего центральную часть долек.

Строма тимуса представлена ретикулярной тканью и звездчатой формы многоотростчатými эпителиальными клетками – эпителиоретикулоцитами тимуса.

В петлях сети, образованной ретикулярными клетками и ретикулярными волокнами, а также эпителиоретикулоцитами, располагаются лимфоциты тимуса (timoциты).

3. Периферические органы иммунной системы

Периферические органы иммунной системы располагаются на путях возможного внедрения в организм чужеродных веществ или на путях следования таких веществ, образовавшихся в самом организме.

Периферические органы иммунной системы находятся на границах сред обитания микрофлоры, в участках возможного внедрения в организм чужеродных веществ. Здесь формируются как бы пограничные, охранные зоны «сторожевые посты», «фильтры», содержащие лимфоидную ткань. **Миндалины** залегают в стенках начального отдела пищеварительной трубки и дыхательных путей, образуя так называемое глоточное лимфоидное кольцо (кольцо Пирогова – Вальдейера). Лимфоидная ткань миндалин имеется на границе полости рта, полости носа – с одной стороны и полости глотки и гортани – с другой.

Миндалины представляют собой скопления лимфоидной ткани, содержащие небольших размеров более плотные клеточные массы – лимфоидные узелки.

Миндалины: язычная и глоточная (непарные), небная и трубная (парные) – расположены у входа в глотку из полости рта и из полости носа, т.е. на путях поступления в организм пищи и вдыхаемого воздуха. Пища до расщепления на аминокислоты, простые сахара и эмульгированные жиры является для организма чужеродным продуктом. Во вдыхаемом воздухе всегда находятся в небольшом количестве

пылевые и другие посторонние частицы. Кроме того, вместе с пищей и вдыхаемым воздухом в организм человека могут попасть микроорганизмы и продукты их жизнедеятельности. Таким образом, миндалины, образующие вокруг входа в глотку глоточное лимфоидное кольцо (кольцо Пирогова-Вальдейера), являются важными органами иммунной системы, которые первыми соприкасаются с чужеродными веществами, поступающими в пищеварительный и дыхательный пути человека.

Язычная миндалина непарная, залегает под многослойным эпителием слизистой оболочки корня языка, нередко в виде двух скопленных лимфоидной ткани.

Небная миндалина парная, имеет неправильную форму, близкую к форме миндального ореха, располагается в миндалинковой ямке, которая представляет собой углубление между расходящимися книзу небно-язычной дужкой спереди и небно-глоточной дужкой сзади.

Глоточная миндалина непарная, располагается в области свода и отчасти задней стенки глотки.

Трубчатая миндалина парная, представляет собой скопление лимфоидной ткани в виде прерывистой пластинки в области глоточного отверстия и хрящевой части слуховой трубки.

Лимфоидные (пейеровы) бляшки располагаются в стенках тонкой кишки, главным образом подвздошной, вблизи места впадения ее в слепую, возле границы двух различных отделов пищеварительной трубки: тонкой и толстой кишок. По другую сторону подвздошно-слепокишечного клапана многочисленные плотно лежащие друг возле друга лимфоидные узелки находятся в стенках червеобразного отростка. **Одиночные лимфоидные узелки** рассеяны в толще слизистой оболочки органов пищеварения, дыхательных и мочевыводящих путей для осуществления иммунного надзора на границе организма и внешней среды, представленной воздухом, содержимым пищеварительного тракта, выводимой из организма мочой.

Многочисленные **лимфатические узлы** лежат на путях следования лимфы (тканевая жидкость) от органов и тканей в венозную систему. Чужеродный агент, попадающий в ток лимфы из тканевой жидкости, задерживается в лимфатических узлах и обезвреживается. На пути тока крови из артериальной системы (из аорты) в систему воротной вены, разветвляющейся в печени, лежит **селезенка**, функцией которой является иммунный контроль крови.

Аппендикс (червеобразный отросток) у детей и подростков в своих стенках содержит 450-550 лимфоидных узелков. Лимфоидные узелки аппендикса располагаются в слизистой оболочке и подслизистой

основе на всем протяжении этого органа, от его основания (возле слепой кишки) до верхушки. Почти все лимфоидные узелки в эти возрастные периоды имеют центры размножения. Поперечные размеры одного узелка составляют 0,2 – 1,2 мм.

Лимфоидные бляшки тонкой кишки, или, как их еще называют, пейеровы бляшки, представляют собой узелковые скопления лимфоидной ткани. Бляшки располагаются в стенках тонкой кишки, главным образом ее конечного отдела – подвздошной кишки, в толще слизистой оболочки и в подслизистой основе.

Одиночные лимфоидные узелки имеются в толще слизистой оболочки и в подслизистой основе органов пищеварительной системы (глотка, пищевод, желудок, тонкая кишка, толстая кишка, желчный пузырь), органов дыхания (гортань, трахея, главные, долевые и сегментарные бронхи), а также в стенках мочеточников, мочевого пузыря, мочеиспускательного канала.

Селезенка выполняет функции иммунного контроля крови. Она расположена на пути тока крови из магистрального сосуда большого круга кровообращения – аорты в систему воротной вены, разветвляющейся в печени. Селезенка находится в брюшной полости, в области левого подреберья, на уровне от IX до XI ребра. Масса селезенки у взрослого человека составляет 192 г у мужчины и 153 г у женщины, длина – 10-14 см, ширина – 6-10 см и толщина – 3-4 см.

Селезенка имеет форму уплощенной и удлиненной полусферы. Она темно-красного цвета, на ощупь мягкая. У селезенки выделяют две поверхности: диафрагмальную и висцеральную. Гладкая выпуклая диафрагмальная поверхность обращена латерально и вверх к диафрагме. Переднемедиальная висцеральная поверхность неровная, на ней выделяют ворота селезенки и участки к которым прилежат соседние органы.

От фиброзной оболочки, находящейся под серозным покровом, внутрь органа отходят соединительнотканые перекладины – трабекулы селезенки. Между трабекулами находится паренхима – пульпа (мякоть) селезенки. Выделяют красную пульпу, располагающуюся между венозными синусами селезенки и состоящая из петель ретикулярной ткани, заполненных эритроцитами, лейкоцитами, лимфоцитами, макрофагами. Белая пульпа образована селезеночными лимфоидными периартериальными муфтами, лимфоидными узелками и макрофатально-лимфоидными муфтами (эллипсоидами) состоящими из лимфоцитов и других клеток лимфоидной ткани, залегающих в петлях ретикулярной стромы.

Периартериальные лимфоидные муфты окружают пульпарные артерии от места выхода их из трабекул и вплоть до эллипсоидов. Каждая пульпарная артерия окружена 2-4 рядами (слоями) клеток лимфоидного ряда, состоящими из малых и средних лимфоцитов, плазматических и ретикулярных клеток, макрофагов, а также единичных больших лимфоцитов и клеток с картиной митоза.

Лимфоидные узелки диаметром от 300 мкм до 1 мм располагаются по ходу лимфоидных муфт, образуя их утолщения.

Лимфатические узлы являются наиболее многочисленными органами иммунной системы, служат биологическими фильтрами для протекающей по ним лимфы. Она лежит на путях следования лимфатических сосудов от органов и тканей к лимфатическим протокам и стволам. Располагаются лимфатические узлы обычно группами. В группе может быть два и более, а иногда несколько десятков узлов.

Каждый лимфатический узел снаружи покрыт соединительнотканной капсулой, от которой внутрь органа отходят тонкие ответвления – перекладины, капсулярные трабекулы (рис. 16.2). В том месте, где из лимфатического узла выходят выносящие лимфатические сосуды, узел имеет небольшое вдавление – ворота. В области ворот капсула довольно сильно утолщается, образуя воротное (хиларное) утолщение. От воротного утолщения в паренхиме узла отходят воротные трабекулы. Наиболее длинные из них соединяются с капсулярными трабекулами.

Паренхима лимфатического узла разделяют на корковое и мозговое вещество. Корковое вещество более темное, находится ближе к капсуле, занимает периферические отделы узла. Более светлое мозговое вещество лежит ближе к воротам узла и занимает центральную его часть. В корковом веществе располагаются округлые образования диаметром 0,5-1,0 мм – лимфоидные узелки.

Паренхима мозгового вещества представлена тяжами лимфатической ткани – мякотными тяжами. Они простираются от внутренних отделов коркового вещества до ворот узла и вместе с лимфоидными узелками образуют В-зависимую зону. Мякотные тяжи соединяются друг с другом, в результате чего создаются сложные переплетения.

Паренхима лимфатического узла пронизана густой сетью узких каналов – лимфатическими синусами, по которым поступающая в узел лимфа течет от подкапсулярного (краевого) синуса к воротному синусу. Вдоль капсулярных трабекул лежат синусы коркового и мозгового вещества.

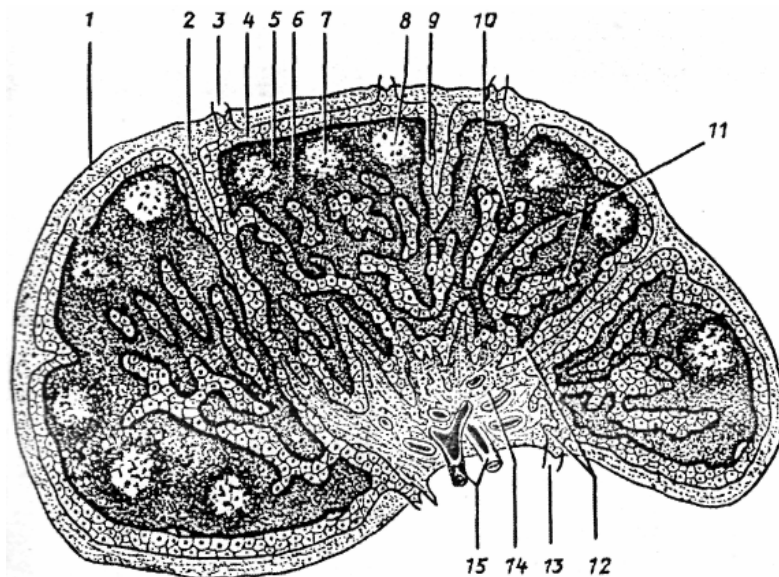


Рис. 20.2. Строение лимфатического узла

1– капсула, 2 – капсулярная трабекула, 3 – приносящий лимфатический сосуд, 4 – подкапсулярный (краевой) синус, 5 – корковое вещество, 6 – паракортикальная (тимусзависимая) зона (околокорковое вещество), 7 – лимфоидный узелок, 8 – центр размножения, 9 – вокруг узелковый корковый синус, 10 – мякотный тяж, 11 – мозговой синус, 12 – воротный синус, 13 – выносящий лимфатический сосуд, 14 – воротное утолщение, 15 – кровеносный сосуд

4. Онтогенез иммунной системы

Все органы иммунной системы достигают своего максимального развития (масса, размеры, число лимфоидных узелков, наличие в них центров размножения) в детском возрасте и подростков. Начиная с подросткового, юношеского и даже детского возраста как в центральных, так и в периферических органах иммунной системы постепенно уменьшается количество лимфатических узлов, в них исчезают центры размножения, уменьшается количество лимфоидной ткани. На месте лимфоидной ткани появляется жировая ткань, которая замещает лимфоидную паренхиму. В этих органах по мере увеличения возраста человека разрастается соединительная, жировая ткань.

Возрастные особенности костного мозга. У новорожденного красный костный мозг занимает все костномозговые полости. Отдельные жировые клетки в красном костном мозге впервые появляются после рождения (1-6 мес.). После 4 – 5 лет красный костный мозг в диафизах костей постепенно начинает замещаться желтым костным мозгом. К 20 – 25 годам желтый костный мозг занимает костномозговые полости диафизов трубчатых костей. Что касается костномозговых полостей плоских костей, то в них жировые клетки составляют до 50% объема костного мозга.

В старческом возрасте желтый костный мозг может приобретать слизиподобную консистенцию (желатиновый костный мозг).

Возрастные особенности тимуса. Тимус достигает максимальных размеров у детей и подростков. У новорожденных тимус хорошо развит, его масса составляет 13 гр., в 6-5 лет – 30 гр., в 10-15 лет – 31 гр. Верхняя граница тимуса у новорожденных располагается на 2 – 2, 5 см выше рукоятки грудины. Правая доля тимуса лежит несколько выше левой: нижняя граница левой доли определяется на уровне 2 – 3-го реберного хряща, правый – на 4 – 5 –м реберном хряще. Кортикальный слой преобладает над мозговым. Большое количество тимических телец (Гассала), свидетельствует о зрелости ткани к моменту рождения. После 16 лет масса тимуса постепенно уменьшается, в 50 – 90 лет она равна 13,4 гр. Лимфоидная ткань тимуса не исчезает полностью даже в старческом возрасте.

Наряду с перестройкой и уменьшением количества коркового и мозгового вещества в паренхиме тимуса рано появляется жировая ткань. Отдельные жировые клетки обнаруживаются в тимусе у детей в 2 – 3 года. В дальнейшем наблюдается разрастание соединительнотканной стромы в органе и увеличение количества жировой ткани. К 30 – 50 годам жизни жировая ткань замещает большую часть паренхимы органа.

Если у новорожденного соединительная ткань составляет только 7 % массы тимуса, то у лиц старше 50 лет – до 90 %.

Возрастные особенности миндалин. Наибольшее количество лимфоидных узелков в **небной миндалине** наблюдается в возрасте от 2 до 16 лет. Разрастание соединительной ткани в небной миндалине особенно интенсивно происходит после 25 – 30 лет наряду с уменьшением количества лимфоидной ткани. После 40 лет лимфоидные узелки в лимфоидной ткани небной миндалины встречаются редко.

Глоточная миндалина достигает наибольших размеров в 8 – 20 лет, после 30 лет величина ее постепенно уменьшается.

Трубная миндалина достигает наибольших размеров в возрасте 4-7 лет.

Возрастные особенности лимфоидных узелков. Число крупных лимфоидных бляшек длиной более 4 см у подростков (12 – 16 лет) равно 9 – 12, а мелких варьирует от 122 до 316. Начиная с юношеского возраста количество всех лимфоидных бляшек уменьшается до 60 – 160 в пожилом и старческом возрасте. После 50 – 60 лет центры размножения в лимфоидных узелка бляшек встречаются редко, в 70 и более лет бляшки принимают вид диффузных скоплений лимфоидной ткани.

Возрастные особенности аппендикса. После 20 – 30 лет число лимфоидных бляшек аппендикса заметно уменьшается. У людей старше 60 лет лимфоидные узелки в стенках аппендикса встречаются редко.

Возрастные особенности селезенки. У новорожденного селезенка может быть овальной, треугольной или округлой формы, у нее выражена дольчатость. Масса селезенки у новорожденных равна 8 г (к 5 годам – 60 г). Располагается селезенка на уровне от 8 до 10 ребра (высокое положение) до 12 ребра (низкое положение). В период второго детства (8 – 12 лет) селезенка приобретает форму и положение такие же, как у взрослого человека.

Возрастные особенности лимфатических узлов. В лимфатических узлах у людей, начиная с юношеского, зрелого возраста, особенно в пожилом и старческом, лимфоидную паренхиму замещает жировая ткань.

Вопросы для самоконтроля

1. Функции иммунной системы.
2. Центральные и периферические органы иммунной системы, и их характеристика.
3. Строение и функции миндалин.
4. В каких органах иммунной системы имеются лимфоидные узелки и их строение.
5. Строение и функции лимфоидных структур селезенки.
6. Строение и функции лимфатического узла.
7. Онтогенез иммунной системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агаджанян, Н.А. Основы физиологии человека: учебник / Н.А. Агаджанян, И.Г. Власова, Н.В. Ермакова, В.И. Торшин. – 2-е изд., испр. – М.: Изд-во РУДН, 2004. – 408 с.
2. Анатомия человека: в 2 т. / под ред. М.Р. Сапина. – М.: Медицина, 2001.
3. Безруких, М.М. Возрастная физиология (Физиология развития ребенка) / М.М. Безруких, В.Д. Сонькин, Д.А. Фарбер. – М.: Академия, 2003. – 416 с.
4. Корнев, М.А. Анатомия человека от эмбриогенезе до зрелости (избранные разделы спланхнологии): учеб. пособие / М.А. Корнев, Т.Н. Надъярная. – СПб.: ФОЛИАНТ, 2002. – 232 с.
5. Любимова, З.В. Возрастная физиология / З.В. Любимова, К.В. Маринова, А.А. Никитина. – М.: Владос, 2004. – 301 с.
6. Мозг / под ред. П.В. Симонова. – М.: Мир, 1984. – 278 с.
7. Начало физиологии: учебник для вузов / под ред А.Д. Ноздрачева. – СПб.: Лань, 2002. – 1088 с.
8. Нормальная физиология: учеб. пособие: в 3 т. Т. 1. Общая физиология / В.Н. Яковлев, И.Э. Есауленко, А.В. Сергиенко [и др.]; / под ред. В.Н. Яковлева. – М.: Академия, 2006. – 240 с.
9. Нормальная физиология: учеб. пособие: в 3 т. Т. 2. Частная физиология / В.Н. Яковлев, И.Э. Есауленко, А.В. Сергиенко [и др.]; / под ред. В.Н. Яковлева. – М.: Академия, 2006. – 288 с.
10. Нормальная физиология: курс физиологии функциональных систем / под ред. К.В. Судакова. – М.: МИА, 1999. – 718 с.
11. Основы физиологии человека: учебник / под ред. Н.А. Агаджаняна, В.И. Циркина. – М.: Изд-во РУДН, 2001. – 408 с.
12. Особенности физиологии детей: учеб. пособие / под ред. В.М. Смирнова. – М.: Изд-во РГМУ, 1993. – 168 с.
13. Псеунок, А.А. Основы анатомии, физиологии детей и подростков / А.А. Псеунок. – Майкоп: Аякс, 2003. – 179 с.
14. Сапин, М.Р. Анатомия и физиология детей и подростков / М.Р. Сапин, З.Г. Брыксина. – М.: Академия, 2004. – 453 с.
15. Сапин, М.Р. Анатомия и физиология человека (с возрастными особенностями детского организма): учеб. пособие / М.Р. Сапин, В.И. Сивоглазов. – 3-е изд. – М.: Академия, 2002. – 448 с.
16. Сапин, М.Р. Анатомия человека. Кн. 2 / М.Р. Сапин, З.Г. Брыксина. – М.: Academia, 2006.

17. Тверская, С.С. Анатомия и физиология: учеб. терминологический словарь-справочник / С.С. Тверская. – Москва; Воронеж: Изд-во НПО «МОДЭК», 2002. – 158 с.
18. Физиологические основы здоровья человека: учебник / под ред. Б.И. Ткаченко. – СПб.; Архангельск: Издательский центр СГМУ, 2001. – 728 с.
19. Физиология человека / под ред. В.М. Покровского, Г.Ф. Коротько. – М.: Медицина, 2003. – 656 с.
20. Физиология. Основы и функциональной системы: курс лекции / под ред. К.В. Судакова. – М.: Медицина, 2000. – 784 с.
21. Чувин, Б.Т. Физиологическая регуляция функций организма человека / Б.Т. Чувин. – М.: Владос, 2004. – 175 с.
22. Физиология человека: в 3 т.: пер.с англ. / под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса. – 3-е изд. – М.: Мир, 2007.

Псеунок Аминет Аскеровна

ВОЗРАСТНАЯ АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ

(лекции)

Сдано в набор 16.06.2008 г. Подписано в печать 13.10.2008 г. Бумага типографская № 1. Гарнитура Arial. Формат бумаги 60x84/16. Усл. печ.л. 16,7. Заказ № 112. Тираж 100 экз.

Участок оперативной полиграфии и множительных работ Адыгейского государственного университета: г. Майкоп, ул. Первомайская, 208.