

**РЕСПУБЛИКА УЗБЕКИСТАН МИНИСТЕРСТВО  
НАРОДНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**НУКУСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ  
ИНСТИТУТ ИМЕНИ АЖИНИЯЗА**

**ФАКУЛЬТЕТ ЕСТЕСТВОЗНАНИЙ И ГЕОГРАФИЯ**

**КАФЕДРА «ЗООЛОГИЯ»**

**Лекция по предмету  
«Возрастная физиология и гигиена» »  
по всем направлениям бакалавриата**

Автор: Р Төрениязова

НУКУС 2014

## 1. Предмет и задачи возрастной физиологии

Предмет возрастной физиологии. Физиология — наука о функциях живого организма как единого целого, о процессах, протекающих в нем, и механизмах его деятельности.

Возрастная физиология является самостоятельной ветвью физиологии. Она изучает особенности жизнедеятельности организма в различные периоды онтогенеза, функции органов, систем органов и организма в целом по мере его роста и развития, своеобразие этих функций на каждом возрастном этапе.

Возрастная физиология как учебный предмет. Возрастную физиологию как науку не следует отождествлять с курсом возрастной физиологии, являющимся учебной дисциплиной в вузах. Задача возрастной физиологии как науки — познавать и открывать новое, ее задача как учебного предмета — сообщить студентам известные знания и методы, созданные наукой

Предмет курса возрастной физиологии. Курс возрастной физиологии — это самостоятельная учебная дисциплина, предметом которой является изучение физиологических особенностей детей и подростков, закономерностей их становления в процессе индивидуального развития и особенностей реакции физиологических функций на педагогические воздействия.

Главный акцент в курсе возрастной физиологии делается на тех теоретических материалах физиологической науки, которые имеют наибольшее значение в практической деятельности учителей и воспитателей. К числу таких вопросов прежде всего следует отнести закономерности высшей нервной деятельности детей и подростков и функциональные особенности их нервной системы.

Задачи курса возрастной физиологии. В числе основных задач курса возрастной физиологии необходимо назвать следующие.

2. Дать необходимые для работы педагога знания анатомио-физиологических особенностей детей и подростков. 2. Сформировать правильное диалектическое понимание основных биологических закономерностей развития организма детей и подростков. 3. Ознакомить с условно-рефлекторными основами процессов обучения и воспитания детей и подростков. 4. Ознакомить с физиологическими механизмами таких сложных психических процессов, как ощущение, восприятие, внимание, память, мышление и физиологическими основами речи и эмоциональных реакций. 5. Развить у будущих учителей умение использовать знания морфофункциональных особенностей организма детей и подростков и физиологии их высшей нервной деятельности при организации учебно-воспитательной работы и анализе педагогических процессов и явлений.

### 2. Общие закономерности роста и развития детей и подростков

Рост и развитие - общебиологическое свойство живой материи. Процессы роста и развития человека начинаются от момента оплодотворения яйцеклетки и непрерывно продолжаются в течение всей жизни. Это единый процесс жизнедеятельности организма.

Рост - количественный процесс, т. е. процесс непрерывного увеличения длины, объема и массы организма за счет увеличения числа клеток или их размеров. Например, кости растут в основном за счет увеличения числа клеток, а мышцы - за счет увеличения размеров самих клеток.

Развитие - комплексный процесс количественных и качественных изменений, происходящих в организме человека и приводящих к повышению уровня сложности организма и взаимодействия всех его систем. Развитие включает три основных фактора: рост, дифференцировка органов и тканей и формообразование (приобретение организмом характерных, присущих только ему, форм), которые находятся в тесной взаимосвязи.

Закономерности онтогенетического развития. К важным закономерностям роста и развития детей относятся неравномерность и непрерывность роста и развития, гетерохрония и явления опережающего созревания жизненно важных функциональных систем.

И. А. Аршавский сформулировал «энергетическое правило скелетных мышц» в качестве основного фактора, позволяющего понять не только специфические особенности физиологических функций организма в различные возрастные периоды, но и закономерности индивидуального развития. Согласно его данным, особенности энергетических процессов в различные возрастные периоды, а также изменение и преобразование деятельности дыхательной и сердечно-сосудистой

систем в процессе онтогенеза находятся в зависимости от соответствующего развития скелетной мускулатуры.

А. А. Маркосян к общим законам индивидуального развития отнес и надежность биологической системы.

Процессы роста и развития протекают непрерывно, но не всегда равномерно: за первый год жизни длина тела новорожденного увеличивается на 50%, за второй - на 13, за третий - на 9%. С четырех до семи лет ежегодно прибавляется 5 - 7%, а с восьми до десяти - только 3%. В период полового созревания наблюдается скачок роста. С 16 до 25 лет интенсивность роста тела снижается, а затем рост прекращается.

Так же неравномерно изменяется масса тела и развиваются отдельные органы и системы. В первый год жизни ребенка масса тела увеличивается на 6 - 7 кг (первый период вытягивания). До четырех лет идет период округления. В 5 - 7 лет рост увеличивается (второй период вытягивания). С 7 до 11 лет наблюдается период округления, а в период полового созревания наблюдается третий период вытягивания.

Неравномерность, или гетерохронность, развития обеспечивает гармоничное соотношение развивающегося организма и окружающей среды, т. е. ускоренно формируются те структуры и функции, которые обеспечивают приспособление организма, его выживание.

Зрелость морфофункциональных возможностей организма в определенный период его развития и их соответствие требованиям окружающей среды характеризуют гармоничность развития организма. Например, масса головного мозга новорожденного составляет 360 - 390 г, в конце первого года жизни она увеличивается в 2 - 2,5 раза, в конце третьего года достигает в среднем 1100 г. В семилетнем возрасте масса мозга 1250 г, а поверхность коры составляет 80 - 90% поверхности коры взрослого человека. Ускорение процесса роста мозга в первые годы объясняется интенсивным формированием связей с окружающим миром, усилением условно-рефлекторной деятельности мозга. Это интенсивный процесс познавательной деятельности ребенка. Лимфатическая система в это время почти не изменяется (развитие начинается к 10 - 12 годам), а половая система начинает быстро развиваться после 11 - 12 лет, приводя организм к половой зрелости.

К общим законам развития организма относится надежность биологической системы - такой уровень регуляции всех процессов в организме, который обеспечивает запас жизненных резервов. Например: кровь одного человека содержит количество фермента тромбина, которое способно обеспечивать свертывание крови у 500 человек; жизнь организма сохраняется при удалении значительной части легочной ткани; артериальная кровь содержит примерно в 3,5 раза больше кислорода, чем его используют ткани и т. д. При неблагоприятных ситуациях это позволяет организму произвести экстренную мобилизацию резервов, гарантирующих приспособленность к новым условиям и быстрый возврат к исходному состоянию.

Отрезок времени, в течение которого процессы роста, развития и функционирования организма идентичны, получил название возрастного периода. Одновременно это отрезок времени, необходимый для завершения определенного этапа развития организма и его готовности к определенной деятельности.

Такая закономерность роста и развития легла в основу возрастной периодизации - объединения формирующихся (растущих и созревающих) детей, подростков и взрослых по возрасту. Возрастная периодизация, объединяя специфические анатомические и функциональные особенности организма, имеет важное значение в медицинской, педагогической, социальной, спортивной, экономической и других отраслях деятельности человека.

### 3. Наследственность и развитие

Наследственность — свойство всех живых организмов сохранять и передавать потомкам характерные особенности строения, функций и индивидуального развития. Носителем наследственной информации человека является хромосомный аппарат ядра клетки, состоящий из 23 пар, или 46 хромосом. Хромосомы подразделяют на аутосомы, одинаковые у обоих полов, и половые хромосомы, отличающиеся у лиц женского и мужского пола: XX — у женщин, XY — у мужчин. Кариотип человека содержит 22 пары аутосом и две половые хромосомы. Клетки тела имеют двойной набор хромосом, половые клетки — одинарный. В процессе оплодотворения половые клетки сливаются, и число хромосом в оплодотворенной яйцеклетке удваивается. Этот механизм обеспечивает передачу потомству генетической информации от обоих родителей. Пол будущего

ребенка определяется в момент оплодотворения в зависимости от сочетания половых хромосом. На основе генетической информации, заключенной в ядре клетки, со 2-й по 12-ю внутриутробного развития закладываются яичники у девочек и семенники (яички) — у мальчиков.

В каждой хромосоме в линейной последовательности расположены гены. Ген — участок молекулы ДНК, несущий информацию о синтезе определенного белка. Набор генов, получаемых потомком от родителей в момент оплодотворения, называется генотипом. Генетический аппарат оплодотворенной яйцеклетки содержит программу индивидуального развития организма. Нарушения генотипа или процесса реализации этой программы приводят к различным отклонениям от нормы.

Здоровье человека во многом обусловлено его генотипом. Генотип - совокупность генов организма человека, находящихся в сложном взаимодействии. Генотипу присуща наследственная (генотипическая) изменчивость (мутации). Мутации - это стойкие внезапные необратимые изменения генотипа, затрагивающие целые хромосомы или участки ДНК (гены). Изменяться может любой участок ДНК. Следовательно, мутации представляют собой качественные изменения признаков, которые, как правило, наследуются в ряде поколений. Мутации проявляются по-разному. Чаще они бывают вредными для организма, и внешним их проявлением являются наследственные заболевания, в том числе некоторые формы слепоты, глухоты, умственной отсталости, нарушения обмена веществ, свертываемости крови и т. д. Кроме того, эти стойкие изменения генотипа имеют индивидуальный характер.

Совокупность генотипов всего населения, проживающего на данной территории, составляет его генофонд.

«Развитие,— писал В. И. Ленин,— есть «борьба» противоположностей». Только в постоянной борьбе между консервативной наследственностью (генетическая программа развития), требующей стабильных условий, и средой, никогда не бывающей постоянной, возможно нормальное развитие ребенка.

При этом физическое и психическое развитие ребенка не следует понимать механистически как пассивный результат взаимодействия наследственности и среды, так как в конечном итоге источником любого развития являются самодвижение материи, внутренние противоречия в самом организме ребенка. Именно внутренние противоречия, возникающие в организме, являются основной движущей силой его развития.

#### 4. Значение нервной системы. Общий план строения нервной системы

Нервная система является ведущей физиологической системой организма, без нее было бы невозможно соединение бесчисленного множества клеток, тканей и органов в единое гармонично работающее целое.

Функции нервной системы могут быть условно поделены на два типа: низшие и высшие. Низшая нервная деятельность представляет собой процессы регуляции всех внутренних органов и физиологических систем организма человека. Высшая нервная деятельность включает в себя те функциональные механизмы мозга, которые обеспечивают человеку адекватный контакт с окружающей средой. Высшие функции лежат в основе психической деятельности человека, но не могут быть сведены к ней.

Таким образом, благодаря деятельности нервной системы мы связаны с окружающим миром, способны восхищаться его совершенством, познавать тайны его материальных явлений. Наконец, благодаря деятельности нервной системы человек способен активно воздействовать на окружающую природу, преобразовывать ее в желаемом направлении. И пока человек творит, его внутренние органы функционируют в оптимальном для данной деятельности режиме. Если архитектор создает проект будущего здания, большинство его мышц работает в статическом режиме, дыхание и сердечный ритм относительно спокойны, расход энергии незначителен. Мышцы же рабочего, воплощающего идеи архитектора в реальные формы, работают в динамическом режиме; дыхательный и сердечный ритм значительно учащены, повышен расход энергии.

Следовательно, высшая и низшая нервная деятельность накладываются одна на другую и должны рассматриваться только в тесном и гармоничном единстве.

Нервная система человека состоит из двух основных отделов: центральной и периферической нервной системы. К центральной нервной системе (ЦНС) относятся головной и спинной мозг, к периферической — все нервные волокна и скопления нервных клеток, расположенные вне ЦНС.

Различают также вегетативную нервную систему и соматическую нервную систему. Первая осуществляет регуляцию деятельности внутренних органов и обмена веществ. Вторая регулирует сокращения поперечнополосатой мускулатуры и обеспечивает чувствительность нашего тела.

Выделение вышеназванных отделов в нервной системе условно. В действительности она представляет собой анатомически и функционально единое целое, элементарной основой которого являются нервные клетки — нейроны, представляющие собой, образно говоря, «атомы» нашего мозга.

## 5. Нервная ткань, физиологические свойства нервной ткани

Помимо нейронов в состав нервной системы входят клетки глии. Совокупность нейронов и глиальных клеток составляет нервную ткань. Клетки глии, окружая со всех сторон нейроны, выполняют для них опорные, питательные и электроизолирующие функции.

В процессе постнатального развития человека значительно изменяется соотношение между глиальными и нервными клетками. У новорожденного количество нейронов выше, чем количество глиальных клеток. К 20—30 годам их соотношение становится равным (50:50), а далее сдвигается в сторону глиальных клеток.

Основными свойствами нервной ткани являются возбудимость, проводимость и лабильность, которые в свою очередь связаны с одним из самых общих свойств всего живого — раздражимостью.

Изменения в окружающей среде или организме называют раздражителями, процесс действия раздражителя — раздражением, а ответные изменения в деятельности клеток и целого организма — биологическими реакциями.

Основные физиологические свойства нервной ткани, ее проводимость, возбудимость и лабильность характеризуют функциональное состояние нервной системы человека, определяют его психические процессы. Нарушение проводимости и возбудимости нервной ткани, например при общем наркозе, прекращает все психические процессы человека и приводит к полной потере сознания.

**Возбудимость и возбуждение.** Клетки нервной ткани в процессе эволюции приспособились к быстрой ответной реакции на действие раздражителя, поэтому нервную ткань называют возбудимой, а ее способность быстро реагировать на раздражение — возбудимостью. Количественной мерой возбудимости является порог раздражения — минимальная величина раздражителя, способная вызвать ответную реакцию ткани. Возбудимость проявляется в процессах возбуждения, которые представляют собой изменение процессов обмена веществ в клетках нервной ткани.

Таким образом, возбуждение нервной клетки связано с изменением обмена веществ и сопровождается появлением электрических потенциалов — электрических, или нервных, импульсов.

**Проводимость.** Проводимость — способность живой ткани проводить возбуждение. Проводимость нервной ткани связана с распространением по ней процессов возбуждения. Возникнув в одной клетке, электрический (нервный) импульс легко переходит на соседние клетки и может передаваться в любой участок нервной системы.

Проводимость нервной ткани связана с тем, что возникший в месте возбуждения потенциал действия в свою очередь вызывает изменения ионных концентраций в соседнем участке. Возникнув на новом участке, потенциал действия вновь вызывает изменение концентрации ионов в соседнем участке и, соответственно, новый потенциал действия и т. д. Таким способом волна возбуждения распространяется вдоль всей ткани или отдельной нервной клетки.

**Лабильность.** Исследуя особенности протекания процессов в различных возбудимых тканях, известный русский и советский физиолог Н. Е. Введенский обнаружил, что различные возбудимые субстраты характеризуются различной скоростью процессов возбуждения. Способность возбудимой ткани отвечать максимальным числом потенциалов действия в ответ на определенную частоту раздражений Н. Е. Введенский назвал лабильностью или функциональной подвижностью. Иначе говоря, лабильность — свойство, характеризующее способность возбудимой ткани воспроизводить максимальное количество потенциалов действия в единицу времени. Оказалось, что нервная ткань обладает наибольшей лабильностью, у мышечной она значительно ниже, самая низкая лабильность у синапсов.

Лабильность ткани в значительной степени зависит от функционального состояния этой ткани. Патологические процессы и утомление приводят к снижению лабильности нервной ткани, а систематические специальные тренировки — к ее повышению.

6.       Нейроны и синапсы, нервы и нервные волокна. Их свойства. Механизм возникновения и передачи нервного импульса

Основная функция нейронов связана с анализом нервных импульсов, несущих закодированную информацию.

Нейроны представляют собой клетки, весьма разнообразные по форме. Вместе с тем общее строение нейронов не отличается от строения любой другой клетки нашего тела. Здесь также можно выделить клеточную мембрану, ядро, ядрышко, клеточные органоиды. Особенностью в строении нейронов является большое количество клеточных отростков и наличие в цитоплазме специфических образований: тигроидного вещества, или тигроидных глыбок, и нейрофибрилл. В состав тигроидного вещества нейрона входит РНК, содержание которой увеличивается до полового созревания, а затем находится на относительно постоянном уровне (если условия существования организма остаются благоприятными). В случае экстремальных (стрессорных) воздействий содержание РНК в тигроидном веществе может уменьшаться, а сами глыбки полностью распадаются, что приводит к гибели нейрона.

Нейрофибриллы представляют собой длинные белковые молекулы, расположенные в теле и отростках нейрона и исчезающие при его длительной работе.

Каждый нейрон имеет один длинный отросток — аксон (от греч. аксон — ось), или нейрит, расположенный всегда в так называемой базальной части нейрона. Аксоны проводят возбуждение от тела нервной клетки к другим нейронам, являясь как бы своеобразным «выходом». Функции «входа» нейрона выполняют его многочисленные короткие ветвящиеся отростки — дендриты (от греч. дендрон — дерево), расположенные в различных частях нервной клетки. Тонкие разветвления дендритов покрыты микроскопическими выростами — шипиками. Существует предположение, что шипики увеличивают площадь контакта нейрона с другими нервными клетками. Число нейронных шипиков значительно увеличивается после рождения и, как показали эксперименты на животных, связано с процессами обучения. Чем более интенсивно проводится обучение, тем большее число шипиков образуется на дендритах, тем в большей степени изменяется их форма.

Связь между отдельными нейронами осуществляется с помощью специального приспособления — синапса, строение и деятельность которого в настоящее время хорошо изучены.

Синапсы состоят из собственно синаптического окончания, представляющего утолщение аксона, синаптической щели и постсинаптической мембраны, являющейся уже частью другого нейрона.

Количество синапсов очень велико, они покрывают тело нейрона, его дендриты и аксон. В целом 80 % мембраны нейрона покрыто синапсами.

Передача закодированной в нервных импульсах информации с одного нейрона на другой осуществляется с помощью медиаторов — особых веществ, способных вызывать возбуждение постсинаптической мембраны. Предполагают, что запасы медиаторов содержатся в синаптических пузырьках, располагающихся в синаптическом окончании. При возбуждении нейрона медиаторы выходят в синаптическую щель, толщина которой составляет не более 20 нм. Передача возбуждения происходит только в одном направлении от синаптического окончания к постсинаптической мембране.

Существуют особые нейроны, синаптические окончания которых выделяют не возбуждающие медиаторы, а тормозные, вызывающие торможение соседствующего нейрона.

Таким образом, передача информации с одного нейрона на другой осуществляется с помощью синапсов.

Число и размеры синапсов в процессе постнатального развития человека значительно увеличиваются. Интересно отметить, что число межнейронных связей находится в прямой зависимости от процессов обучения: чем интенсивнее идет обучение, тем большее число синапсов образуется.

Можно полагать, что эффективность работы мозга зависит от его внутренней организации и непреходящим атрибутом талантливого человека является богатство синаптических связей его мозга.

Нервными волокнами называются покрытые оболочками отростки нервных клеток. Тела нейронов и большая часть их дендритов сосредоточены в спинном и головном мозге. Незначительная часть дендритов и аксоны, длина которых у человека может достигать 1 — 1,5 м, выходят далеко за пределы ЦНС. Сплетаясь друг с другом, они образуют нервы. Нервы видны в виде белых нитей даже

невооруженным глазом. Они, как провода, связывают все участки нашего тела с центральными отделами нервной системы.

Основная функция нервных волокон и нервов — проведение нервных импульсов. Различают чувствительные нервы (афферентные), проводящие нервные импульсы к ЦНС (центростремительные), двигательные нервы (эфферентные), проводящие нервные импульсы от ЦНС к периферическим органам (центробежные), и смешанные нервы, состоящие из чувствительных и двигательных волокон.

Некоторые нервные волокна имеют оболочку, состоящую из жироподобного вещества — миелина, выполняющего трофические, защитные и электроизолирующие функции.

Возникшее возбуждение распространяется по нервному волокну, переходит на другие клетки за счет местных токов, возникающих между возбужденным и покоящимся участком волокна. Проведение возбуждения обусловлено тем, что потенциал действия, возникший в одной клетке, становится раздражителем, вызывающим возбуждение соседних участков.

Возбуждение от одной нервной клетки к другой передается только в одном направлении: с аксона одного нейрона на тело клетки и дендриты другого нейрона.

## 7. Рефлекс, рефлекторная дуга. Нервные центры, их свойства

В основе всей деятельности нервной системы лежат рефлекторные реакции. Рефлекс — это ответная реакция организма на раздражение, происходящая при участии центральной нервной системы.

Допустим, наш палец попал в пламя свечи, и мы тотчас же отдернули руку. Рассмотрим более детально сущность этой реакции. Образно говоря, произошла «катастрофа», наш палец попал в ситуацию, опасную для его «жизни», действие пламени воспринимается нервными окончаниями и в виде нервных импульсов по центростремительным (афферентным) нервным волокнам передается в центральные отделы нервной системы — спинной и головной мозг. Здесь осуществляется анализ полученной информации и в доли секунды принимается решение. «Приказ» — возбуждение в виде нервных импульсов по центробежным (эфферентным) волокнам посылается в исполнительные органы — эффекторы, где расположены специальные нервные окончания, «включающие» исполнительный орган. В нашем примере это мышцы. Мышцы сокращаются, и мы отдергиваем руку. Путь, по которому проходит возбуждение при рефлексе, называется рефлекторной дугой. Ее ведущие части таковы: 1) специальный аппарат, воспринимающий раздражения (сигналы) из окружающей среды или внутренней среды организма, — рецепторы; 2) центростремительные и центробежные нервные волокна, передающие возбуждение; 3) орган управления — центральная нервная система.

В простейшем случае такая рефлекторная дуга состоит из двух нейронов и одного синапса, т. е. является двухнейронной, или моносинаптической.

В большинстве случаев в состав рефлекторных дуг входят три нейрона или более, а связь между ними обеспечивают множество синапсов. Такие дуги называют многонейронными или полисинаптическими.

В осуществлении рефлекторной реакции, как правило, принимают участие многие нейроны спинного и головного мозга. Такую совокупность нейронов, находящихся на различных «этажах» ЦНС, от спинного мозга до коры больших полушарий, называют нервным центром. Существуют нервные центры, раздражение которых вызывает разнообразные рефлексы, например центр дыхания, глотания, слюноотделения и т. д.

Нервные центры состоят из множества нейронов, связанных между собой еще большим количеством синаптических связей. Это обилие синапсов определяют основные свойства нервных центров: односторонность проведения возбуждения, замедление проведения возбуждения, суммацию возбуждений, усвоение и трансформацию ритма возбуждений, следовые процессы и легкую утомляемость.

Односторонность проведения возбуждения в нервных центрах связана с тем, что в синапсах нервные импульсы проходят только в одном направлении — от синаптического окончания аксона одного нейрона через синаптическую щель на клеточное тело и дендриты других нейронов.

Замедление движения нервных импульсов связано с тем, что «телеграфный», т. е. электрический, способ передачи нервных импульсов в синапсах сменяется химическим, или медиаторным, скорость которого в тысячу раз меньше. В среднем все время передачи нервного

импульса (потенциала действия) от одного нейрона через синапс к другому нейрону составляет около 1,5 мс.

В действительности в осуществлении какой-либо реакции человека участвуют сотни и тысячи нейронов и суммарное время задержки проведения нервных импульсов, называемое центральным временем проведения, увеличивается до сотен и более миллисекунд. Например, время реакции водителя с момента включения красного света светофора до начала его ответных действий будет составлять не менее 200 мс.

Таким образом, чем больше синапсов на пути движения нервных импульсов, тем больше проходит времени от начала раздражения до начала ответной реакции. Это время называют временем реакции или латентным временем рефлекса.

У детей время центральной задержки больше, оно увеличивается также при различных воздействиях на организм человека. При утомлении водителя оно может превышать 1000 мс, что приводит в опасных ситуациях к замедленным реакциям и дорожным авариям.

Суммация возбуждений была открыта И. М. Сеченовым в 1863 г. В настоящее время различают пространственную и временную суммацию нервных импульсов. Первая наблюдается при одновременном поступлении к одному нейрону нескольких импульсов, каждый из которых в отдельности является подпороговым раздражителем и не вызывает возбуждение нейрона. В сумме же нервные импульсы достигают необходимой силы и вызывают появление потенциала действия.

Временная суммация возникает при поступлении к постсинаптической мембране нейрона серии импульсов, в отдельности не вызывающих возбуждение нейрона. Сумма этих импульсов достигает пороговой величины раздражения и вызывает возникновение потенциала действия.

Явление суммации можно наблюдать, например, при одновременном подпороговом раздражении нескольких рецепторных зон кожи или при ритмическом подпороговом раздражении одних и тех же рецепторов. И в том и другом случае подпороговые раздражения вызовут ответную рефлекторную реакцию.

Усвоение и трансформация ритма возбуждений в нервных центрах были изучены известным русским и советским ученым А. А. Ухтомским (1875—1942) и его учениками. Сущность усвоения ритма возбуждений заключается в способности нейронов «настраиваться» на ритм поступающих раздражений, что имеет большое значение для оптимизации взаимодействия различных нервных центров при организации поведенческих актов человека. С другой стороны, нейроны способны трансформировать (изменять) поступающие к ним ритмические раздражения в свой собственный ритм.

После прекращения действия раздражителя активность нейронов, составляющих нервные центры, не прекращается. Время этого последствия, или следовых процессов, сильно варьирует у различных нейронов и в зависимости от характера раздражителей. Предполагают, что явление последствия имеет важное значение в понимании механизмов памяти. Непродолжительное последствие до 1 ч, вероятно, связано с механизмами краткосрочной памяти, а более длительные следы, хранящиеся в нейронах многие годы и имеющие большое значение в обучении детей и подростков, связаны с механизмами долговременной памяти.

Наконец, последняя особенность нервных центров — их быстрая утомляемость — также связана в значительной степени с деятельностью синапсов. Существуют данные, что длительные раздражения приводят к постепенному истощению в синапсах запасов медиаторов, к снижению чувствительности к ним постсинаптической мембраны. В результате рефлекторные ответные реакции начинают ослабевать и в конечном итоге полностью прекращаются.

## 8. Нервные процессы, их взаимодействие

В основе деятельности нервной системы лежат два процесса: возбуждение и торможение нейронов. Возбуждение в ЦНС. Основное свойство нервной системы имеет ряд особенностей в ЦНС по сравнению с возбуждением в нервном волокне. В связи с особенностями строения синапсов в ЦНС возможно только одностороннее проведение возбуждения — от окончания аксона, где освобождается медиатор, к постсинаптической мембране. В синапсах ЦНС отмечается замедленное проведение возбуждения. Известно, что возбуждение по нервным волокнам проводится быстро. В синапсах скорость проведения возбуждения примерно в 200 раз ниже скорости проведения возбуждения в нервном волокне. Это связано с тем, что при передаче импульса через синапс затрачивается время на выделение медиатора нервным окончанием в ответ на пришедший импульс, на диффузию медиатора через синаптическую щель к постсинаптической мембране, на возникновение под влиянием этого медиатора возбуждающего постсинаптического потенциала. Торможение в ЦНС. В центральной нервной системе имеет место не только процесс возбуждения. В деятельности всех отделов нервной системы играет важную роль и процесс торможения, результатом которого является ослабление или подавление возбуждения. Явление торможения в ЦНС было открыто И. М. Сеченовым. У лягушки перерезали головной мозг на уровне зрительных бугров и удаляли полушария выше места перерезки. Заднюю лапку опускали в слабый раствор кислоты и определяли время рефлекса отдергивания лапки. Если теперь положить на разрез зрительных бугров кристаллик поваренной соли, то время отдергивания лапки, опущенной в раствор кислоты, заметно удлиняется. И. М. Сеченов объяснил это явление наличием в области зрительных бугров нервных центров, оказывающих тормозящее влияние на рефлекс отдергивания лапки. Позже было показано, что торможение имеет место в деятельности всех отделов ЦНС. Торможение участвует в осуществлении любого рефлекторного акта. Взаимодействие процессов возбуждения и торможения. Взаимодействие процессов возбуждения и торможения обеспечивает всю сложную деятельность нервной системы и согласованную деятельность всех органов человеческого тела. На воздействия из внешней и внутренней среды организм реагирует как единое целое. Объединение деятельности различных систем организма в единое целое (интеграция) и согласование, взаимодействие, ведущее к приспособлению организма к различным условиям среды (координация), связаны с деятельностью ЦНС. Координация нервных процессов. (Иррадиация, индукция, доминанта нервных процессов)

Любая реакция организма представляет собой результат деятельности нервной системы и зависит от функционального состояния многих нервных центров и составляющих их нейронов. Такое согласованное взаимодействие нейронов и нервных процессов называют координацией рефлекторных процессов.

### КОНВЕРГЕНЦИЯ, ИРРАДИАЦИЯ, ИНДУКЦИЯ И ДОМИНАНТА НЕРВНЫХ ПРОЦЕССОВ

Координация нервных процессов, без которой были бы невозможны согласованная деятельность всех органов детского организма и его адекватные реакции на воздействия внешней среды, основывается на следующих особенностях, или принципах.

Конвергенция нервных процессов. В связи с широкой межнейронной связью нервные импульсы к одному нейрону могут приходиться из различных участков нервной системы. Например, на один и тот же нейрон могут конвергировать импульсы от слуховых, зрительных и кожных рецепторов.

Иррадиация нервных процессов. Возбуждение или торможение, возникнув в одном нервном центре, могут распространяться на другие нервные центры. Это явление называют иррадиацией.

Индукция нервных процессов. В каждом нейроне или их скоплениях (нервные центры) один нервный процесс легко переходит в свою противоположность. Это явление называют индукцией. Если возбуждение сменяется на торможение, говорят об отрицательной индукции. Если вслед за торможением наступает возбуждение, говорят о положительной индукции.

Концентрация нервных процессов. Явление концентрации противоположно иррадиации. При этом процессы возбуждения или торможения концентрируются в каком-либо участке нервной системы.

Принцип доминанты. Принцип был открыт А. А. Ухтомским и состоит в том, что деятельность нервной системы как целого связана с образованием в отдельных участках нервной системы господствующих очагов возбуждения. При наличии господствующего, или доминантного, очага возбуждения раздражения, поступающие в другие участки нервной системы, только усиливают

доминантный очаг. Примером доминанты может быть случай, часто встречающийся в школьной практике. Ученик получил плохую оценку, он расстроен и плачет. Друзья успокаивают его, но это вызывает еще более безудержные слезы. Дело в том, что в данный момент в нервной системе ученика функционирует доминанта и все раздражения только усиливают господствующий очаг возбуждения. Доминантный очаг вызывает сильная зубная боль, даже легкое прикосновение к руке больного во время приступов зубной боли усиливает его мучения.

#### 9. Возрастные особенности координации нервных процессов

Деятельность целостного организма всегда связана со сложной координацией безусловно-рефлекторных и условно-рефлекторных реакций и их двигательных и вегетативных компонентов. Особое значение имеет координация вегетативных функций, выражающаяся в согласованных изменениях дыхания, работы сердца и всей сердечно-сосудистой системы, деятельности желез внутренней секреции и т. д. Вся совокупность этих изменений связана с энергетическим обеспечением рефлекторных реакций ребенка и необходима для достижения полезного организму результата в кратчайший срок и с наименьшей энергетической издержкой.

Ребенок рождается с далеко несовершенной координацией рефлекторных реакций. Ответная реакция у новорожденного всегда связана с обилием ненужных движений и широкими неэкономичными вегетативными сдвигами.

В основе рассматриваемых явлений лежит более высокая степень иррадиации нервных процессов, которая во многом связана с плохой «изоляцией» нервных волокон. Данные морфологии показывают, что к моменту рождения ребенка многие периферические и центральные нервные волокна не имеют миелиновой оболочки, обеспечивающей изолированное проведение нервных импульсов. В результате процесс возбуждения с одного нерва легко переходит на соседний. Миелинизация большинства нервных волокон заканчивается к 3 годам постнатального развития, а иногда продолжается до 5—10 лет.

Более высокая, чем у взрослого, иррадиация нервных процессов связана также с тем, что на первых этапах постнатального развития ведущее значение в регуляции рефлекторной деятельностью имеет не кора, а подкорковые структуры головного мозга.

Дети в сравнении со взрослыми имеют более высокую возбудимость нервной ткани, меньшую специализацию нервных центров, более распространенные явления конвергенции и более выраженные явления индукции нервных процессов.

Доминантный очаг у ребенка возникает быстрее и легче, чем у взрослого, с чем в значительной степени связана неустойчивость внимания детей. Новые раздражители легко вызывают и новую доминанту в мозге ребенка.

В процессе развития все недостатки координации рефлекторных процессов у детей и подростков сглаживаются. Своего совершенства координационные процессы достигают только к 18—20 годам

#### 10. Высшая нервная деятельность, условно-рефлекторная деятельность, классификация рефлексов

Кора и ближайшие к ней подкорковые структуры являются высшим отделом ЦНС — субстратом осуществления сложных рефлекторных реакций, лежащих в основе высшей нервной деятельности. Представление о рефлекторном характере деятельности высших отделов ЦНС впервые было выдвинуто И. М. Сеченовым. До И. М. Сеченова господствовало представление о раздельности тела и «души» и вопрос о возможности объективного изучения психической деятельности даже не ставился.

Гениальные идеи И. М. Сеченова были подтверждены экспериментально И. П. Павловым. И. М. Сеченов и И. П. Павлов являются основоположниками рефлекторной теории, материалистически объясняющей принципы отражения человеком окружающего материального мира. И. П. Павлов развил рефлекторную теорию и создал учение о высшей нервной деятельности. Ему удалось открыть нервный механизм, обеспечивающий сложные формы реагирования человека и высших животных на воздействие внешней среды. Этим механизмом является условный рефлекс.

Совокупность сложных форм деятельности коры больших полушарий и ближайших к ней подкорковых образований, обеспечивающую взаимодействие целостного организма с внешней средой, называют высшей нервной деятельностью.

В учении о высшей нервной деятельности вскрыты физиологические механизмы сложнейших процессов отражения человеком внешнего объективного мира, что дало блестящее естественнонаучное обоснование ленинской теории отражения.

Рефлекс – это ответная реакция организма на раздражение рецепторов, осуществляемая с участием нервной системы.

Дадим некоторое представление об условных и безусловных рефлексах. Особенности безусловных и условных рефлексов. Основной формой деятельности нервной системы является рефлекторная. Все рефлексы принято делить на безусловные и условные. Безусловные рефлексы это врожденные, генетически запрограммированные реакции организма, свойственные всем животным и человеку. Рефлекторные дуги этих рефлексов формируются в процессе пренатального развития, а в некоторых случаях и в процессе постнатального развития. Например, половые врожденные рефлексы окончательно формируются у человека только к моменту половой зрелости в подростковом возрасте. Безусловные рефлексы имеют консервативные, мало изменяющиеся рефлекторные дуги, проходящие главным образом через подкорковые отделы центральной нервной системы. Участие коры в протекании многих безусловных рефлексов необязательно.

Условные рефлексы – это индивидуально приобретенные в течение жизни или специального обучения приспособительные реакции, возникающие на основе образования временной связи между условным раздражителем (сигналом) и безусловнорефлекторным актом. Условные рефлексы всегда индивидуально своеобразны.

Рефлекторные дуги условных рефлексов формируются в процессе постнатального онтогенеза. Они характеризуются высокой подвижностью, способностью изменяться под действием факторов среды. Проходят рефлекторные дуги условных рефлексов через высший отдел головного мозга КГМ.

Для образования условного рефлекса необходимы следующие важнейшие условия: наличие условного раздражителя, наличие безусловного подкрепления. Условный раздражитель должен всегда несколько предшествовать безусловному подкреплению, т. е. служить биологически значимым сигналом, условный раздражитель по силе своего воздействия должен быть слабее безусловного раздражителя; наконец, для формирования условного рефлекса необходимо нормальное (деятельное) функциональное состояние нервной системы, прежде всего ее ведущего отдела головного мозга. Условным раздражителем может быть любое изменение! Мощными факторами, способствующими формированию условно-рефлекторной деятельности, являются поощрение и наказание. При этом слова «поощрение» и «наказание» мы понимаем в более широком смысле, чем просто «удовлетворение голода» или «болевое воздействие».

Таким образом, учебно-воспитательная работа, по своей сути, всегда связана с выработкой у детей и подростков, различных условно-рефлекторных реакций или их сложных взаимосвязанных систем.



развитие, повышение работоспособности и функциональных возможностей организма, расширение границ его адаптационных возможностей.

Задача объединенного курса «Возрастная физиология и школьная гигиена» состоит в том, чтобы вооружить студентов, будущих учителей-воспитателей, современными сведениями о возрастных особенностях развивающегося организма, знаниями закономерностей, лежащих в основе сохранения и укрепления здоровья школьников, поддержания их высокой работоспособности при различных видах учебной и трудовой деятельности.

## ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ\* ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ

### ЗАКОНОМЕРНОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ ОРГАНИЗМА

Организм как целое. Организм человека представляет собой сложнейшую систему иерархически (соподчиненно) организованных подсистем и систем, объединенных общностью строения и выполняемой функцией. Элементом системы является *клетка*. В организме человека более 100 триллионов клеток. Клетки представляют собой, в свою очередь, микросистему, отличающуюся сложной структурно-функциональной организацией и многосторонним взаимодействием с другими клетками. Совокупность клеток, сходных по происхождению, строению и функции, образует *ткань*. Основные типы тканей: эпителиальная, соединительная, костная, мышечная и нервная. Каждая из тканей выполняет определенную функцию и обладает специфическими свойствами. Характерным свойством мышечной ткани является сократимость, нервной ткани — возбудимость и проводимость.

Ткани образуют *органы*. Органы занимают в теле постоянное положение, имеют особое строение и выполняют определенную функцию. Так, сердце играет роль насоса и обеспечивает поступление крови во все органы и ткани; почки осуществляют выделение конечных продуктов обмена веществ; легкие осуществляют газообмен организма с внешней средой, обеспечивая организм кислородом, и т. д. Орган состоит из нескольких видов тканей, но одна из них всегда преобладает и определяет его главную, ведущую функцию.

Органы, совместно выполняющие определенную функцию, образуют *систему органов*. Например, слюнные железы, желудок, печень, поджелудочная железа, кишечник объединены в систему пищеварения, сердце и сосуды — в систему кровообращения.

Деятельность всех структур организма, начиная с клетки и кончая системой органов, согласованна и подчинена единому целому. Каждая структурная единица вносит свой вклад в функционирование организма, но организм — не сумма отдельных структур, а единое целое и как целое приобретает свои особые свойства, осуществляет свою жизнедеятельность и взаимодействует со средой.

Единство организма и среды. Функции целостного организма осуществляются только при тесном взаимодействии со средой. Организм реагирует на среду и использует ее факторы для своего существования и развития. основоположник отечественной физиологии И. М. Сеченов в научное определение организма включал и среду, влияющую на него. Физиология целостного организма изучает не только внутренние механизмы регуляции физиологических процессов, но и механизмы, обеспечивающие взаимодействие и единство организма с окружающей средой.

Гомеостаз и регуляция функций в организме. Все процессы жизнедеятельности организма могут осуществляться только при условии сохранения относительного постоянства внутренней среды организма. К *внутренней среде организма* относят кровь, лимфу и тканевую жидкость, с которой клетки непосредственно соприкасаются.

Способность сохранять постоянство химического состава и физико-химических свойств внутренней среды называют *гомеостазом*. Это постоянство поддерживается непрерывной работой систем органов кровообращения, дыхания, пищеварения, выделения и др., выделением в кровь биологически активных химических веществ, обеспечивающих взаимодействие клеток и органов.

В организме непрерывно происходят процессы саморегуляции физиологических функций, создающие необходимые для существования организма условия.

*Саморегуляция* — свойство биологических систем устанавливать и поддерживать на определенном, относительно постоянном уровне те или иные физиологические или другие биологические показатели.

С помощью механизма саморегуляции у человека поддерживается относительно постоянный уровень кровяного давления, температуры тела, физико-химических свойств крови и др. Одним из условий саморегуляции является обратная связь между регулируемым процессом и регулирующей системой, поступление информации о конечном эффекте в центральные регулирующие аппараты.

*Гуморальная* (лат. *humor* — жидкость) *регуляция* — один из механизмов координации процессов жизнедеятельности в организме, осуществляемой через жидкие среды организма (кровь, лимфу, тканевую жидкость) с помощью биологически активных веществ, выделяемых клетками, тканями и органами. Этот тип регуляции является наиболее древним. В процессе эволюции по мере развития и усложнения организма в осуществлении взаимосвязи между отдельными его частями и в обеспечении всей его деятель-

ности первостепенную роль начинает играть *нервная регуляция*, которая осуществляется нервной системой.

Нервная система объединяет и связывает все клетки и органы в единое целое, изменяет и регулирует их деятельность, осуществляет связь организма с окружающей средой. Центральная нервная система и ее ведущий отдел — кора больших полушарий головного мозга, весьма тонко и точно воспринимая изменения окружающей среды, а также внутреннего состояния организма, своей деятельностью обеспечивают развитие и приспособление организма к постоянно меняющимся условиям существования. *Нервный механизм регуляции* более совершенен.

Нервный и гуморальный механизмы регуляции взаимосвязаны. Активные химические вещества, образующиеся в организме, способны оказывать свое воздействие, и на нервные клетки, изменяя их функциональное состояние. Образование и поступление в кровь многих активных химических веществ находится, в свою очередь, под регулирующим влиянием нервной системы. ИВ этой связи правильнее говорить о единой нервно-гуморальной системе регуляции функций организма, создающей условия для взаимодействия отдельных частей организма, связывающей их в единое целое и обеспечивающей взаимодействие организма и среды.

Понятие роста и развития. Процессы роста и развития являются общебиологическими свойствами живой материи. Рост и развитие человека, начинающиеся с момента оплодотворения яйцеклетки, представляют собой непрерывный поступательный процесс, протекающий в течение всей его жизни. Процесс развития протекает скачкообразно, и разница между отдельными этапами, или периодами жизни, сводится не только к количественным, но и к качественным изменениям.

Наличие возрастных особенностей в строении или деятельности тех или иных физиологических систем ни в коей мере не может являться свидетельством неполноценности организма ребенка на отдельных возрастных этапах. Именно комплексом подобных особенностей характеризуется тот или другой возраст.

Под развитием в широком смысле слова следует понимать процесс количественных и качественных изменений, происходящих в организме человека, приводящих к повышению

уровней сложности организации и взаимодействия всех его систем. *Развитие* включает в себя три основных фактора: *рост, дифференцировку органов и тканей, формообразование* (приобретение организмом характерных, присущих ему форм). Они находятся между собой в тесной взаимосвязи и взаимозависимости.

Одной из основных физиологических особенностей процесса развития, отличающей организм ребенка от организма взрослого, является *рост*, т. е. количественный процесс, характеризующийся непрерывным увеличением массы организма и сопровождающийся изменением числа его клеток или их размеров.

В процессе роста увеличиваются число клеток, телесная масса и антропометрические показатели. В одних органах и тканях, таких, как кости, легкие, рост осуществляется преимущественно за счет увеличения числа клеток, в других (мышцы, нервная ткань) преобладают процессы увеличения размеров самих клеток. Такое определение процесса роста исключает те изменения массы и размеров тела, которые могут быть обусловлены жиротложением или задержкой воды. Более точный показатель роста организма— это повышение в нем общего количества белка и увеличение размеров костей.

Закономерности онтогенетического развития. К важным закономерностям роста и развития детей относятся неравномерность и непрерывность роста и развития, гетерохрония и явления опережающего созревания жизненно важных функциональных систем.

И. А. Аршавский сформулировал «энергетическое правило скелетных мышц» в качестве основного фактора, позволяющего понять не только специфические особенности физиологических функций организма в различные возрастные периоды, но и закономерности индивидуального развития. Согласно его данным, особенности энергетических процессов в различные возрастные периоды, а также изменение и преобразование деятельности дыхательной и сердечно-сосудистой систем в процессе онтогенеза находятся в зависимости от соответствующего развития скелетной мускулатуры.

А. А. Маркосян к общим законам индивидуального развития отнес и надежность биологической системы.

Под *надежностью биологической системы* принято понимать такой уровень регулирования процессов в организме, когда обеспечивается их оптимальное протекание с экстренной мобилизацией резервных возможностей и взаимозаменяемостью, гарантирующей приспособление к новым условиям, и с быстрым возвратом к исходному состоянию. Согласно этой концепции, весь путь развития от зачатия до естественного конца проходит при наличии запаса жизненных возможностей. Эти резервные возможности обеспечивают развитие и оптимальное течение жизненных процессов при меняющихся условиях внешней среды.

П. К. Анохин выдвинул *учение о гетерохронии* (неравномерное созревание функциональных систем) и вытекающее из него *учение о системогенезе*. Согласно его представлениям, под функциональной системой следует понимать широкое функциональное объединение различно локализованных структур на основе получения конечного приспособительного эффекта, необходимого в данный момент (например, функциональная система акта сосания, функциональная система, обеспечивающая передвижение тела в пространстве, и др.).

Функциональные системы созревают неравномерно, включаются поэтапно, сменяются, обеспечивая организму приспособление в различные периоды онтогенетического развития.

*Системогенез* как общая закономерность развития особенно четко выявляется на стадии эмбрионального развития. Однако гетерохронное созревание, поэтапное включение и смена функциональных систем характерны и для других этапов индивидуального развития.

## ВОЗРАСТНАЯ ПЕРИОДИЗАЦИЯ

Периоды развития организма. В процессе онтогенеза отдельные органы и системы созревают постепенно и завершают свое развитие в разные сроки жизни. Эта гетерохрония созревания обуславливает особенности функционирования организма детей разного возраста. Возникает необходимость выделения определенных этапов или периодов развития. Основными этапами развития являются *внутриутробный* и *постнатальный*, начинающийся с момента рождения. Во время внутриутробного периода закладываются ткани и органы, происходит их дифференцировка. Постнатальный этап охватывает все детство, он характеризуется продолжающимся созреванием органов и систем, изменениями физического развития, значительными качественными перестройками функционирования организма. Гетерохрония созревания органов и систем в постнатальном онтогенезе определяет специфику функциональных возможностей организма детей разного возраста, особенности его взаимодействия с внешней средой. Периодизация развития детского организма имеет важное значение для педагогической практики и охраны здоровья ребенка.

Распространенная в настоящее время возрастная периодизация с выделением периода новорожденности, ясельного, дошкольного и школьного возраста, подразделяющегося, в свою очередь, на младший, средний и старший школьный возраст, отражает скорее существующую систему детских учреждений, нежели системные возрастные особенности.

В современной науке нет общепринятой классификации периодов роста и развития и их возрастных границ. Симпозиум по проблеме возрастной периодизации в Москве (1965), созданный Институтом физиологии детей и подростков АПН СССР, рекомендовал схему возрастной периодизации, которая имеет значительное распространение. По этой схеме в жизненном цикле человека до достижения зрелого возраста выделяют следующие периоды:

I новорожденный — 1—10 дней;

II грудной возраст—10 дней—1 год;

III раннее детство— 1—3 года;

IV первое детство — 4—7 лет;

V второе детство — 8—12 лет мальчики, 8—11 лет девочки;

VI подростковый возраст—13—16 лет мальчики, 12—15 лет девочки;

VII юношеский возраст—17—21 год юноши, 16—20 лет девушки.

Критерии такой периодизации включали в себя комплекс признаков, расцениваемых как

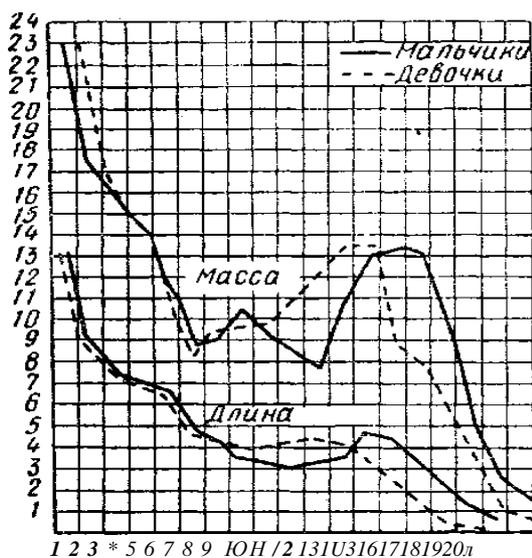


Рис. 1. Изменение темпов роста детей, с возрастом

показатели биологического возраста:

размеры тела и органов, массу, окостенение скелета, прорезывание зубов, развитие желез внутренней секреции, степень полового созревания, мышечную силу. В этой схеме учтены особенности мальчиков и девочек. Однако вопрос о критериях биологического возраста, в том числе выявление наиболее информативных показателей, отражающих функциональные возможности организма, которые могли бы явиться основой возрастной периодизации, требует дальнейшей разработки.

Каждый возрастной период характеризуется своими специфическими особенностями. Переход от одного возрастного периода к последующему обозначают как переломный этап индивидуального развития, или критический период.

Продолжительность отдельных возрастных периодов в значительной степени подвержена изменениям. Как хронологические рамки возраста, так и его характеристики определяются прежде всего социальными факторами.

Рост и пропорции тела на разных этапах развития. Характерной особенностью процесса роста детского организма являются его неравномерность и волнообразность. Периоды усиленного роста сменяются его некоторым замедлением. Особенно ярко эта закономерность прослеживается при графическом выражении темпа роста организма ребенка (рис. 1).

Наибольшей интенсивностью рост ребенка отличается в первый год жизни и в период полового созревания, т. е. в 11—15 лет. Если при рождении рост ребенка в среднем равен 50 см, то к

концу первого года жизни он достигает 75—80 см, т. е. увеличивается более чем на 50%; масса тела за год утраивается — при рождении ребенка она равна в среднем 8,0—3,2 кг, а к концу года — 9,5—10,0 кг. В последующие годы до периода полового созревания темп роста снижается и ежегодная прибавка массы составляет 1,5—2,0 кг, с увеличением длины тела на 4,0—5,0 см.

Второй скачок роста связан с наступлением полового созревания. За год длина тела увеличивается на 7—8 и даже 10 см. Причем с 11—12 лет девочки несколько опережают в росте мальчиков в связи с более ранним началом полового созревания. В 13—14 лет девочки и мальчики растут почти одинаково, а с 14—15 лет мальчики и юноши обгоняют в росте девушек, и это превышение роста у мужчин над женщинами сохраняется в течение всей жизни.

Пропорции тела с возрастом также сильно меняются (рис. 2). С периода новорожденности и до достижения зрелого возраста длина тела увеличивается в 3,5 раза, длина туловища — в 3 раза, длина руки — в 4 раза, длина ноги — в 5 раз.

## ФИЗИОЛОГИЯ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

### ОБЩИЙ ПЛАН СТРОЕНИЯ ЗНАЧЕНИЕ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ.

#### План

1 Значение нервной системы.

2 Нейрон — структурная единица нервной системы

Нервная система, основными функциями которой являются быстрая, точная передача информации и ее интеграция, обеспечивает взаимосвязь между органами и системами органов, функционирование организма как единого целого, его взаимодействие с внешней средой. Она регулирует и координирует деятельность различных органов, приспособливает деятельность всего организма как целостной системы к изменяющимся условиям внешней и внутренней среды. С помощью нервной системы осуществляется прием и анализ разнообразных сигналов из окружающей среды и внутренних органов, формируются ответные реакции на эти сигналы. С деятельностью высших отделов нервной системы связано осуществление

психических функций — осознание сигналов окружающего мира, их запоминание, принятие решения и организация целенаправленного поведения, абстрактное мышление и речь. Все эти сложные функции осуществляются огромным количеством нервных клеток — *нейронов*, объединенных в сложнейшие нейронные цепи и центры.

Общий план строения нервной системы. Нервная система в функциональном и структурном отношении делится на периферическую и центральную нервную системы. Центральная нервная система — совокупность связанных между собой нейронов. Она представлена головным и спинным мозгом. На разрезе головного и спинного мозга различают участки более темного цвета — *серое вещество* (образовано телами нервных клеток) и участки белого цвета — *белое вещество* мозга (скопление нервных волокон, покрытых миелиновой оболочкой).

Периферическая часть нервной системы образована *нервами* — пучками нервных волокон, покрытых сверху общей соединительнотканной оболочкой. К периферической нервной

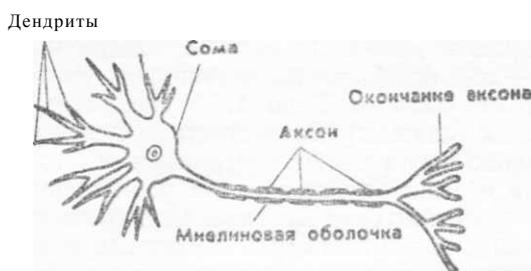


Рис. 3. Нейрон

системе относят и *нервные узлы*, или *ганглии*, — скопления нервных клеток вне спинного и головного мозга.

Если в составе нерва собраны нервные волокна, передающие возбуждение из центральной нервной системы к иннервируемому органу (эффектору), то такие нервы называют *центробежными* или *эфферентными*. Есть нервы, которые образованы чувствительными нервными волокнами, по которым возбуждение распространяется в центральную нервную систему. Такие нервы называют *центростремительными* или *афферентными*. Большинство нервов являются *смешанными*, в их состав входят как центростремительные, так и центробежные нервные волокна.

Разделение нервной системы на центральную и периферическую во многом условно, так как функционирует нервная система как единое целое.

Понятие о нервном центре. Сложные функциональные объединения, «ансамбли» нейронов, расположенных в различных отделах центральной нервной системы, согласованно участвующие в регуляции функций и рефлекторных реакциях, называют *нервными центрами*. Функционирование центральной нервной системы осуществляется с помощью значительного числа таких центров.

Нервные центры обладают рядом характерных свойств, определяемых особенностями проведения возбуждения через синапсы центральной нервной системы и структурой нейронных цепей, образующих их.

Нейрон — структурная единица нервной системы. Нейрон — структурная и функциональная единица нервной системы, приспособленная для осуществления приема, обработки, хранения, передачи и интеграции информации. Эта сложноустроенная высоко-дифференцированная клетка состоит из *тела*, или *сомы*, и отростков разного типа — дендритов и аксонов (рис. 3).

В теле нейрона протекают сложные обменные процессы, синтезируются макромолекулы, поступающие в дендриты и аксоны, вырабатывается энергия, необходимая для нормального функционирования нервной клетки.

Тело имеет первостепенное значение для существования и

, 5

целостности нейрона, при его разрушении перерождается (дегенерирует) вся клетка, включая аксон и дендриты.

*Дендриты*— короткие, сильно ветвящиеся отростки. От одной клетки может отходить от 1 до 1000 дендритов. На дендритах имеются выросты (шипики). Ветвистость дендритов и наличие ши-пиков значительно увеличивают поверхность дендрита в сравнении с телом клетки и создают условия для размещения на дендритах большого числа контактов с другими нервными клетками. Дендриты одного нейрона контактируют с сотнями и тысячами других клеток. Строение дендритов определяет их специализированную роль в восприятии поступающих сигналов.

*Аксон* — нитевидный отросток, начинающийся от тела клетки. По сравнению с диаметром длина его очень велика и может достигать 1,5 м. Конец аксона сильно ветвится, образует кисточку из конечных ветвей (окончания аксона, или терминали), образующих контакты с многими сотнями клеток.

Аксон является проводящей частью нейрона, он осуществляет проведение возбуждения от рецептора к нервным клеткам, от одной нервной клетки к другой и от нейрона к исполнительному органу (мышцы, железы). Аксон, покрытый оболочками, называют *нервным волокном*.

Возрастные изменения структуры нейрона и нервного волокна.

На ранних стадиях эмбрионального развития нейрон, как правило, состоит из тела, имеющего два недифференцированных и неветвящихся отростка. Тело содержит крупное ядро, окруженное небольшим слоем цитоплазмы. Процесс созревания нейронов характеризуется быстрым увеличением цитоплазмы, увеличением в ней числа рибосом и формированием аппарата Гольджи, интенсивным ростом аксонов и дендритов. Различные типы нервных клеток созревают в онтогенезе гетерохронно. Наиболее рано (в эмбриональном периоде) созревают крупные афферентные и эфферентные нейроны. Созревание мелких клеток происходит после рождения (в постнатальном онтогенезе) под влиянием средовых факторов, что создает предпосылки для пластических перестроек в ЦНС.

Отдельные части нейрона тоже созревают неравномерно. Наиболее поздно формируется дендритный шипиковый аппарат, развитие которого в постнатальном периоде в значительной мере обеспечивается притоком внешней информации.

Покрывающая аксоны миелиновая оболочка интенсивно растет в постнатальном периоде, ее рост ведет к повышению скорости проведения по нервному волокну.

Миелинизация раньше всего отмечена у периферических нервов, затем ей подвергаются волокна спинного мозга, стволовой части головного мозга, мозжечка и позже волокна больших полушарий головного мозга. Двигательные нервные волокна покрываются миелиновой оболочкой уже к моменту рождения, чувствительные (например, зрительные) в течение первых месяцев жизни

16 ребенка. К трехлетнему возрасту в основном завершается миелинизация нервных волокон, хотя рост миелиновой оболочки и осевого цилиндра продолжается и после трехлетнего возраста.

## ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА И ФУНКЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

**Раздражимость.** Нейроны, как и все живые клетки, обладают раздражимостью — способностью под влиянием факторов внешней и внутренней среды, так называемых раздражителей, переходить из состояния покоя в состояние активности. Естественным раздражителем нейрона, вызывающим его деятельность, является нервный импульс, поступающий или из других нейронов, или из *рецепторов*— клеток, специализированных для восприятия физических, физико-химических и химических сигналов внешней и внутренней среды.

**Возбудимость.** Важнейшим свойством нервных клеток, так же как и мышечных, является возбудимость — способность быстро ответить на действие раздражителя возбуждением. Мерой возбудимости является порог раздражения — та минимальная сила раздражителя, которая вызывает *возбуждение*. Возбуждение характеризуется комплексом функциональных, химических, физико-химических явлений. Оно способно перемещаться из одного места клетки в другое, от одной клетки к другой. Обязательным признаком возбуждения является изменение электрического состояния поверхностной клеточной мембраны. Именно электрические явления обеспечивают проведение возбуждения в возбудимых тканях.

Возникновение и распространение возбуждения связано с изменением электрического заряда живой ткани, с так называемыми *биоэлектрическими явлениями*. Если возбудимую клетку подвергнуть действию достаточно сильного раздражителя, то возникает быстрое колебание мембранного потенциала (разность потенциалов, регистрируемая по обе стороны мембраны), называемое *потенциалом действия*. Причина возникновения потенциала действия — изменение ионной проницаемости мембраны.

**Проведение возбуждения.** Возникшее возбуждение распространяется по нервному волокну, переходит на другие клетки или на другие участки той же клетки за счет местных токов, возникающих между возбужденным и покоящимся участком волокна. Проведение возбуждения обусловлено тем, что потенциал действия, возникший в одной клетке или в одном из ее участков, становится раздражителем, вызывающим возбуждение соседних участков.

Аксоны большинства нейронов, подходя к другим нервным клеткам, ветвятся и образуют многочисленные окончания на телах этих клеток и их дендритах (рис. 4). Такие места контактов называют *синапсами*. Аксоны образуют окончания и на мышечных волокнах, и на клетках желез.

Количество синапсов на теле одного нейрона достигает 100 и больше, а на дендритах одного нейрона — несколько тысяч. Одно нервное волокно может образовать до 10 тыс. синапсов на многих нервных клетках.

Синапс имеет сложное строение (рис. 5). Он образован двумя мембранами — *пресинаптической* и *постсинаптической*, между ними *синаптическая щель*. Пресинаптическая часть синапса находится на нервном окончании. Нервные окончания в центральной нервной системе имеют вид пуговок, колечек или бляшек. Каждая синаптическая пуговица покрыта *пресинаптической мембраной*. *Постсинаптическая мембрана* находится на теле или на дендритах нейрона, к которому передается нервный импульс. В пресинаптической области обычно наблюдаются большие скопления митохондрий.

Возбуждение через синапсы передается химическим путем с помощью особого вещества — посредника, или *медиатора*, находящегося в синаптических пузырьках, расположенных в синаптической бляшке. В разных синапсах вырабатываются разные медиаторы. Чаще всего это ацетилхолин, адреналин и норадреналин.

В центральной нервной системе наряду с возбуждательными существуют тормозные синапсы, из синаптических бляшек которых освобождается тормозный медиатор. В настоящее время в ЦНС обнаружено два таких медиатора — гамма-аминомасляная кислота и глицин.

На каждой нервной клетке расположено множество возбуждающих и тормозных синапсов, что создает условия для их взаимодействия и в конечном счете для различного характера ответа на пришедший сигнал.

Синаптический аппарат в ЦНС, особенно в ее высших отделах, формируется в течение длительного периода постнатального развития. Его формирование в большей мере определяется притоком внешней информации. На ранних этапах развития первыми созревают возбуждательные синапсы, тормозные синапсы формируются позже. С их созреванием связано усложнение процессов переработки информации.

## РЕФЛЕКС КАК ОСНОВНАЯ ФОРМА НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Понятие рефлекса. Основной формой нервной деятельности являются рефлекторные акты.

*Рефлекс*—ответная реакция организма на раздражение из внешней или внутренней среды, осуществляемая при посредстве центральной нервной системы.

Раздражение кожи подошвенной части ноги у человека вызывает рефлекторное сгибание стопы и пальцев. Это подошвенный рефлекс. При ударе по сухожилию четырехглавой мышцы бедра под надколенником нога разгибается в колене. Это коленный рефлекс. Прикосновение к губам грудного ребенка вызывает у него сосательные движения — сосательный рефлекс. Освещение ярким светом глаза вызывает сужение зрачка — зрачковый рефлекс.

Благодаря рефлекторной деятельности организм способен быстро реагировать на различные изменения внешней или внутренней среды.

Рефлекторные реакции весьма разнообразны. Они могут быть условными или безусловными. Различия между ними мы рассмотрим позднее.

Рефлекторная дуга. Во всех органах тела располагаются нервные окончания,

### Митохондрия

чувствительные к раздражителям, — *рецепторы*.

дающих и тормозных синапсов, что создает условия для их взаимодействия и в конечном счете для различного характера ответа на пришедший сигнал.

Синаптический аппарат в ЦНС, особенно в ее высших отделах, формируется в течение длительного периода постнатального развития. Его формирование в большей мере определяется притоком внешней информации. На ранних этапах развития первыми созревают возбуждательные синапсы, тормозные синапсы формируются позже. С их созреванием связано усложнение процессов переработки информации.

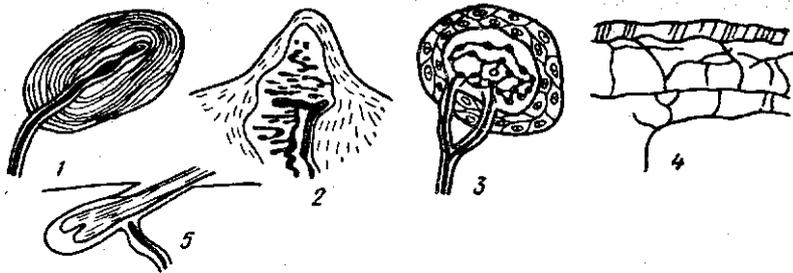


Рис. 6. Рецепторы кожи, реагирующие: 1 — на давление; 2 — на прикосновение; 3 — на изменение температуры; 4 — на бо-чь; 5 — нервное окончание вокруг волосяной луковицы

Рецепторы различны по строению, местоположению и функциям. Некоторые рецепторы имеют вид сравнительно просто устроенных нервных окончаний (рис. 6), либо они являются отдельными элементами сложно устроенных органов чувств, как, например, сетчатка глаза.

По месту расположения рецепторы делят на экстерорецепторы, проприорецепторы и интерорецепторы. *Экстерорецепторы* воспринимают раздражения внешней среды. К ним относятся воспринимающие клетки сетчатки глаза, уха, рецепторы кожи, органы обоняния, вкуса. *Интерорецепторы* расположены в тканях внутренних органов (сердца, печени, почек, кровеносных сосудов и др.) и воспринимают изменения внутренней среды органов. *Проприорецепторы* находятся в мышцах, сухожилиях и суставах и воспринимают сокращения и растяжения мускулатуры, т. е. сигнализируют о положении и движениях тела..

\*В рецепторах при действии соответствующих раздражителей определенной силы и времени действия возникает процесс возбуждения. Возникшее возбуждение из рецепторов передается в центральную нервную систему по центростремительным нервным волокнам. В центральной нервной системе за счет вставочных нейронов рефлекс из узкоместного акта превращается в целостную деятельность нервной системы. В центральной нервной системе происходит обработка поступивших сигналов и передача импульсов на центробежные нервные волокна.

Исполнительный орган, деятельность которого изменяется в результате рефлекса, называют *эффектором*. Путь, по которому проходят нервные импульсы от рецептора к исполнительному органу, называют *рефлекторной дугой*, части которой связаны между собой с помощью синапсов. Это материальная основа рефлекса.

В связи с тем, что в любом рефлекторном акте принимают участие группы нейронов, передающие импульсы в различные отделы мозга, в рефлекторную реакцию вовлекается весь организм. И действительно, если вас неожиданно укололи булавкой в руку,

вы немедленно ее отдернете. Это рефлекторная реакция. Но при этом не только сократятся мышцы руки. Изменится дыхание, деятельность сердечно-сосудистой системы. Вы словами отреагируете на неожиданный укол. В ответную реакцию включился практически весь организм. Рефлекторный акт — координированная реакция всего организма.

Принцип обратной связи. Между центральной нервной системой и рабочими, исполнительными органами существуют как прямые, так и обратные связи. При действии

раздражителя на рецепторы возникает двигательная реакция. В результате этой реакции от эффекторных органов-мышц нервные импульсы поступают в центральную нервную систему. Это вторичные *афферентные {центростремительные}* импульсы постоянно сигнализируют нервным центрам о состоянии двигательного 'аппарата, и в ответ на эти сигналы из центральной нервной системы поступают новые импульсы, включающие следующую фазу движения или изменяющие движение в соответствии с условиями деятельности. Значит, имеется кольцевое взаимодействие между регуляторами (нервными центрами) и регулируемыми процессами, что дает основание говорить не о рефлекторной дуге, а о *рефлекторном кольце*, или *рефлекторной цепи*.

Структура рефлекторного кольца существенно отличается от структуры рефлекторной дуги, по существу разомкнутой на периферии. В рефлекторном кольце есть дополнительные звенья в виде рецепторов исполнительного органа, афферентного нейрона и системы вставочных "нейронов, передающие вторичные афферентные импульсы на центробежные нейроны рефлекторного кольца.

Вторичная афферентная импульсация (обратная связь) очень важна в механизмах координации, которую осуществляет нервная система. У больных с нарушенной чувствительностью мышц движения, особенно ходьба, утрачивают плавность, становятся некоординированными. Центральная нервная система у таких больных утрачивает контроль над движениями.

Благодаря обратным связям мы можем не только судить о результатах действия, но и вносить поправки в нашу деятельность, исправлять допущенные ошибки. Следовательно, чтобы деятельность организма была координированной, обеспечивала нужный эффект, недостаточно только прямых связей от мозга к рабочему; органу, важны и обратные связи (рабочие органы — мозг), по которым идут импульсы, сигнализирующие о правильности или ошибочности выполняемого действия.

Физиологам известно много примеров саморегуляции функций в организме при помощи обратных связей: это поддержание артериального давления крови на постоянном уровне за счет импульсов, поступающих в центральную нервную систему от рецепторов кровеносных сосудов, или регуляции дыхания импульсами, поступающими от легких у дыхательных мышц.

## ВОЗБУЖДЕНИЕ И ТОРМОЖЕНИЕ В ЦНС

Возбуждение в ЦНС. Основное свойство нервной системы имеет ряд особенностей в ЦНС по сравнению с возбуждением в нервном волокне. В связи с особенностями строения синапсов в ЦНС возможно только *одностороннее проведение возбуждения* — от окончания аксона, где освобождается медиатор, к постсинаптической мембране. В синапсах ЦНС отмечается *замедленное проведение возбуждения*. Известно, что возбуждение по нервным волокнам проводится быстро. В синапсах скорость проведения возбуждения примерно в 200 раз ниже скорости проведения возбуждения в нервном волокне. Это связано с тем, что при передаче импульса через синапс затрачивается время на выделение медиатора нервным окончанием в ответ на пришедший импульс, на диффузию медиатора через синаптическую щель к постсинаптической мембране, на возникновение под влиянием этого медиатора возбуждающего постсинаптического потенциала.

Торможение в ЦНС. В центральной нервной системе имеет место не только процесс возбуждения. В деятельности всех отделов нервной системы играет важную роль и процесс торможения, результатом которого является ослабление или подавление возбуждения.

Явление торможения в ЦНС было открыто И. М. Сеченовым. У лягушки перерезали головной мозг на уровне зрительных бугров и удаляли полушария выше места перерезки. Заднюю лапку опускали в слабый раствор кислоты и определяли время рефлекса отдергивания лапки. Если теперь положить на разрез зрительных бугров кристаллик

поваренной соли, то время отдергивания лапки, опущенной в раствор кислоты, заметно удлиняется.

И. М. Сеченов объяснил это явление наличием в области зрительных бугров нервных центров, оказывающих тормозящее влияние на рефлекс отдергивания лапки.

Позже было показано, что торможение имеет место в деятельности всех отделов ЦНС. Торможение участвует в осуществлении любого рефлекторного акта.

Взаимодействие процессов возбуждения и торможения. Взаимодействие процессов возбуждения и торможения обеспечивает всю сложную деятельность нервной системы и согласованную деятельность всех органов человеческого тела. На воздействия из внешней и внутренней среды организм реагирует как единое целое. Объединение деятельности различных систем организма в единое целое (*интеграция*) и согласование, взаимодействие, ведущее к приспособлению организма к различным условиям среды (*координация*), связаны с деятельностью ЦНС.

Иррадиация и индукция в центральной нервной системе. Импульсы возбуждения, возникшие при раздражении того или иного

рецептора, поступая в ЦНС, распространяются на соседние ее участки. Это распространение возбуждения в центральной нервной системе называют *иррадиацией*. Иррадиация тем шире, чем сильнее и длительнее нанесенное раздражение.

Иррадиация возможна благодаря многочисленным отросткам в центростремительных нервных клетках и вставочных нейронах, связывающих различные участки нервной системы. Иррадиация хорошо выражена у детей, особенно в раннем возрасте. Дети дошкольного и младшего школьного возраста при появлении красивой игрушки раскрывают рот, прыгают, смеются от удовольствия.

В естественных условиях, несмотря на широкие возможности иррадиировать по ЦНС, возбуждение фактически распространяется в определенных пределах, что делает возможным осуществление координированных рефлекторных реакций.

В процессе дифференцирования раздражителей торможение ограничивает иррадиацию возбуждения. В результате возбуждение концентрируется в определенных группах нейронов. Теперь . вокруг возбужденных нейронов возбудимость падает, и они приходят в состояние торможения. Это явление *одновременной отрицательной индукции*. Концентрацию внимания можно рассматривать как ослабление иррадиации и усиление индукции. Процесс этот совершенствуется с возрастом. Рассеивание внимания от действия шума, громкого смеха или разговора является результатом ослабления индукции, что создает благоприятные условия для иррадиации возбуждения. Рассеивание внимания можно рассматривать также как результат индукционного торможения, наведенного новым очагом возбуждения в результате возникшей ориентировочной реакции.

В нейронах, которые были возбуждены, после возбуждения возникает торможение, и наоборот, после торможения в тех же нейронах возникает возбуждение. Это *последовательная индукция*. Последовательной индукцией можно объяснить усиленную двигательную активность школьников во время перемен после длительного торможения в двигательной области коры больших полушарий в течение урока. Отдых на перемене должен быть активным и подвижным.

## СТРОЕНИЕ, РАЗВИТИЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ОТДЕЛОВ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Спинной мозг. Спинной мозг представляет собой длинный тяж. Он заполняет полость позвоночного канала и имеет сегментарное строение, соответствующее строению позвоночника.

В центре спинного мозга расположено серое вещество — скопление нервных клеток, окруженное белым веществом, образованным нервными волокнами (

В спинном мозге находятся рефлекторные центры мускулатуры туловища, конечностей и шеи. С их участием осуществляются сухожильные рефлексы в виде резкого сокращения мышц (колен-

ный, ахиллов рефлексы), рефлексы растяжения, сгибательные рефлексы, разные рефлексы, направленные на поддержание определенной позы. Рефлексы мочеиспускания и дефекации, рефлекторного набухания полового члена и извержения семени у мужчин (эрекция и эякуляция) связаны с функцией спинного мозга.

Спинной мозг осуществляет и проводниковую функцию. Нервные волокна, составляющие основную массу белого вещества, образуют проводящие пути спинного мозга. По этим путям устанавливается связь между различными частями ЦНС и проходит импульсация в восходящем и нисходящем направлениях. По этим путям поступает информация в вышележащие отделы мозга, от которых отходят импульсы, изменяющие деятельность скелетной мускулатуры и внутренних органов.

Деятельность спинного мозга у человека в значительной степени подчинена координирующим влияниям вышележащих отделов ЦНС.

Обеспечивая осуществление жизненно важных функций, спинной мозг развивается раньше, чем другие отделы нервной системы. Когда у эмбриона головной мозг находится на стадии мозговых пузырей, спинной мозг достигает уже значительных размеров. На ранних стадиях развития плода спинной мозг заполняет всю полость позвоночного канала. Затем позвоночный столб обгоняет в росте спинной мозг, и к моменту рождения он заканчивается на уровне третьего поясничного позвонка. У новорожденных длина спинного мозга 14—16 см, к 10 годам она удваивается. В толщину спинной мозг растет медленно. На поперечном срезе спинного мозга детей раннего возраста отмечается преобладание передних рогов над задними. Увеличение размеров нервных клеток спинного мозга наблюдается у детей в школьные годы.

Головной мозг. Спинной мозг непосредственно переходит в стволочную часть головного мозга, расположенную в черепе (рис. 8). Прямым продолжением спинного мозга является продол-

говатый мозг, который вместе с мостом мозга (варолиев мост) образует *задний мозг*. Его нервные клетки образуют нервные центры, регулирующие рефлекторные функции сосания, глотания, пищеварения, сердечно-сосудистой и дыхательной систем, а также ядра V—XII пар черепных нервов и парасимпатических нервных волокон, идущих в их составе.

Необходимость реализации перечисленных жизненно важных функций с момента рождения ребенка определяет степень зрелости структур продолговатого мозга уже в период новорожденности. К 7 годам созревание ядер продолговатого мозга в основном заканчивается.

На уровне продолговатого мозга начинается ретикулярная формация, состоящая из сети нервных клеток, с которыми контактируют афферентные и эфферентные пути. Аксоны различных нейронов образуют множественные коллатерали, контактируя с огромным числом ретикулярных клеток. Один аксон может взаимодействовать с 27 500 нейронов. Ретикулярная формация распространяется на уровень среднего и промежуточного мозга. В реечке здесь расположены скопления нервных клеток в виде верхних и нижних бугров четверохолмия, красного ядра, черной субстанции, ядер глазодвигательного и блокового нервов, ретикулярной формации.

В верхних и нижних буграх *четверохолмия* замыкаются простейшие зрительные и слуховые рефлексы и осуществляется их взаимодействие (движение ушей, глаз, поворот в сторону раздражителя). *Черная субстанция* участвует в сложной координации движений

пальцев рук, актов глотания и жевания. *Красное ядро* имеет непосредственное отношение к регуляции мышечного тонуса. Позади продолговатого мозга и моста расположен *мозжечок*. Мозжечок — орган, регулирующий и координирующий двигательные функции и их вегетативное обеспечение. Информация от различных мышечных, вестибулярных, слуховых и зрительных рецепторов, сигнализирующая о положении тела в пространстве и характере выполнения движений, интегрируется в мозжечке с влияниями от вышележащих отделов головного мозга, что обеспечивает реализацию плавного координированного двигательного акта, основанного на принципе обратной связи. Удаление мозжечка не влечет за собой потерю способности к движению, но нарушает характер выполняемых действий.

Усиленный рост мозжечка отмечается на первом году жизни ребенка, что определяется формированием в течение этого периода дифференцированных и координированных движений. В дальнейшем темпы его развития снижаются. К 15 годам мозжечок достигает размеров взрослого.

Важнейшие функции выполняют структуры *промежуточного мозга*, включающего в себя зрительный бугор (таламус) и под-бугровую область (гипоталамус). *Гипоталамус*, несмотря на небольшие размеры, содержит десятки высокодифференцированных ядер.

Гипоталамус связан с вегетативными функциями организма и осуществляет координационно-интегративную деятельность симпатического и парасимпатического отделов. Пути из гипоталамуса идут к среднему, продолговатому и спинному мозгу, оканчиваясь на нейронах — источниках преганглионарных волокон. Вегетативные эффекты гипоталамуса, разных его отделов имеют неодинаковую направленность и биологическое значение. Задние отделы приводят к возникновению эффектов симпатического типа, передние — парасимпатического. Восходящие влияния этих отделов также разнонаправлены: задние оказывают возбуждающее влияние на кору больших полушарий, передние — тормозящее. Связь гипоталамуса с одной из важнейших желез внутренней секреции — гипофизом — обеспечивает нервную регуляцию эндокринной функции.

В клетках ядер переднего гипоталамуса вырабатывается ней-росекрет, который по волокнам гипоталамо-гипофизарного пути транспортируется в нейрогипофиз. Этому способствуют и обильное кровоснабжение, и сосудистые связи гипоталамуса и гипофиза.

Гипоталамус и гипофиз часто объединяют в *гипоталамо-гипофизарную систему*, играющую важнейшую роль в регуляции желез внутренней секреции.

Одно из крупных ядер гипоталамуса — *серый бугор* — принимает участие в регуляции функций многих эндокринных желез и обмена веществ. Разрушение серого бугра вызывает атрофию половых желез. Его длительное раздражение может привести к раннему половому созреванию, возникновению язв на коже, язвы желудка и двенадцатиперстной кишки.

Гипоталамус принимает участие в регуляции температуры тела. Доказана его роль в регуляции водного обмена, обмена углеводов. Ядра гипоталамуса участвуют во многих сложных поведенческих реакциях (половые, пищевые, агрессивные-оборонительные). Гипоталамус играет важную роль в формировании основных биологических мотиваций (голод, жажда, половое влечение) и эмоций положительного и отрицательного знака. Многообразие функций, осуществляемых структурами гипоталамуса, дает основание расценивать его как высший подкорковый центр регуляции жизненно важных процессов, их интеграции в сложные системы, обеспечивающие целесообразное приспособительное поведение.

Дифференцировка ядер гипоталамуса к моменту рождения не завершена и протекает в онтогенезе неравномерно. Развитие ядер гипоталамуса заканчивается в период полового созревания.

*Таламус* (зрительный бугор) составляет значительную часть промежуточного мозга. Это многоядерное образование, связанное двусторонними связями с корой больших полушарий. В его состав входят три группы ядер. Релейные ядра передают зрительную, слуховую, кожно-мышечно-суставную информацию в соответствующие проекционные области коры больших полушарий. Ассоциативные ядра передают ее в ассоциативные отделы коры

больших полушарии. Неспецифические ядра (продолжение ретикулярной формации среднего мозга) оказывают активизирующее влияние на кору больших полушарий.

Центростремительные импульсы от всех рецепторов организма {за-исключением обонятельных}, прежде чем достигнут коры головного мозга, поступают в ядра таламуса. Здесь поступившая информация перерабатывается, получает эмоциональную окраску и направляется в кору больших полушарий.

К моменту рождения большая часть ядер зрительных бугров хорошо развита. После рождения размеры зрительных бугров увеличиваются за счет роста нервных клеток и развития нервных волокон.

Онтогенетическая направленность развития структур промежуточного мозга состоит в увеличении их взаимосвязей с другими мозговыми образованиями, что создает условия для совершенствования координационной деятельности его различных отделов и промежуточного мозга в целом. В развитии промежуточного мозга существенная роль принадлежит нисходящим влияниям корковых полей конечного мозга.

*Конечный, или передний, мозг* включает в себя базальные ганглии и большие полушария.

Основной частью конечного мозга, достигающей наибольшего развития у человека, являются большие полушария.

*Большие полушария головного мозга* расположены над передней дорзальной поверхностью ствола мозга. Они соединены крупными пучками нервных волокон, образующих *мозолистое Фело*. У взрослого человека масса больших, полушарий составляет около 80% массы головного мозга и в 40 раз превышает массу ствола.

ч

Структурно-функциональная организация коры головного мозга. Кора больших полушарий представляет собой тонкий слой серого вещества на поверхности полушарий. В процессе эволюции поверхность коры интенсивно увеличивалась по размеру за счет появления борозд и извилин. Общая площадь поверхности коры у взрослого человека достигает 2200—2600 см<sup>2</sup>. Толщина коры в различных частях полушарий- колеблется от 1,3 до 4,5 мм. В коре насчитывается от 12 до 18 млрд. нервных клеток. Отростки этих клеток образуют огромное количество контактов, что и создает условия для сложнейших процессов обработки и хранения информации.

На нижней и внутренней поверхности полушарий расположены *старая и древняя кора, или арки- и палеокортекс*. Функционально эти отделы коры больших полушарий тесно связаны с гипоталамусом, миндалиной, некоторыми ядрами среднего мозга. Все эти структуры составляют *лимбическую систему мозга*. Как будет показано дальше, лимбическая система играет важнейшую роль в формировании эмоций и внимания. В старой и древней коре расположены также высшие центры вегетативной регуляции.

На наружной поверхности полушарий расположена филогенетически наиболее новая кора, появляющаяся только у млекопитающих и достигающая наибольшего развития у человека. Это *неокортекс*.

Кора больших полушарий имеет 6—7 слоев, различающихся формой, величиной и расположением нейронов (рис. 9). Между нервными клетками всех слоев коры в процессе их деятельности возникают как постоянные, так и временные связи.

По особенностям клеточного состава и строения кору больших полушарий разделяют на ряд участков. Их называют *корковыми полями*.

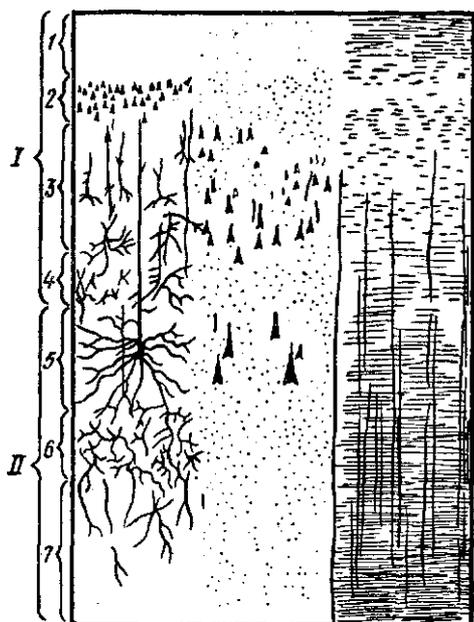


Рис. 9. Полусхематическое изображение слоев коры

Под корой располагается белое вещество больших полушарий. В составе белого вещества различают ассоциативные, комиссуральные и проекционные волокна. *Ассоциативные волокна* связывают между собой отдельные участки одного и того же полушария. Короткие ассоциативные волокна связывают между собой отдельные извилины и близкие поля. Длинные волокна — извилины различных долей в пределах одного полушария. *Комиссуральные волокна* связывают симметричные части обоих полушарий. Большая часть их проходит через мозолистое тело. *Проекционные*

*ные волокна* выходят за пределы полушарий. Они входят в состав нисходящих и восходящих путей, по которым осуществляется двусторонняя связь коры с нижележащими отделами ЦНС.

Известны случаи рождения детей, лишенных коры больших полушарий головного мозга. Это *анэнцефалы*. Они обычно живут всего несколько дней. Но известен случай жизни анэнцефала в течение 3 лет 9 месяцев. После его смерти при вскрытии оказалось, что большие полушария отсутствовали полностью, на их месте были обнаружены два пузыря. В течение первого года жизни этот ребенок почти все время спал. На звук и свет не реагировал. Прожив почти 4 года, он не научился говорить, ходить, узнавать мать, хотя врожденные реакции (некоторые) у него проявлялись: он сосал, когда ему вкладывали в рот сосок материнской груди или соску, глотал и т. п.

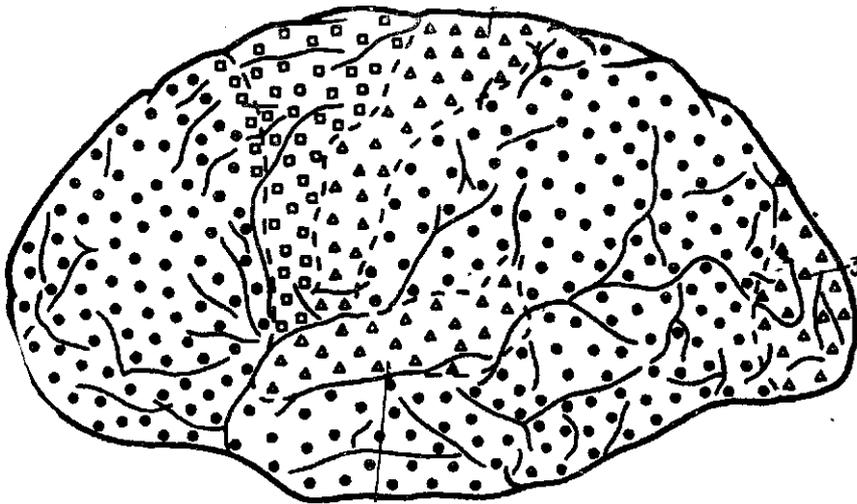


Рис. 10. Локализация в коре сенсорных, моторных и ассоциативных областей: квадратами обозначена моторная кора; треугольниками — сенсорные области (1 — соматосенсорная; 2 — слуховая; 3 — зрительная); кружками — зоны перекрытия (ассоциативные области)

Наблюдения над животными с удаленными полушариями головного мозга и над анэнцефалами показывают, что в процессе филогенеза резко возрастает значение высших отделов ЦНС в жизни организма. Происходит *кортиколизация функций*, подчинение сложных реакций организма коре больших полушарий. Все, что приобретает организм в течение индивидуальной жизни, связано с функцией больших полушарий головного мозга. С функцией коры больших полушарий связана высшая нервная деятельность. Взаимодействие организма с внешней средой, его поведение в окружающем материальном мире связаны с большими

полушариями головного мозга. Вместе с ближайшими подкорковыми центрами, стволом мозга и спинным мозгом большие полушария объединяют отдельные части организма в единое целое, осуществляют нервную регуляцию функций всех органов.

В опытах с удалением различных участков коры, их раздражением и при регистрации электрической активности мозга установлено наличие трех типов корковых областей: сенсорные, моторные и ассоциативные (рис. 10).

Сенсорные области коры больших полушарий. Аfferентные волокна, несущие сигналы от различных рецепторов, приходят к определенным зонам коры. Каждому рецепторному аппарату соответствует в коре определенная область. И. П. Павловым эти области были названы корковым ядром анализатора. В сенсорных зонах выделяют первичные и вторичные проекционные поля.

Нейроны проекционных первичных полей выделяют отдельные признаки сигнала. В области зрительной проекции, например, анализируются место объекта в поле зрения, направление движения, контур, цвет, контраст. Разрушение этой области приводит к потере способности к первичному анализу внешних стимулов в определенной части поля зрения. При раздражении первичной зрительной зоны во время операций отмечается появление световых мельканий, цветовых пятен; при раздражении проекционного поля слуховой коры пациент слышит тоны, отдельные звуки.

При ограниченном поражении вторичных, например зрительных, полей большой отчетливо видит отдельные элементы изображения, но не может объединить их в целостный образ, узнать знакомый предмет (зрительная агнозия). Раздражение вторичных сенсорных зон у человека во время операции вызывает оформленные предметные зрительные и сложные слуховые галлюцинации: звуки музыки, речи и т. д.

Сенсорные зоны локализованы в определенных областях коры: зрительная сенсорная зона располагается в затылочной области обоих полушарий, слуховая — в височной области, зона вкусовых ощущений — в нижней части теменных областей, соматосенсорная зона, анализирующая импульсацию с рецепторов мышц, суставов, сухожилий, кожи, располагается в области задней центральной извилины (см. рис. 10).

Моторные области коры. Зоны, раздражение которых закономерно вызывает двигательную реакцию, называют *моторными* или *двигательными*. Они расположены в области переднецентральной извилины. Моторная кора имеет двусторонние внутрикоровые связи со всеми сенсорными областями. Это обеспечивает тесное взаимодействие сенсорных и моторных зон.

Ассоциативные области коры. Кора больших полушарий человека характеризуется наличием обширной области, не имеющей прямых афферентных и эфферентных связей с периферией. Эти области, связанные обширной системой связей ассоциативных волокон с сенсорными и моторными зонами, получили название *ассоциативных* или *третичных* корковых зон. В задних отделах коры они расположены между теменными, затылочными и височными областями, в передних отделах они занимают основную поверхность лобных долей. Ассоциативная кора либо отсутствует, либо слабо развита у всех млекопитающих до приматов. У человека заднеассоциативная кора занимает примерно половину, а лобные области 25% всей поверхности коры. По строению они отличаются особенно мощным развитием верхних ассоциативных слоев клеток в сравнении с системой афферентных и эфферентных нейронов. Их особенностью является также наличие полисенсорных нейронов — клеток, воспринимающих информацию из различных сенсорных систем.

В ассоциативной коре расположены и центры, связанные с речевой деятельностью. Ассоциативные области коры рассматриваются как структуры, ответственные за синтез поступающей информации, и как аппарат, необходимый для перехода от наглядного восприятия к абстрактным символическим процессам. С ассоциативными зонами коры связано формирование свойственной только человеку второй сигнальной системы.

Клинические наблюдения показывают, что при поражении заднеассоциативных областей нарушаются сложные формы ориентации в пространстве, конструктивная деятельность, затрудняется поздно созревают лобные области коры. Как будет показано ниже, постепенность созревания структур коры больших полушарий определяет возрастные особенности высших нервных функций и поведенческих реакций детей дошкольного и младшего школьного возраста.

\ Электроэнцефалограмма.

Возрастные особенности электроэнцефалограммы детей и подростков. Анализ электроэнцефалограмм детей различного возраста показывает, что подкорковые структуры, являющиеся наиболее филогенетически древними образованиями мозга и играющие важнейшую роль, в обеспечении жизненно важных функций, созревают значительно раньше высших отделов центральной нервной системы (коры больших полушарий). Медленная активность в электроэнцефалограмме, отражающая их функционирование, практически сформирована уже в грудном возрасте и регистрируется уже у новорожденных детей. В результате этого опережающего созревания подкорковых структур ЭЭГ сна детей грудного и раннего детского возраста практически не отличается от взрослого типа. Существенные изменения претерпевает ЭЭГ спокойного бодрствования (рис. 13). Основной ритм ЭЭГ покоя — альфа-ритм, отражающий функциональную активность коры больших полушарий, в ходе индивидуального развития появляется впервые у детей в 3-месячном возрасте в виде отдельных групп колебаний, перемежающихся большим количеством медленных волн. С возрастом, по мере структурно-функционального созревания коры больших полушарий, продолжительность времени регистрации альфа-ритма и соответственно его

представленность в ЭЭГ увеличивается. Однако еще в 5-летнем возрасте альфа-ритм не является доминирующей формой активности и ЭЭГ покоя носит полиритмичный характер. Существенные изменения ЭЭГ покоя обнаруживаются в 6 лет, когда четко выявляется ведущая частота в диапазоне альфа-ритма. Это дает основание рассматривать возраст 6 лет как существенный этап в организации состояния покоя как оптимального фона для восприятия внешней информации. Однако в 6 лет, так же как и в 7—8 лет, альфа-ритм характеризуется сниженной частотой (8—9 Гц) и нестабильностью. При нагрузках, в процессе школьного обучения частота альфа-ритма снижается, выраженность его уменьшается и увеличивается выраженность колебаний типа тета. Колебания этого типа в состоянии покоя наблюдаются у взрослых только при патологической активности подкорковых структур или резко выраженных эмоциональных состояниях. Их наличие в ЭЭГ во время спокойного бодрствования у здоровых детей есть результат возрастной специфики корково-подкоркового взаимодействия, результат меньшей, чем у взрослого, степени подавляющего воздействия коры на подкорковые структуры.

По мере созревания коры характер корково-подкоркового взаимодействия существенно изменяется. Близкие к типу взрослого корково-подкорковые взаимоотношения с выраженным тормозным влиянием коры на подкорковые структуры устанавливаются к 10—12 годам, когда по показателям ЭЭГ кора больших полушарий достигает значительной зрелости. В ЭЭГ регистрируется альфа-ритм, по своему рисунку, амплитуде, частоте существенно не отличающийся от такового взрослых. ЭЭГ приобретает устойчивый, стабильный характер. Частота основного ритма и его представленность в ЭЭГ не меняются в течение учебного года.

В 12—15-летнем возрасте снова наблюдается усиление подкорковой активности. Это период полового созревания. Он характеризуется повышенной активностью одного из отделов промежуточного мозга — гипоталамуса, функция которого тесно связана с деятельностью желез внутренней секреции. На ЭЭГ это находит свое отражение в уменьшении частоты альфа-ритма и его нестабильности в течение учебного года, увеличивается и представленность медленноволновой активности. В поведении подростков в этот период отмечаются повышенная нервозность, несдержанность, неустойчивость эмоциональных реакций. К завершению подросткового возраста отмеченные на ранних стадиях полового созревания отклонения в ЭЭГ покоя исчезают. В ЭЭГ покоя четко доминирует альфа-ритм, параметры которого соответствуют взрослому.

Прослеженное при анализе ЭЭГ покоя структурно-функциональное созревание коры больших полушарий является чрезвычайно важным фактором в формировании поведенческих реакций ребенка. Оно способствует нарастанию сдержанности, контролируемости и осмысленности поступков. Наблюдаемое в течение длительного периода индивидуального развития ребенка усиление организующей роли коры больших полушарий является основой для формирования высших нервных и психических функций.

## ВЕГЕТАТИВНАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА

Особенности вегетативной нервной системы. Вегетативная нервная система регулирует работу внутренних органов, обмен веществ, приспособляя органы к текущим потребностям организма. К ней относятся нервные центры продолговатого мозга, гипоталамуса и лимбической системы, импульсы из

которых поступают к внутренним органам через волокна и узлы вегетативной нервной системы.

Вегетативная нервная система иннервирует гладкую мускулатуру внутренних органов, кровеносных сосудов и кожи, мышцу сердца и железы. Вегетативные волокна подходят и к скелетным мышцам, но они при возбуждении не вызывают сокращения мышц, а повышают в них обмен веществ и тем самым стимулируют их работоспособность. Раздражение симпатических нервов утомленной скелетной мышцы восстанавливает ее работоспособность. Все это дало основание Л. А. Орбели и А. Г. Гинецинскому

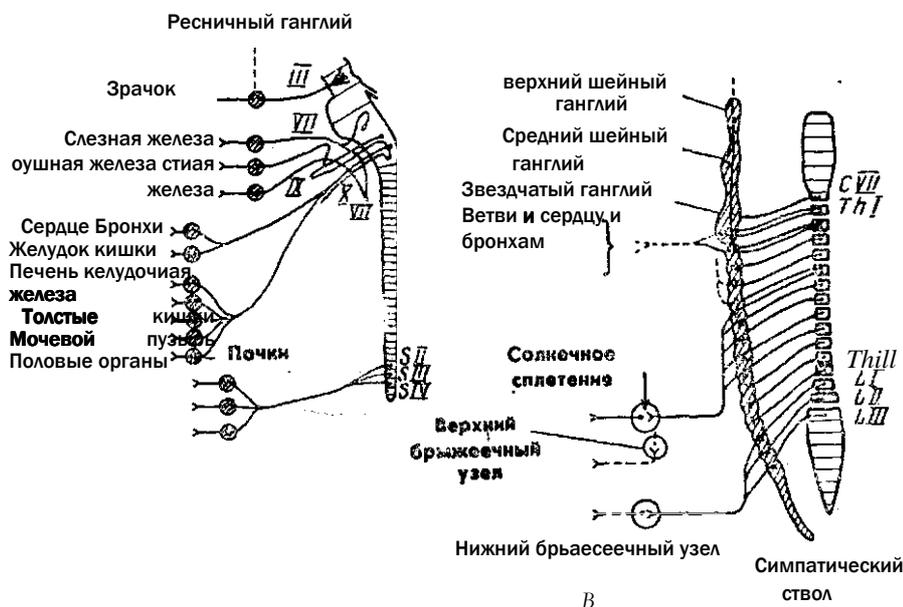


Рис. 14. Схема вегетативной нервной системы: А — парасимпатический отдел; Б — симпатический отдел

говорить об адаптационно-трофической функции симпатической нервной системы.

Путь от центра до иннервируемого органа в вегетативной нервной системе состоит из двух нейронов. Это типичный признак вегетативной нервной системы. Волокна вегетативной нервной системы выходят из ядерных образований ЦНС и обязательно прерываются в периферических вегетативных нервных узлах — ганглиях, образуя синапсы на нейронах, расположенных в этих ганглиях. Эти волокна называются *преганглионарными* или *предузловыми*. Отростки клеток, образующих периферические вегетативные ганглии, направляются к внутренним органам; это *постганглионарные*, или *послеузловые*, волокна.

В этом отношении так называемая соматическая нервная система, иннервирующая скелетные мышцы, кожу, связки, сухожилия, отличается от вегетативной нервной системы. В соматической нервной системе нервные волокна от ЦНС доходят до иннервируемого органа не прерываясь.

Волокна вегетативной нервной системы по сравнению с волокнами соматической нервной системы отличаются сравнительно низкой возбудимостью, скорость распространения импульсов по ним также невелика (1—30 м/с).

На основании особенностей строения и функциональных отличий в вегетативной нервной системе выделяют два отдела — парасимпатический и симпатический .

## ВЫСШАЯ НЕРВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ И ЕЕ ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ

Значение работ И. М. Сеченова и И. П. Павлова в изучении функций коры головного мозга. Кора и ближайшие к ней подкорковые структуры являются высшим отделом ЦНС — субстратом осуществления сложных рефлекторных реакций, лежащих в основе высшей нервной деятельности. Представление о рефлекторном характере деятельности высших отделов ЦНС впервые было выдвинуто И. М. Сеченовым. До И. М. Сеченова господствовало представление о раздельности тела и «души» и вопрос о возможности объективного изучения психической деятельности даже не ставился.

«Отец русской физиологии» — так называл И. М. Сеченова И. П. Павлов. Впервые в истории естествознания И. М. Сеченов в своем знаменитом труде «Рефлексы головного мозга» (1863) дал материалистическое объяснение психической деятельности человека.

Гениальные идеи И. М. Сеченова были подтверждены экспериментально И. П. Павловым. И. М. Сеченов и И. П. Павлов являются основоположниками рефлекторной теории, материалистически объясняющей принципы отражения человеком окружающего материального мира. И. П. Павлов развил рефлекторную теорию и создал учение о высшей нервной деятельности. Ему удалось открыть нервный механизм, обеспечивающий сложные формы реагирования человека и высших животных на воздействие внешней среды. Этим механизмом является условный рефлекс.

Совокупность сложных форм деятельности коры больших полушарий и ближайших к ней подкорковых образований, обеспечивающую взаимодействие целостного организма с внешней средой, называют *высшей нервной деятельностью*.

В учении о высшей нервной деятельности вскрыты физиологические механизмы сложнейших процессов отражения человеком внешнего объективного мира, что дало блестящее естественнонаучное обоснование ленинской теории, отражения.

И. П. Павлов по праву считается создателем нового направления в мировой физиологии. Он изучал физиологические процессы, протекающие в отдельных органах или в системах органов, в их неразрывной связи с целым организмом. Аналитико-синтетический метод, введенный в физиологию И. П. Павловым, создал реальную возможность изучения взаимодействия организма с окружающей средой.

Понятие об аналитико-синтетической деятельности. Многочисленные раздражители внешнего мира и внутренней среды организма воспринимаются рецепторами и становятся источниками импульсов, поступающих в кору больших полушарий. В коре поступившие импульсы анализируются, различаются и синтезируются, соединяются, обобщаются.

Способность коры разделять, вычленять и различать отдельные раздражения, их дифференцировать и есть проявление *аналитической* деятельности коры головного мозга.

С аналитической деятельностью коры больших полушарий тесно связана ее *синтетическая* деятельность, которая проявляется в объединении, обобщении возбуждения, возникшего в различных ее участках от действия различных раздражителей. Примером синтетической деятельности коры больших полушарий может служить образование временной связи, лежащее в основе выработки всякого условного рефлекса. Анализ и синтез раздражителей — основные свойства коры больших полушарий, лежащие в основе высшей нервной деятельности.

Методы изучения высшей нервной деятельности. Изучая на животных функцию пищеварительных желез с помощью фистульного метода, И. П. Павлов обнаружил, что из выведенного наружу протока слюнной железы слюноотделение начинается не только тогда, когда пища попадает в рот, но и при виде, запахе пищи, звоне посуды, из которой кормят животное. И. П. Павлов объяснил это явление и дал ему название *условный рефлекс*.

С помощью метода условных рефлексов И. П. Павлов изучал функцию коры больших полушарий головного мозга и ближайших к ней подкорковых образований, явления иррадиации и кон-центрации в коре головного мозга, аналитико-синтетическую дея-

тельность мозга. В экспериментах на животных для изучения механизмов, лежащих в основе высшей нервной деятельности, широко используются также методики разрушения отдельных структур мозга, перерезки связей между ними, регистрации электрической активности определенных нервных центров или отдельных нервных клеток.

В последнее время для изучения высшей нервной деятельности человека все более широко используется метод электроэнцефалографии—регистрации биоэлектрической активности мозга.

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

При действии условного сигнала кора больших полушарий обеспечивает организму предварительную подготовку реагирования на те раздражители внешней среды, которые в последующее время окажут свое воздействие. Поэтому деятельность коры больших полушарий является *сигнальной*.

Условия образования условного рефлекса. Условные рефлексы, вырабатываются на базе безусловных. Условный рефлекс так назван И. П. Павловым потому, что для его образования нужны определенные условия. Прежде всего нужен условный раздражитель, или сигнал. Условным раздражителем может быть любой раздражитель из внешней среды или определенное изменение внутреннего состояния организма. В лаборатории И. П. Павлова в качестве условных раздражителей применяли вспыхивание электрической лампочки, звонок, бульканье воды, раздражение кожи, вкусовые, обонятельные раздражители, звон посуды, вид горящей свечи и пр. Условные рефлексы на время вырабатываются у человека при соблюдении режима труда, приема пищи в одно и то же время, постоянном времени отхода ко сну.

Условный рефлекс можно выработать, сочетая индифферентный раздражитель с ранее выработанным условным рефлексом. Таким путем образуются условные рефлексы второго порядка, тогда подкреплять индифферентный раздражитель надо условным раздражителем первого порядка. Удалось образовать в эксперименте условные рефлексы третьего, четвертого порядков. Рефлексы эти, как правило, нестойкие. У детей удалось выработать рефлексы шестого порядка.

Возможность выработки условных рефлексов затрудняют или полностью исключают сильные посторонние раздражители, болезнь и др.

Чтобы выработать условный рефлекс, условный раздражитель надо подкреплять безусловным раздражителем, т. е. таким, который вызывает безусловный рефлекс. Звон ножей в столовой вызовет отделение слюны у человека лишь в том случае, если этот звон один или несколько раз подкреплялся едой. Звон ножей и вилок в нашем случае является условным раздражителем, а безусловным раздражителем, вызывающим слюноотделительный безусловный рефлекс, является пища. Вид горящей свечи может стать

Условные рефлексы обеспечивают более, совершенное приспособление организма к меняющимся условиям жизни. Они способствуют нахождению пищи по запаху, своевременному уходу от опасности, ориентировке во времени и пространстве. Условнорефлекторное отделение слюны, желудочного, поджелудочного соков на вид, запах, время приема пищи создает лучшие условия для переваривания пищи еще до того, как она поступила в организм. Усиление газообмена и увеличение легочной вентиляции до начала

работы, только при виде обстановки, в которой совершается работа, способствует большей выносливости и лучшей работоспособности организма во время мышечной деятельности.

При действии условного сигнала кора больших полушарий обеспечивает организму предварительную подготовку реагирования на те раздражители внешней среды, которые в последующее время окажут свое воздействие. Поэтому деятельность коры больших полушарий является *сигнальной*.

Условия образования условного рефлекса. Условные рефлексы, вырабатываются на базе безусловных. Условный рефлекс так назван И. П. Павловым потому, что для его образования нужны определенные условия. Прежде всего нужен условный раздражитель, или сигнал. Условным раздражителем может быть любой раздражитель из внешней среды или определенное изменение внутреннего состояния организма. В лаборатории И. П. Павлова в качестве условных раздражителей применяли вспыхивание электрической лампочки, звонок, бульканье воды, раздражение кожи, вкусовые, обонятельные раздражители, звон посуды, вид горящей свечи и пр. Условные рефлексы на время вырабатываются у человека при соблюдении режима труда, приема пищи в одно и то же время, постоянном времени отхода ко сну.

Условный рефлекс можно выработать, сочетая индифферентный раздражитель с ранее выработанным условным рефлексом. Таким путем образуются условные рефлексы второго порядка, тогда подкреплять индифферентный раздражитель надо условным раздражителем первого порядка. Удалось образовать в эксперименте условные рефлексы третьего, четвертого порядков. Рефлексы эти, как правило, нестойкие. У детей удалось выработать рефлексы шестого порядка.

Возможность выработки условных рефлексов затрудняют или полностью исключают сильные посторонние раздражители, болезнь и др.

Чтобы выработать условный рефлекс, условный раздражитель надо подкреплять безусловным раздражителем, т. е. таким, который вызывает безусловный рефлекс. Звон ножей в столовой вызовет отделение слюны у человека лишь в том случае, если этот звон один или несколько раз подкреплялся едой. Звон ножей и вилок в нашем случае является условным раздражителем, а безусловным раздражителем, вызывающим слюноотделительный безусловный рефлекс, является пища. Вид горящей свечи может стать

сигналом к отдергиванию руки у ребенка лишь в том случае, если хотя бы. один раз вид свечи совпал с болью от ожога. При образовании условного рефлекса условный раздражитель должен предшествовать действию безусловного раздражителя (обычно на 1—5 с).

Механизм образования условного рефлекса. Согласно представлениям И. П. Павлова, образование условного рефлекса связано с установлением временной связи между двумя группами клеток коры: между воспринимающими условное и воспринимающими безусловное раздражение. Эта связь становится тем прочнее, чем чаще одновременно возбуждаются оба участка коры. После нескольких сочетаний связь оказывается настолько прочной, что при действии одного лишь условного раздражителя возбуждение возникает и во втором очаге (рис. 15).

Вначале индифферентный раздражитель, если он является новым и неожиданным, вызывает общую генерализованную реакцию организма — *ориентировочный рефлекс*, который И. П. Павлов назвал исследовательским или рефлексом «что такое?». Любой раздражитель, если он применяется впервые, вызывает двигательную реакцию (общее вздрагивание, поворот глаз, ушей в сторону раздражителя), учащение дыхания, сердцебиение, генерализованные изменения электрической активности мозга — альфа-ритм сменяется быстрыми колебаниями (бета-ритм). Эти реакции отражают общее генерализованное возбуждение. При повторении раздражителя, если он не становится

сигналом к определенной деятельности, ориентировочный рефлекс угасает. Например, если собака впервые услышит звонок, она на него даст общую ориентировочную реакцию, но слюны при этом отделяться не будет. Подкрепим теперь звучащий звонок едой. При этом в коре больших полушарий возникнут два очага возбуждения — один в слуховой зоне, а другой в пищевом центре (это участки коры, которые возбуждаются под влиянием запаха, вкуса еды). После нескольких подкреплений звонка едой в коре больших полушарий

между двумя очагами возбуждения возникнет (замкнется) временная связь.

В ходе дальнейших исследований были получены факты, свидетельствующие о том, что замыкание временной связи идет не только по горизонтальным волокнам (кора — кора). Разрезами \* серого вещества разобщали у собак разные участки коры, однако это не препятствовало образованию временных связей между клетками этих участков. Это дало основание полагать, что в установлении временных связей важная роль принадлежит и путям кора — подкорка — кора. При этом центростремительные импульсы от условного раздражителя через таламус и неспецифическую систему (гиппокамп, ретикулярная формация) поступают в соответствующую зону коры. Здесь они перерабатываются и по нисходящим путям достигают подкорковых образований, откуда импульсы приходят снова в кору, но уже в зону представительства безусловного рефлекса.

Что происходит в нейронах, участвующих в образовании временной связи? По этому поводу есть различные точки зрения. Одна из них главную роль отводит морфологическим изменениям в окончаниях нервных отростков. \_ Другая точка зрения о механизме условного рефлекса осно-

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

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

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

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

Торможение условных рефлексов. Условные рефлексы пластичны. Они могут долго сохраняться, а могут и тормозиться. Описано два типа торможения условных рефлексов — внутреннее и внешнее.

*Безусловное, или внешнее, торможение.* Этот тип торможения ■ьет место в тех случаях, когда в коре больших полушарий яри осуществлении условного рефлекса возникает новый, достаточно сильный очаг возбуждения, не связанный с данным условным рефлексом.

Если у собаки был выработан условный слюноотделительный рефлекс на звук звонка, то включение яркого света при звуке звонка у этой собаки тормозит ранее выработанный рефлекс слюноотделения. В основе этого торможения лежит явление отрицательной индукции: новый сильный очаг возбуждения в коре от постороннего раздражения вызывает понижение возбудимости в участках коры больших полушарий, связанных с осуществлением условного рефлекса, и, как следствие этого явления, наступает торможение условного рефлекса. Иногда это торможение условных рефлексов называют *индукционным торможением*.

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

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

*Условное, или внутреннее, торможение*. Внутреннее торможение, в отличие от внешнего, развивается внутри дуги условного рефлекса, т. е. в тех нервных структурах, которые участвуют в осуществлении данного рефлекса.

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

Одним из видов внутреннего торможения является *угасание*. Оно развивается, если много раз условный рефлекс не подкрепляется безусловным раздражителем.

Через некоторое время после угасания условный рефлекс может восстановиться. Это произойдет, если мы вновь подкрепим действие условного раздражителя безусловным.

Непрочные условные рефлексы восстанавливаются с трудом. Угасанием можно объяснить временную утрату трудового навыка, навыка игры на музыкальных инструментах.

У детей угасание происходит гораздо медленнее, чем у взрослых. Именно поэтому трудно отучать детей от вредных привычек. Угасание лежит в основе забывания.

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

*Запаздывание* условных рефлексов также относится к внутреннему торможению. Оно развивается, если отставить во времени подкрепление условного раздражителя безусловным. Обычно при выработке условного рефлекса включают условный раздражитель— сигнал (например, звонок), а через 1—5 с дают пищу (безусловное подкрепление). Когда рефлекс выработан, сразу после включения звонка, без дачи пищи, уже начинает течь слюна. Теперь поступим так: включим звонок, а пищевое подкрепление постепенно отодвинем во времени до 2—3 мин после начала звучания звонка. После нескольких (иногда весьма многократных) сочетаний звучащего звонка с задержанным подкреплением пищей развивается запаздывание: звонок включается, а слюна теперь будет течь не сразу, а спустя 2—3 мин после включения звонка. Из-за неподкрепления на протяжении 2—3 мин условного раздражителя (звонка) безусловным (пищей) условный раздражитель в течение времени неподкрепления приобретает тормозное значение.

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

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

Сходные звуковые, обонятельные и другие раздражители могут сигнализировать о совершенно различных событиях. Только точный анализ этих сходных раздражителей обеспечивает биологически целесообразные реакции животного. Анализ раздражений состоит в различении, разделении разных сигналов, дифференцировании сходных взаимодействий на организм. В лаборатории И. П. Павлова удалось, например, выработать такую дифференцировку: 100 ударов метронома в минуту подкрепляли пищей, а 96 ударов не подкрепляли. После нескольких повторений собака отличала 100 ударов метронома от 96: на 100 ударов у нее текла слюна, на 96 ударов слюна не отделялась. *Различение*, или *дифференцирование*, сходных условных раздражителей вырабатывается путем подкрепления одних и \*неподкрепления других раздражителей. Развивающееся при этом торможение подавляет рефлекторную реакцию на неподкрепляемые раздражители. Дифференцировка — один из видов условного (внутреннего) торможения.

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

**Динамический стереотип.** Внешний мир действует на организм не единичными раздражителями, а обычно системой одновременных и последовательных раздражителей. Если эта система в таком порядке часто повторяется, то это ведет к образованию динамического стереотипа.

Динамический стереотип представляет собой последовательную цепь условнорефлекторных актов, осуществляющихся в строго определенном, закреплённом во времени порядке и являющихся следствием сложной системной реакции организма на комплекс условных раздражителей. Благодаря образованию цепных условных рефлексов каждая предыдущая деятельность организма становится условным раздражителем — сигналом последующей. Таким образом, предыдущей деятельностью организм подготавливается к осуществлению последующей. Проявлением динамического стереотипа

является условный рефлекс на время, способствующий оптимальной деятельности организма при правильном режиме дня. Например, прием пищи в определенные часы обеспечивает хороший аппетит и нормальное пищеварение; постоянство соблюдения времени отхода ко сну способствует быстрому засыпанию и, таким образом, более продолжительному сну детей и подростков; осуществление учебной работы и трудовой деятельности всегда в одни и те же часы приводит к более быстрой вработываемости организма и лучшему усвоению знаний, навыков, умений.

Стереотип трудно вырабатывается, но если он выработан, то поддержание его не требует значительного напряжения корковой деятельности, многие действия при этом становятся автоматическими. Динамический стереотип является основой образования привычек у человека, формирования определенной последовательности в трудовых операциях, приобретения умений и навыков.

Ходьба, бег, прыжки, катание на лыжах, игра на рояле, пользование при еде ложкой, вилкой, ножом, письмо — все это навыки, в основе которых лежит образование динамических стереотипов в коре больших полушарий.

Образование динамического стереотипа лежит в основе режима дня каждого человека. Стереотипы сохраняются долгие годы и составляют основу человеческого поведения. Стереотипы, возникшие в раннем детском возрасте, очень трудно поддаются переделке. Вспомним, как трудно «переучить» ребенка, если он

### ТИПЫ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Понятие о типе высшей нервной деятельности. Условнорефлекторная деятельность зависит от индивидуальных свойств нервной системы. Индивидуальные свойства нервной системы обусловлены наследственными особенностями индивидуума и его жизненным опытом. Совокупность этих свойств называют типом высшей нервной деятельности.

Свойства нервных процессов. И. П. Павлов на основе многолетнего изучения особенностей образования и протекания условных рефлексов у животных выделил 4 основных типа высшей нервной деятельности. В основу деления на типы он положил три основных показателя: 1) *силу* процессов возбуждения и торможения; 2) *уравновешенность*, т. е. соотношение силы процессов возбуждения и торможения; 3) *подвижность* процессов возбуждения и торможения, т. е. скорость, с которой возбуждение может сменяться торможением, и наоборот.

Классификация типов высшей нервной деятельности. На основании проявления этих трех свойств И. П. Павлов выделил: 1) тип . сильный, но неуравновешенный, с преобладанием возбуждения над торможением («безудержный» тип); 2) тип сильный, уравновешенный, с большой подвижностью нервных процессов («живой», подвижный тип); 3) тип сильный, уравновешенный, с малой подвижностью нервных процессов («спокойный», малоподвижный, инертный тип); 4) тип слабый с быстрой истощаемостью нервных клеток, приводящей к потере работоспособности.

И. П. Павлов считал, что основные типы высшей нервной деятельности, обнаруженные на животных, совпадают с четырьмя темпераментами, установленными у людей греческим врачом Гиппократом, жившим в IV веке до н. э. Слабый тип соответствует меланхолическому темпераменту; сильный неуравновешенный тип — холерическому темпераменту; сильный уравновешенный, подвижный тип — сангвиническому темпераменту, сильный уравновешенный, с малой подвижностью нервных процессов — флегматическому темпераменту.

Однако следует иметь в виду, что полушария головного мозга человека как существа социального обладают более совершенной синтетической деятельностью, нежели у животных. Человеку свойственна качественно особая нервная деятельность, связанная с наличием у него речевой функции.

В зависимости от взаимодействия, уравновешенности сигнальных систем И. П. Павлов наряду с четырьмя общими для человека и животных типами выделил специально человеческие типы высшей нервной деятельности:

1. Художественный тип. Характеризуется преобладанием первой сигнальной системы над второй. К этому типу относятся люди, непосредственно воспринимающие действительность, широко пользующиеся чувственными образами, для них характерно образное, предметное мышление.

2. Мыслительный тип. Это люди с преобладанием второй сигнальной системы, «мыслители», с выраженной способностью к абстрактному мышлению.

3. Большинство людей относится к среднему типу с уравновешенной деятельностью двух сигнальных систем. Им свойственны как образные впечатления, так и умозрительные заключения.

Пластичность типов высшей нервной деятельности. Врожденные свойства нервной системы не являются неизменными. Они могут в той или иной мере меняться под влиянием воспитания в силу пластичности нервной системы. Тип высшей нервной деятельности складывается из взаимодействия унаследованных свойств нервной системы и влияний, которые испытывает индивидуум в процессе жизни.

Пластичность нервной системы И. П. Павлов называл важнейшим педагогическим фактором. Сила, подвижность нервных процессов поддаются тренировке, и дети неуравновешенного типа под влиянием воспитания могут приобрести черты, сближающие их с представителями уравновешенного типа. Длительное перенапряжение тормозного процесса у детей слабого типа может привести к «срыву» высшей нервной деятельности; возникновению неврозов. Такие дети с трудом привыкают к новому режиму работы! и нуждаются в специальном внимании.

••Возрастные особенности условных рефлексов. Типы высшей нервной деятельности ребенка. Приспособительные реакции родившегося ребенка на внешние воздействия обеспечиваются ориентировочными рефлексами. Условные рефлексы в период новорожденности носят очень ограниченный характер и вырабатываются только на жизненно важные стимулы. Уже в первые дни жизни ребенка можно отметить образование натурального условного рефлекса на время кормления, выражающееся в пробуждении детей и повышенной двигательной активности. Сосательные движения губ появляются до того, как сосок вложен в рот. Понятно, что такой рефлекс проявляется только при строгом режиме кормления детей. При строгом режиме кормления на 6—7-й день у младенцев происходит условнорефлекторное повышение количества лейкоцитов уже за 30 мин до кормления, у них повышается газообмен перед приемом пищи. На положение ребенка для кормления к концу второй недели появляется условный рефлекс в виде сосательных движений. Здесь сигналом является комплекс раздражителей, действующих с рецепторов кожи, двигательного и вестибулярного аппаратов, постоянно сочетавшихся с пищевым подкреплением.

С середины первого месяца жизни возникают условные рефлексы на различные первосигнальные стимулы: свет, звук, обонятельные раздражения.

Скорость образования условных рефлексов на первом месяце жизни очень мала и быстро увеличивается с возрастом. Так, защитный рефлекс на свет возникает только после 200 сочетаний, если его выработка начата на 15-е сутки после рождения, и требуется меньше 40 сочетаний, если выработка того же рефлекса начата у полуторамесячного ребенка. С первых дней жизни ребенка появляется безусловное (внешнее) торможение. Ребенок перестает сосать, если внезапно раздастся резкий звук. Условное (внутреннее) торможение вырабатывается позже. Его появление и упрочение определяются созреванием нервных элементов коры больших полушарий. Первые проявления дифференцировок двигательных условных рефлексов отмечены к 20-му дню жизни, когда ребенок начинает дифференцировать положение для кормления от процедуры перепеленания. Четкое дифференцирование зрительных и слуховых условных раздражителей наблюдается в 3—4 месяца. Другие виды внутреннего торможения формируются позже дифференцировок. Так, выработка запаздывающего торможения становится возможной с 5-месячного возраста ребенка (М. М. Кольцова).

Выработка у ребенка внутреннего торможения является важным фактором воспитания. На первом году жизни целесообразно воспитывать торможение, привлекая мимику и жесты,

характеризующие отрицательное отношение взрослых, или раздражители, отвлекающие внимание ребенка, т. е. являющиеся внешним тормозом. Для правильного развития ребенка первого года жизни очень важным является строгий режим — определенная последовательность чередования сна, бодрствования, кормления, прогулок. Это определяется значимостью в этом возрасте стереотипа интероцептивных условных рефлексов. К концу первого года важное значение приобретают комплексы внешних экстероцептивных раздражителей, характеризующих ситуацию в целом. Одним из важных компонентов комплекса раздражителей становится слово.

Первые признаки развития второй сигнальной системы проявляются у ребенка во второй половине первого года жизни. В процессе развития ребенка сенсорные механизмы речи, определяющие возможность восприятия олова, формируются раньше, чем моторные, с которыми связано умение говорить. Период становления функции особенно чувствителен к формирующим воздействиям, поэтому говорить с ребенком нужно с первых дней его жизни. Ухаживая за ребенком, надо называть все свои действия, называть окружающие предметы. Это очень важно, так как для формирования связей второй сигнальной системы необходимо сочетать словесное обозначение предметов, явлений, окружающих людей с их конкретным образом — сочетать раздражения первосигнальные с раздражителями второсигнальными.

К концу первого года жизни слово становится значимым раздражителем.

## ВОЗРАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ И ГИГИЕНА АНАЛИЗАТОРОВ

### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ

Учение И. П. Павлова об анализаторах. Восприятие как слож-вый системный процесс приема и обработки информации осуществляется на основе функционирования специальных сенсорных систем или анализаторов. Эти системы осуществляют превращение раздражителей внешнего мира в нервные сигналы и передачу их в центры головного мозга. На разных уровнях головного мозга сигналы преобразуются и перекодируются. Преобразование сенсорных сигналов в высших отделах центральной нервной системы завершается ощущениями и представлениями, опознанием образов. И. П. Павлов впервые создал представление об анализаторе как о единой системе анализа информации, состоящей из трех взаимосвязанных отделов: периферического, проводникового и центрального.

*Рецепторы* являются периферическим звеном анализатора. Они представлены нервными окончаниями или специализированными нервными клетками, реагирующими на определенные изменения в окружающей среде. Рецепторы различны по строению, местоположению и функциям. Некоторые рецепторы имеют вид сравнительно просто устроенных нервных окончаний, другие являются отдельными элементами сложно устроенных органов чувств, как, например, сетчатка глаза.

Центростремительные нейроны, проводящие пути от рецептора до коры больших полушарий, составляют *проводниковый отдел анализатора*. Участки коры больших полушарий головного мозга, воспринимающие информацию от соответствующих рецепторных образований, составляют *центральную часть*, или *корковый отдел анализатора*.

Все части анализатора действуют как единое целое. Нарушение деятельности одной из частей вызывает нарушение функций всего анализатора.

С помощью анализаторов человек познает окружающий мир. Особенно велика роль анализаторов в трудовой деятельности. Если ограничить поступление в центральную нервную систему раздражений с разных органов чувств или полностью исключить их, то наблюдается задержка в развитии мозга, интеллекта.

Анализ воспринимаемых раздражений начинается уже в рецепторной части анализатора. Здесь идет простейший анализ и раздражение трансформируется в процессе

возбуждения. Более совершенный анализ происходит в подкорковых образованиях, результатом чего является выполнение сложных врожденных актов (вставание, настораживание, поворот головы к источнику света или звука, поддержание положения тела и др.). Высший, наиболее тонкий анализ осуществляется в коре больших полушарий головного мозга, в корковом отделе анализатора.

Сенсорные системы организма. Среди сенсорных систем организма различают *зрительную, слуховую, вестибулярную, вкусовую, обонятельную* системы, а также *соматосенсорную* систему, рецепторы которой расположены в коже и воспринимают прикосновение, давление, вибрацию, тепло, холод, боль; в соматосенсорную систему также поступают импульсы от проприорецепторов, воспринимающих движения в\*суставах и мышцах. Изучение интеро-рецепторов, расположенных во всех внутренних органах, путей проведения и переработки поступающих от них сигналов дало основание говорить о так называемой *висцеральной* сенсорной системе, которая воспринимает различные изменения во внутренней среде организма.

Функциональное созревание сенсорных систем. Различные анализаторные системы начинают функционировать в разные сроки онтогенетического развития. Вестибулярный анализатор как филогенетически наиболее древний созревает еще во внутриутробном периоде. Рефлекторные акты, связанные с активностью этого анализатора (например, изменение положения конечностей при повороте), отмечаются у плодов и глубоконедоношенных детей. Также рано созревает кожный анализатор. Первые реакции на раздражение кожи отмечены у эмбриона в 7,5 недели. Уже на 3-м месяце жизни ребенка параметры кожной чувствительности практически соответствуют таковым взрослого.

Адекватные реакции на раздражения вкусового анализатора наблюдаются с 9—10-го дня жизни. Тонкость дифференцировки основных пищевых веществ формируется на 3—4-м месяце жизни. До 6-летнего возраста чувствительность к вкусовым раздражителям повышается и в школьном возрасте не отличается от чувствительности взрослого.

Обонятельный анализатор функционирует с момента рождения ребенка. Дифференцировка запахов отмечается на 4-м месяце жизни.

Созревание анализаторных систем определяется развитием всех звеньев анализаторов.

Периферические звенья в основном являются сформированными к моменту рождения.

Позже друг; ;x рецепторных образований формируется периферическая часть зрительного анализатора — сетчатка глаза, однако и ее развитие за-жанчивается к первому полугодю.

Миелинизация нервных волокон в течение первых месяцев жизни обеспечивает значительное увеличение скорости проведения возбуждения. Позже других отделов анализаторов созревают их корковые звенья. Именно их созревание в основном определяет особенности функционирования анализаторных систем в детском возрасте. Наиболее поздно завершают свое развитие области проекции в коре слухового и зрительного анализаторов. Определенная степень их зрелости к моменту рождения создает условия для различения простых зрительных и слуховых стимулов уже в период новорожденности. При изучении движения глаз установлено, что ребенок способен воспринимать элементы предъявляемых изображений с момента рождения. При введении в поле зрения геометрической фигуры движения глаз становятся менее хаотичными, концентрируясь у одной из сторон треугольника или у одного из краев круга. Интересно, что отдельные элементы изображения в раннем младенческом возрасте отождествляются с целостным предметом. Об этом свидетельствуют экспериментальные данные, показавшие, что младенцы, у которых вырабатывался условный рефлекс на целостную конфигурацию, реагировали также на ее компоненты, предъявляемые в отдельности, и только с 16 недель ребенок воспринимал целостную конфигурацию, она становилась эффективным стимулом условной реакции.

По мере созревания внутрикоркового аппарата нейронов и их связей, в течение первых лет жизни ребенка анализ внешней информации становится более тонким и дифференцированным, совершенствуется процесс опознания сложных стимулов. Период интенсивного созревания систем наиболее пластичен. Созревание коркового звена анализатора в значительной степени определяется поступающей информацией. Известно, что

если лишить организм новорожденного притока сенсорной информации, то нервные клетки проекционной коры не развиваются; в сенсорно обогащенной среде развитие нервных клеток и их синаптических контактов происходит наиболее интенсивно. Отсюда очевидно значение сенсорного воспитания в раннем детском возрасте. Средствами его осуществления являются разнообразные предметы, окружающие ребенка, ярко окрашенные игрушки, привлечение внимания к их форме и цвету.

Функциональное созревание сенсорных систем не заканчивается в раннем детском возрасте. Помимо корковых отделов анализаторов в переработку поступающей информации вовлекаются и другие корковые зоны — ассоциативные отделы, участвующие в опознании стимулов, их классификации, выработке эталонов. Эти структуры созревают в течение длительного периода развития, включая подростковый возраст. Постепенность их созревания определяет специфику процесса восприятия в школьном возрасте (см. гл. IV). При изучении вызванных ответов коры больших полушарий на стимулы разной сложности, так называемых вызванных потенциалов, установлено, что ответы на сложные структурированные зрительные стимулы становятся идентичными таковым взрослого к 11—12 годам. Этому соответствуют данные офтальмологов и психологов о совершенствовании восприятия формы изображения в период обучения в школе. Поэтому чрезвычайно важным является соблюдение условий, необходимых для нормального развития сенсорной функции школьника.

Зрительный и слуховой анализаторы играют особую роль в познавательной деятельности, поэтому на особенностях их функционирования в онтогенезе и гигиенических требованиях к их нормальному развитию остановимся подробнее.

## ЗРИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗАТОР

Строение глаза. Зрительное восприятие начинается с проекции изображения на сетчатку глаза и возбуждения фоторецепторов, трансформирующих световую энергию в нервное возбуждение. Сложность зрительных сигналов, поступающих из внешнего мира, необходимость активного их восприятия обусловила формирование в эволюции сложного оптического прибора. Этим периферическим прибором — периферическим органом зрения — является глаз.

Форма глаза шаровидная. У взрослых диаметр его составляет около 24 мм, у новорожденных — около 16 мм. Форма глазного яблока у новорожденных более шаровидная, чем у взрослых. В результате такой формы глазного яблока новорожденные дети в 80—94% случаев обладают дальнозоркой рефракцией.

Рост глазного яблока продолжается после рождения. Интенсивнее всего оно растет первые пять лет жизни, менее интенсивно — до 9—12 лет.

Глазное яблоко состоит из трех оболочек — наружной, средней и внутренней

Наружная оболочка глаза — *склера*, или *белочная оболочка*. Это плотная непрозрачная ткань белого цвета, толщиной около 1 мм. В передней части она переходит в прозрачную *роговицу*. Склера у детей тоньше и обладает повышенной растяжимостью и эластичностью.

Роговица у новорожденных детей более толстая и выпуклая. К 5 годам толщина роговицы уменьшается, а радиус кривизны с возрастом почти не меняется. С возрастом роговица становится более плотной и ее преломляющая сила уменьшается. Подсклерой расположена *сосудистая оболочка* глаза. Толщина ее 0,2—0,4 мм. Она содержит большое количество кровеносных сосудов. В переднем отделе глазного яблока сосудистая оболочка переходит в ресничное (цилиарное) тело и *радужную оболочку* (радужку).

В ресничном теле расположена мышца, связанная с хрусталиком и регулирующая его кривизну.

*Хрусталик* — это прозрачное эластичное образование, имеющее форму двояковыпуклой линзы. Хрусталик покрыт прозрачной сумкой; по всему его краю к ресничному телу тянутся тонкие, но очень упругие волокна. Они сильно натянуты и держат хрусталик в растянутом состоянии. Хрусталик у новорожденных и детей дошкольного возраста более выпуклой формы, прозрачен и обладает большей эластичностью.

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

Ткань радужной оболочки содержит особое красящее вещество — меланин. В зависимости от количества этого пигмента цвет радужки колеблется от серого и голубого до коричневого,\*" почти черного. Цветом радужки определяется цвет глаз. При отсутствии пигмента (людей с такими глазами называют альбиносами) лучи света проникают в глаз не только через зрачок, но и через ткань радужки. У альбиносов глаза имеют красноватый оттенок. У них недостаток пигмента в радужке часто сочетается с недостаточной пигментацией кожи и волос. Зрение у таких людей понижено.

Между роговицей и радужкой, а также между радужкой и хрусталиком имеются небольшие пространства, называемые соответственно передней и задней камерами глаза. В них находится прозрачная жидкость. Она снабжает питательными веществами

роговицу и хрусталик, которые лишены кровеносных сосудов. Полость глаза позади хрусталика заполнена прозрачной желеобразной массой — стекловидным телом.

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

Оптическая система глаза. Поступающие в глаз световые лучи, прежде чем они попадут на сетчатку, проходят через несколько преломляющих сред. К ним относятся роговица, водянистое вещество передней и задней камер глаза, хрусталик и стекловидное тело. Каждая из этих сред имеет свой показатель преломляющей силы. Преломляющая сила выражается в диоптриях (Д). Одна диоптрия — это преломляющая сила линзы с фокусным расстоянием 1 м. Преломляющая сила глаза в целом равна 59 Д при рассматривании далеких предметов и 70,5 Д при рассматривании близких предметов.

Глаз — чрезвычайно сложная оптическая система, и для упрощения была предложена такая модель глаза, в которой одна выпуклая поверхность дает суммарный эффект преломления лучей во всей сложной оптической системе глаза. Пользуясь этой моделью, можно построить изображение видимого предмета на сетчатке (рис. 18). Для этого нужно провести линии от конца рассматриваемого предмета к узловой точке и продолжить их до пересечения с сетчаткой. Изображение на сетчатке получается действительным, уменьшенным и обратным.

Ребенок в первые месяцы после рождения путает верх и низ предмета. Если такому ребенку показать горящую свечу, то он, стараясь схватить пламя, протянет руку не к

верхнему, а к нижнему концу свечи. То обстоятельство, что мы видим предметы не в их перевернутом изображении, а в их естественном виде, объясняется жизненным опытом и взаимодействием анализаторов.

Аккомодация. Чтобы рассматриваемый предмет был ясно виден, надо, чтобы лучи от всех его точек попали на заднюю поверхность сетчатки, т. е. были здесь сфокусированы.

Когда человек смотрит вдаль, предметы, расположенные на близком расстоянии, кажутся расплывчатыми, они не в фокусе. Если глаз фиксирует близкие предметы, неясно видны отдаленные.

Попробуйте одновременно одинаково ясно увидеть шрифт книги через марлевую сетку и саму марлевую сетку. Это вам не удастся, так как предметы расположены от глаза на разном расстоянии.

Глаз способен приспособливаться к четкому видению предметов, находящихся от него на различных расстояниях. Эту способность глаза называют аккомодацией. Аккомодация осуществляется путем изменения кривизны хрусталика. При рассматривании близких предметов хрусталик делается более выпуклым, благодаря чему лучи от предметов сходятся на сетчатке.

Хрусталик посредством цинновой связки соединен с мышцей, располагающейся широким кольцом позади корня радужной оболочки. Благодаря деятельности этой мышцы хрусталик может менять свою форму, становиться более или менее выпуклым и соответственно сильнее или слабее преломлять попадающие в глаз лучи света.

При рассматривании предметов, находящихся на далеком расстоянии, ресничная мышца расслаблена, а связки, прикрепленные преимущественно к передней и задней поверхности капсулы хрусталика, в это время натянуты, что вызывает сдавливание хрусталика спереди назад и его растягивание. Поэтому при смотре вдаль кривизна хрусталика и, следовательно, преломляющая сила его становятся наименьшими.

При приближении предмета к глазу происходит сокращение ресничной мышцы, связка расслабляется. Это прекращает сдавливание и растягивание хрусталика. Вследствие эластичности хрусталик становится более выпуклым и его преломляющая сила увеличивается.

При смотре вдаль радиус кривизны передней поверхности хрусталика 10 мм, а при наибольшем напряжении аккомодации, т. е. при четком видении максимально приближенного к глазу предмета, радиус кривизны хрусталика составляет 5,3 мм.

Аккомодация глаза начинается уже тогда, когда предмет находится на расстоянии около 65 м от глаза. Отчетливо выраженное сокращение ресничной мышцы начинается на расстоянии предмета от глаза 10 и даже 5 м. Если предмет продолжает приближаться к глазу, аккомодация все более усиливается и, наконец, отчетливое видение предмета становится невозможным. Наименьшее расстояние от глаза, на котором предмет еще отчетливо виден, называется *ближайшей точкой ясного видения*. У нормального глаза дальняя точка ясного видения лежит в бесконечности.

С возрастом аккомодация изменяется (табл. 1). В 10 лет ближайшая точка ясного видения находится на расстоянии менее 7 см от глаза, в 20 лет — 8,3 см, в 30 лет—11 см, в 40 лет — 17 см, в 50 лет — 50 см, в 60—70 лет она приближается к 80 см.

Преломляющие свойства, или рефракция, обеспечивают фокусирование изображения на сетчатке. Для четкого изображения необходимо, чтобы параллельные лучи от изображения сходились на сетчатке. Существуют два основных вида аномалии рефракции—дальзоркость и близорукость.

Возрастные изменения величины аккомодации нормального глаза

Возраст (в годах)	Средняя величина аккомодации (в диоптриях)	Возраст (в годах)	Средняя величина аккомодации (в диоптриях)
10	14,6	18	10
11	14,2	19	10,9
12	13,6	20	10,6
13	13,0	25	9,2
14	12,5	30	7,7
15	12,0	40	4,9
16	11,7	50	2,1
17	11,5	60	1,0

**Дальнозоркость.** Дальнозоркость является следствием короткой продольной оси глаза. Она бывает связана либо с неправильной формой глаза (укороченное глазное яблоко), либо с неправильной кривизной роговицы или хрусталика. В этих случаях изображение фокусируется сзади глаза.

На сетчатке при этом получается расплывчатое изображение предмета. Для перемещения изображения на сетчатку дальнозоркий глаз должен усилить свою преломляющую способность за счет увеличения кривизны хрусталика уже при рассматривании отдаленных предметов. Еще большее напряжение аккомодации потребуется для ясного видения близко расположенных предметов. Если аккомодация не в состоянии обеспечить получение на сетчатке дальнозоркого глаза четких изображений рассматриваемых предметов, необходимы очки с собирательными двояковыпуклыми стеклами, придающими проходящим через них лучам сходящееся направление.

**Близорукость.** В близоруком глазу параллельные лучи, идущие от далеких предметов, пересекаются впереди сетчатки, не доходя до нее. Это может быть связано со слишком длинной продольной осью глаза (больше 22,5—23,0 мм) или с большей, чем нормальная, преломляющей силой среды глаза (кривизна хрусталика больше). Такому глазу, преломляющая способность которого и без того велика, аккомодация помочь не в состоянии. Близорукий глаз хорошо видит только расположенные близко предметы. При близорукости назначают очки с рассеивающими двояковогнутыми стеклами, которые превращают параллельные лучи в расходящиеся. Близорукость в большинстве случаев врожденная, однако она увеличивается в школьном возрасте от младших классов к старшим.

В тяжелых случаях близорукость сопровождается изменениями сетчатки, что ведет к падению зрения и даже отслоению сетчатки. Поэтому своевременное ношение очков школьниками, страдающими близорукостью, является обязательным.

О степени дальнозоркости или близорукости судят по оптической силе стекла, которое, будучи приставленным к глазу в условиях покоя аккомодации, так изменяет направление падающих в него параллельных лучей, что они пересекаются на сетчатке. Оптическую силу стекол измеряют в диоптриях.

У новорожденных глаза, как правило, дальнозоркие. По мере роста ребенка размер глазного яблока увеличивается. К 9—12 годам у большинства детей глаза становятся соразмерными.

Однако у части детей шаровидная форма глаза может измениться, стать удлинненной. Задний отдел глазного яблока растягивается, сетчатка соответственно отодвигается. Получающиеся в таких глазах изображения отдельных предметов перестают совпадать с сетчаткой и теряют отчетливость. Глаза становятся близорукими. Если глазное яблоко продолжает удлиняться, то продолжает увеличиваться и степень близорукости. В таких случаях говорят, что близорукость прогрессирует. По данным Института физиологии детей и подростков АПН СССР, в I классе среди детей 7—8 лет число близоруких от 2 до 5%, а в VII классе это число доходит до 16%.

Чем проявляется начало развития близорукости? Школьник заявляет, что он стал плохо видеть написанное на классной доске, просит пересадить его на первые парты. При чтении он приближает книгу к глазам, сильно склоняет голову во время письма, в кино или театре стремится занять место поближе к экрану или сцене.

Для близоруких характерно прищуривание глаз при рассматривании предметов. Стремление чрезмерно приблизить рассматриваемый объект к близоруким глазам, чтобы сделать его изображение на сетчатке более четким, требует значительной нагрузки на мышечный аппарат глаза. Нередко мышцы не справляются с такой напряженной работой и один глаз отклоняется в сторону виска или носа. Возникает *косоглазие*.

При неосложненной близорукости очки нередко восстанавливают полную остроту зрения. Прогрессирующая близорукость может привести к серьезным необратимым изменениям в глазу.

Близорукость обычно развивается под влиянием длительной и беспорядочной зрительной работы на близком расстоянии. Развитию близорукости способствуют недостаточное освещение рабочего места, неправильная посадка при чтении, письме, мелкий шрифт книг с неясной и бледной печатью.

Рахит, туберкулез, ревматизм и другие общие заболевания могут стать причиной растяжения глазного яблока, но чаще всего они создают благоприятную почву для развития близорукости.

**Астигматизм.** К аномалии рефракции относят и астигматизм — невозможность схождения всех лучей в одной точке. Астигматизм является следствием неодинаковой кривизны роговицы в различных ее меридианах. Если больше преломляет вертикальный меридиан, астигматизм прямой, если горизонтальный — обратный.

Нормальные глаза тоже имеют небольшую степень астигматизма, так как поверхность роговицы не строго сферическая: при рассмотрении с расстояния наилучшего видения диска с нанесенными на него концентрическими кругами наблюдается незначительное сплющивание кругов. Резкие степени астигматизма, нарушающие зрение, исправляются при помощи цилиндрических стекол, которые располагаются по соответствующим меридианам роговицы.

**Острота зрения.** Острота зрения отражает способность оптической системы глаза строить четкое изображение на сетчатке. Она измеряется путем определения наименьшего расстояния между двумя точками, достаточного для того, чтобы они не сливались, чтобы лучи от них попадали на разные рецепторы сетчатки.

Мерилом остроты зрения служит угол, который образуется между лучами, идущими от двух точек предмета к глазу, — угол зрения. Чем меньше этот угол, тем выше острота зрения. У большинства людей минимальная величина угла зрения составляет 1 мин. Принято считать этот угол нормой, а остроту зрения глаза, имеющего наименьший угол зрения 1 мин, — единицей остроты зрения. Это средняя величина нормы. Иногда здоровый глаз может обладать остротой зрения несколько меньшей, чем единица. Встречается и острота зрения, значительно превышающая единицу. С уменьшением освещенности острота зрения резко падает. Оптимальным для остроты зрения является диаметр зрачка около 3 мм. Для измерения остроты зрения пользуются таблицами, на которых изображены буквы или фигуры и у каждой строчки отмечено, с какого расстояния глаз видит каждую деталь под углом в  $\Gamma$  (1 мин).

При определении остроты зрения человек должен находиться на расстоянии 5 м от висящей на стене таблицы. Вначале определяют остроту зрения одного глаза, затем другого. Во время определения испытуемый прикрывает листом бумаги или рукой другой глаз. Показателем остроты считается та строка с наименьшими по размеру буквами, на которой испытуемый может отличить несколько букв.

Острота зрения у детей с нормальной рефракцией увеличивается с возрастом. Так, в 4—5 лет она в среднем равна 0,80%, в 5—6 лет —0,86%, в 7—8 лет —0,91%. В возрасте от 10 до 15 лет острота зрения повышается от 0,98 до 1,15.

## СЛУХОВОЙ АНАЛИЗАТОР

Основные функции. Слуховой анализатор — это второй по значению анализатор в обеспечении адаптивных реакций и познавательной деятельности человека. Его особая роль у человека связана с членораздельной речью. Слуховое восприятие — основа членораздельной речи. Ребенок, потерявший слух в раннем детстве, утрачивает и речевую способность, хотя весь артикуляционный аппарат у него остается ненарушенным.

Орган слуха. Слуховые рецепторы находятся в улитке внутреннего уха, которая расположена в пирамиде височной кости. Звуковые колебания передаются к ним через целую систему вспомогательных образований, обеспечивающих совершенное восприятие звуковых раздражений. Орган слуха человека состоит из трех частей — наружного, среднего и внутреннего уха (рис. 22).

*Наружное ухо* состоит из ушной раковины и наружного слухового прохода. Наружное

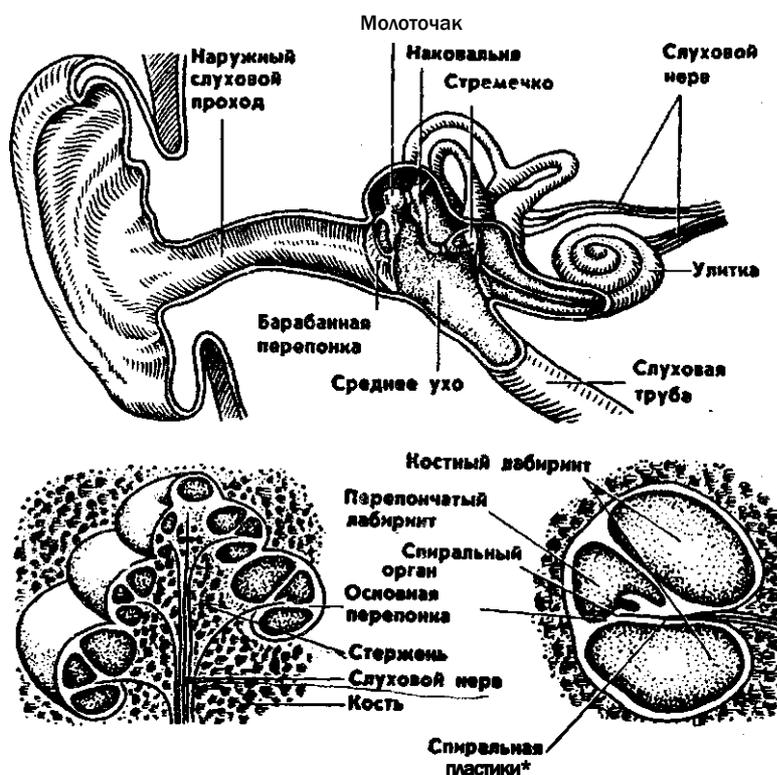


Рис. 22. Орган слуха

ухо служит для улавливания звуков.

Определение направления звука у человека связано с так называемым *бинауральным слухом*, т. е. со слышанием двумя ушами. Всякий звук, идущий сбоку, поступает в одно ухо раньше на несколько долей миллисекунды, чем в другое (в зависимости от местоположения источника звука). Разница во времени прихода звуковых волн, воспринимаемых левым и правым ухом, дает возможность человеку определить направление звука. Если у человека одно ухо поражено и не функционирует, то он определяет направление звука поворачивая голову.

На границе между наружным и средним ухом находится *барабанная перепонка*. Это тонкая соединительнотканная пластинка (ее толщина около 0,1 мм), которая снаружи

покрыта эпителием, а изнутри слизистой оболочкой. Барабанная перепонка расположена наклонно и начинает колебаться, когда на нее падают со стороны наружного слухового прохода звуковые колебания. И так как барабанная перепонка не имеет собственного периода колебаний, то она колеблется при всяком звуке соответственно его длине волны.

*Среднее ухо* представлено барабанной полостью, имеющей неправильную форму в виде маленького плоского барабана, на который туго натянута колеблющаяся перепонка, и слуховой трубой. Внутри полости среднего уха расположены сочленяющиеся между собой слуховые косточки — молоточек, наковальня и стремечко. Внутреннее ухо отделено от среднего перепонкой овального окна.

Система слуховых косточек обеспечивает увеличение давления звуковой волны при передаче с барабанной перепонки на перепонку овального окна примерно в 30—40 раз. Это очень важно, так как даже слабые звуковые волны, падающие на барабанную перепонку, в результате оказываются способными преодолеть сопротивление мембраны овального окна и передать колебания во внутреннее ухо, трансформируясь там в колебания жидкости — эндолимфы.

Барабанная полость соединена с носоглоткой при помощи *слу-ховой*, или *евстахиевой*, трубы длиной 3,5 см и шириной всего 2 мм. Труба поддерживает одинаковое давление на барабанную перепонку снаружи и изнутри, что создает наиболее благоприятные условия для ее колебания. Проход воздуха в барабанную полость происходит во время акта глотания и зевания, когда открывается просвет трубы и давление в глотке и барабанной полости выравнивается.

\*

*Внутреннее ухо* расположено в каменистой части височной кости и представляет собой костный лабиринт, внутри которого находится перепончатый лабиринт из соединительной ткани. Перепончатый лабиринт как бы вставлен в костный лабиринт и в общем повторяет его форму. Между костным и перепончатым лабиринтами имеется жидкость — *перилимфа*, а внутри перепончатого лабиринта — *эндолимфа*.

В стенке, отделяющей среднее ухо от внутреннего, кроме Овального окошка имеется еще круглое окно, которое делает возможным колебание жидкости.

Костный лабиринт состоит из трех частей: в центре — преддверие, спереди от него находится улитка, а сзади — полукружные каналы. Костная улитка — спирально извивающийся канал, образующий два с половиной оборота вокруг стержня конической формы. Диаметр костного канала у основания улитки 0,04<sup>с</sup>- мм, а на вершине 0,5. От стержня отходит костная спиральная пластинка, которая делит полость канала на две части, или лестницы.

Внутри среднего канала улитки, в улитковом ходе, находится звуковоспринимающий аппарат — *спиральный*, или *кортиев*, *орган* (рис. 23). Кортиев орган имеет базилярную (основную) пластинку, которая состоит примерно из 24 тыс. тонких фиброзных волокон различной длины, очень упругих и слабо связанных друг с другом. Вдоль основной пластинки в 5 рядов располагаются опорные и волосковые чувствительные клетки, которые являются собственно слуховыми рецепторами.

Механизм восприятия звука. Для слухового анализатора адекватным раздражителем является звук. Звуковые волны возникают как чередование сгущений и разрежений воздуха, которые распространяются во все стороны от источника звука. Все вибрации воздуха, воды или другой упругой среды распадаются на периодические (тоны) и непериодические (шумы). Если их записать, то тоны имеют правильную, четкую, ритмическую форму, шумы — неправильную, сложную. Тоны бывают высокие и низкие, последним соответствует меньшее число колебаний в секунду.

Основной характеристикой каждого звукового тона является длина звуковой волны, которой соответствует определенное число колебаний в секунду. Длину звуковой волны определяют расстоянием, которое проходит звук в секунду, деленным на число полных колебаний, которое совершает звучащее тело в секунду. Чем больше число колебаний, тем

короче длина волны. У высоких звуков волна короткая, измеряемая в миллиметрах, у низких — длинная, измеряемая метрами.

Высота звука определяется его частотой, или числом волн за 1 с. Частота измеряется в герцах (Гц). 1 Гц соответствует одному полному колебанию в секунду. Чем больше частота звука, тем звук выше. Сила звука пропорциональна амплитуде колебаний звуковой волны и измеряется в децибелах.

Самый высокий звук, который мы в состоянии услышать, имеет 20 тыс. колебаний в секунду (20 тыс. Гц), самый низкий — 12—24 Гц. У детей верхняя граница слуха достигает 22 тыс. Гц, у пожилых людей она ниже — около 15 тыс. Гц.

Звук характеризуется тембром, или окраской. Каждый источник звука, будь то струна скрипки, медная труба или деревянная пластинка, наряду с основным колебанием производит целый ряд других, дополнительных колебаний. Звуку каждого инструмента

## ВОЗРАСТНАЯ ЭНДОКРИНОЛОГИЯ. ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЭНДОКРИННОЙ СИСТЕМЫ

### ЭНДОКРИННАЯ СИСТЕМА

Железы внутренней секреции. В регуляции функций организма важная роль принадлежит эндокринной системе. Органы этой системы— *железы внутренней секреции* — выделяют особые вещества, оказывающие существенное и специализированное влияние на обмен веществ, структуру и функцию органов и тканей. Железы внутренней секреции отличаются от других желез, имеющих выводные протоки (железы внешней секреции), тем, что выделяют продуцируемые ими вещества прямо в кровь. Поэтому их называют *эндокринными железами* (греч. endon — внутри, krinein — выделять) (рис. 26).

К железам внутренней секреции относятся гипофиз, эпифиз, поджелудочная железа, щитовидная железа, надпочечники, половые, паращитовидные или околотитовидные железы, вилочковая (зобная) железа.

Поджелудочная и половые железы — *смешанные*, так как часть их клеток выполняет внешнесекреторную функцию, другая часть — внутрисекреторную. Половые железы вырабатывают не только половые гормоны, но и половые клетки (яйцеклетки и сперматозоиды). Часть клеток поджелудочной железы вырабатывает гормон инсулин и глюкагон, другие ее клетки вырабатывают пищеварительный и поджелудочный сок.

Эндокринные железы человека невелики по размерам, имеют очень небольшую массу (от долей грамма до нескольких граммов), богато снабжены кровеносными сосудами. Кровь приносит к ним необходимый строительный материал и уносит химически активные секреты.

К эндокринным железам подходит разветвленная сеть нервных волокон, их деятельность постоянно контролирует нервная система.

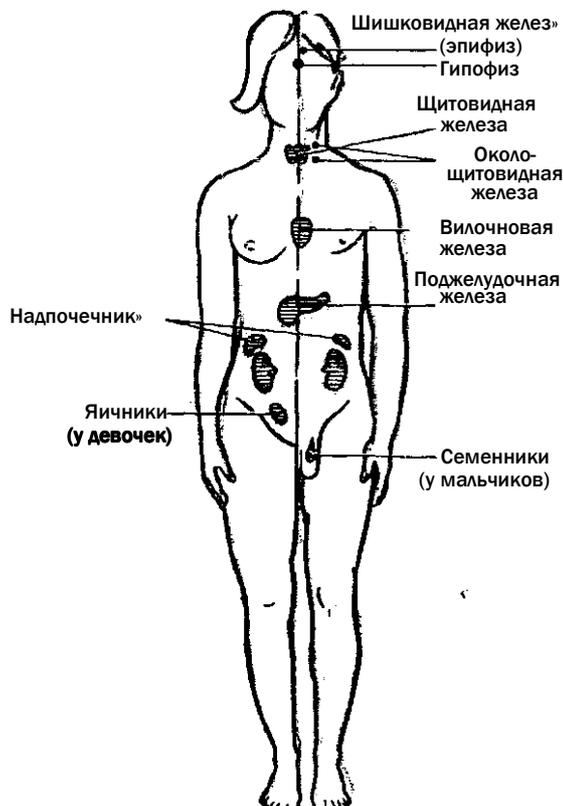


Рис. 26. Схема расположения эндокринных желез

Железы внутренней секреции функционально тесно связаны между собой, и поражение одной железы вызывает нарушение функции других желез.

Гормоны. Специфические активные вещества, вырабатываемые железами внутренней секреции, называются гормонами (от греч. *hormao* — возбуждать). Гормоны обладают высокой биологической активностью.

Гормоны сравнительно быстро разрушаются тканями, поэтому для обеспечения длительного действия необходимо их постоянное выделение в кровь. Только в этом случае возможно поддержание постоянной концентрации гормонов в крови.

Гормоны обладают относительной видовой специфичностью, что имеет важное значение, так как позволяет недостаток того или иного гормона в организме человека компенсировать введением гормональных препаратов, получаемых из соответствующих желез животных. В настоящее время удалось не только выделить многие гормоны, но даже получить некоторые из них синтетическим путем.

Гормоны действуют на обмен веществ, регулируют клеточную активность, способствуют проникновению продуктов обмена веществ через клеточные мембраны. Гормоны влияют на дыхание, кровообращение, пищеварение, выделение; с гормонами связана функция размножения.

Рост и развитие организма, смена различных возрастных периодов связаны с деятельностью желез внутренней секреции.

Механизм действия гормонов до конца не изучен. Считают, что гормоны действуют на клетки органов и тканей, взаимодействуя со специальными участками клеточной мембраны — рецепторами. Рецепторы специфичны, они настроены на восприятие определенных гормонов. Поэтому, хотя гормоны разносятся кровью по всему организму, они воспринимаются только определенными органами и тканями, получившими название органов и тканей-мишеней.

Включение гормонов в обменные процессы, протекающие в органах и тканях, опосредуется внутриклеточными посредниками, передающими влияние гормона на определенные внутриклеточные структуры. Наиболее значимым из них является циклический аденозинмонофосфат, образующийся под влиянием гормона из аденозинтрифосфорной кислоты, присутствующей во всех органах и тканях. Кроме того, гормоны способны активировать гены и таким образом влиять на синтез внутриклеточных белков, участвующих в специфической функции клеток.

Гипоталамо-гипофизарная система, ее роль в регуляции деятельности желез внутренней секреции. Гипоталамо-гипофизарной системе принадлежит важнейшая роль в регуляции активности всех желез внутренней секреции. Многие клетки одного из жизненно важных отделов мозга — гипоталамуса обладают способностью к секреции гормонов, называемых *рилизинг-факторами*. Это нейросекреторные клетки, аксоны которых связывают гипоталамус с гипофизом. Выделяемые этими клетками гормоны, попадая в определенные отделы гипофиза, стимулируют секрецию его гормонов. *Гипофиз* — небольшое образование овальной формы, расположен у основания мозга в углублении турецкого седла основной кости черепа.

Различают переднюю, промежуточную и заднюю доли гипофиза. Согласно Международной анатомической номенклатуре, переднюю и промежуточную долю называют *аденогипофизом*, а заднюю — *нейрогипофизом*.

Под влиянием рилизинг-факторов в передней доле гипофиза выделяются тропные гормоны: соматотропный, тиреотропный, ад-ренокортикотропный, гонадотропный.

*Соматотропин*, или *гормон роста*, обуславливает рост костей в длину, ускоряет процессы обмена веществ, что приводит к усилению роста, увеличению массы тела. Недостаток этого гормона проявляется в малорослости (рост ниже 130 см), задержке полового развития; пропорции тела при этом сохраняются. Психическое развитие гипофизарных карликов обычно не нарушено. Среди гипофизарных карликов встречались и выдающиеся люди.

Избыток гормонов роста в детском возрасте ведет к гигантизму. В медицинской литературе описаны гиганты, имевшие рост 2 м 83 см и даже более (3 м 20 см). Гиганты характеризуются длинными конечностями, недостаточностью половых функций, пониженной физической выносливостью.

Иногда избыточное выделение гормона роста в кровь начинается после полового созревания, т. е. когда эпифизарные хрящи, уже окостенели и рост трубчатых костей в длину уже невозможен. Тогда развивается акромегалия: увеличиваются кисти и стопы, кости лицевой части черепа (они окостеневают позже), усиленно растут нос, губы, подбородок, язык, уши, голосовые связки утолщаются, отчего голос становится грубым; увеличивается объем сердца, печени, желудочно-кишечного тракта.

*Адренокортикотропный гормон* (АКТГ) оказывает влияние на деятельность коры надпочечников. Увеличение количества АКТГ в крови вызывает гиперфункцию коры надпочечников, что приводит к нарушению обмена веществ, увеличению количества сахара в крови. Развивается болезнь Иценко — Кушинга с характерным ожирением лица и туловища, избыточно растущими волосами на лице и туловище; нередко при этом у женщин растут борода и усы; повышается артериальное давление; разрыхляется костная ткань, что ведет подчас к самопроизвольным переломам костей.

В аденогипофизе образуется также гормон, необходимый для нормальной функции щитовидной железы (тиреотропин).

Несколько гормонов передней доли гипофиза оказывают влияние на функции половых желез. Это *гонадотропные гормоны*. Одни из них стимулируют рост и созревание фолликулов в яичниках (фолитропин), активируют сперматогенез. Под влиянием лютропина у женщин происходит овуляция и образование желтого тела; у мужчин он

стимулирует выработку тестостерона. Пролак-тин оказывает влияние на выработку молока в молочных железах; при его недостатке продукция молока снижается.

Из гормонов промежуточной доли гипофиза наиболее изучен *меланофорный гормон*, или меланотропин, регулирующий окраску кожного покрова. Этот гормон действует на клетки кожи, содержащие зернышки пигмента. Под влиянием гормона эти зернышки распространяются по всем отросткам клетки, вследствие чего кожа темнеет. При недостатке гормона окрашенные зернышки пигмента собираются в центре клеток, кожа бледнеет.

Во время беременности в крови содержание меланофорного гормона увеличивается, что вызывает усиленную пигментацию отдельных участков кожи (пятна беременности).

Под влиянием гипоталамуса из задней доли гипофиза выделяются гормоны *антидиуретин*, или *вазопрессин*, и *окситоцин*. Окситоцин стимулирует гладкую мускулатуру матки при родах.

**Щитовидная железа.** Щитовидная железа располагается впереди гортани и состоит из двух боковых долей и перешейка. Железа богата снабжена кровеносными и лимфатическими сосудами. За 1 мин через сосуды щитовидной железы протекает количество крови, в 3—5 раз превышающее массу этой железы.

Крупные железистые клетки щитовидной железы образуют фолликулы, заполненные коллоидным веществом. Сюда поступают вырабатываемые железой гормоны, представляющие собой соединение иода с аминокислотами.

Гормон щитовидной железы *тироксин* содержит до 65% иода. Тироксин—мощный стимулятор обмена веществ в организме; он ускоряет обмен белков, жиров и углеводов, активирует окислительные процессы в митохондриях, что ведет к усилению энергетического обмена. Особенно важна роль гормона в развитии плода, в процессах роста и дифференцировки тканей.

Гормоны щитовидной железы оказывают стимулирующее воздействие на центральную нервную систему. Недостаточное поступление гормона в кровь или его отсутствие в первые годы жизни ребенка приводит к резко выраженной задержке психического развития.

В процессе онтогенеза масса щитовидной железы значительно возрастает — с 1 г в период новорожденности до 10 г к 10 годам. С началом полового созревания рост железы особенно интенсивен, в этот же период возрастает функциональное напряжение щитовидной железы, о чем свидетельствует значительное повышение содержания суммарного белка, который входит в состав гормона щитовидной железы. Содержание тиреотропина в крови интенсивно нарастает до 7 лет. Увеличение содержания тироидных гормонов отмечается к 10 годам и на завершающих этапах полового созревания (15—16 лет). В возрасте от 5—6 к 9—10 годам качественно изменяются гипофизарно-щитовидные взаимоотношения — снижается чувствительность щитовидной железы к тирео-тропным гормонам, наибольшая чувствительность к которым отмечена в 5—6 лет. Это свидетельствует о том, что щитовидная железа имеет особенно большое значение для развития организма в раннем возрасте.

Недостаточность функции щитовидной железы в детском возрасте приводит к кретинизму. При этом задерживается рост и нарушаются пропорции тела, задерживается половое развитие, отстает психическое развитие. Раннее выявление гипофункции щитовидной железы и соответствующее лечение оказывают значительный положительный эффект.

Нарушения функций щитовидной железы могут возникать в результате генетических изменений, а также из-за недостатка иода, необходимого для синтеза гормонов щитовидной железы. Чаще всего это имеет место в высокогорных районах, лесистых местностях с подзолистой почвой, где ощущается нехватка иода в воде, почве, растениях. У людей, живущих в этих местностях, происходит увеличение щитовидной железы до значительных размеров, а функция ее, как правило, снижена. Это эндемический зоб. Эндемическими

называют заболеваниями, связанные с определенной местностью и постоянно наблюдаемые у живущего там населения.

В нашей стране благодаря широкой сети профилактических мероприятий эндемический зоб как массовое заболевание ликвидирован. Хороший эффект дает прибавка солей иода к хлебу, чаю, соли. Добавление 1 г йодистого калия на каждые 100 г соли удовлетворяет потребность организма в иоде.

Надпочечники. Надпочечники — парный орган; располагаются они в виде небольших телец над почками. Масса каждого из них 8—10 г. Каждый надпочечник состоит из двух слоев, имеющих разное происхождение, разное строение и различные функции: наружного — *коркового* и внутреннего — *мозгового*.

Из коркового слоя надпочечников выделено более 40 веществ, относящихся к группе стероидов. Это — *кортикостероиды*, или *кортикоиды*. Выделяют три основные группы гормонов коркового слоя надпочечников; 1) *глюкокортикоиды* — гормоны, действующие на обмен веществ, особенно на обмен углеводов. Сюда относят гидрокортизон, кортизон и кортикостерон. Отмечена способность глюкокортикоидов подавлять образование иммунных тел, что дало основание применять их при пересадке органов (сердце, почки). Глюкокортикоиды обладают противовоспалительным действием, снижают повышенную чувствительность к некоторым веществам; 2) *минералокортикоиды*. Они регулируют преимущественно минеральный и водный обмен. Гормон этой группы — альдостерон; 3) *андрогены* и *эстрогены* — аналоги мужских и женских половых гормонов. Эти гормоны менее активны, чем гормоны половых желез, вырабатываются в незначительном количестве.

Гормональная функция коры надпочечников тесно связана с деятельностью гипофиза. Адrenокортикотропный гормон гипофиза (АКТГ) стимулирует синтез глюкокортикоидов и в меньшей степени — андрогенов.

Надпочечные железы уже с первых недель жизни характеризуются бурными структурными преобразованиями. Развитие коры надпочечников интенсивно протекает в первые годы жизни ребенка. К 7 годам ее ширина достигает 881 мкм, в 14 лет она составляет 1003,6 мкм. Мозговое вещество надпочечников к моменту рождения представлено незрелыми нервными клетками. Они быстро в течение первых лет жизни дифференцируются в зрелые клетки, называемые хромофильными, так как отличаются способностью окрашиваться в желтый цвет хромовыми солями. Эти клетки синтезируют гормоны, действие которых имеет много общего с симпатической нервной системой, — катехоламины' (адреналин и норадреналин). Синтезированные катехоламины содержатся в мозговом веществе в виде гранул, из которых освобождаются под действием соответствующих стимулов и поступают в венозную кровь, оттекающую от коры надпочечников и проходящую через мозговое вещество. Стимулами поступления катехоламинов в кровь является возбуждение, раздражение симпатических нервов, физическая нагрузка, охлаждение и др. Главным гормоном мозгового вещества является *адреналин*, он составляет примерно 80% гормонов, синтезируемых в этом отделе надпочечников. Адреналин известен как один из самых быстродействующих гормонов. Он ускоряет кругооборот крови, усиливает и учащает сердечные сокращения; улучшает легочное дыхание, расширяет бронхи; увеличивает распад гликогена в печени, выход сахара в кровь; усиливает сокращение мышц, снижает их утомление и т. д. Все эти влияния адреналина ведут к одному общему результату—мобилизации всех сил организма для выполнения тяжелой работы.

Повышенная секреция адреналина — один из важнейших механизмов перестройки в функционировании организма в экстремальных ситуациях, при эмоциональном стрессе, внезапных физических нагрузках, при охлаждении.

Тесная связь хромофильных клеток надпочечника с симпатической нервной системой обуславливает быстрое выделение адреналина во всех случаях, когда в жизни человека возникают обстоятельства, требующие от него срочного напряжения сил. Значительное нарастание функционального напряжения надпочечников отмечается к 6 годам и в период

полового созревания. В это же время значительно увеличивается содержание в крови стероидных гормонов и катехоламинов.

Поджелудочная железа. Позади желудка, рядом с двенадцатиперстной кишкой, лежит поджелудочная железа. Это железа смешанной функции. Эндокринную функцию осуществляют клет

ки поджелудочной железы, расположенные в виде островков (островки Лангерганса). Гормон был назван *инсулином* (лат. *insula* — островок).

Инсулин действует главным образом на углеводный обмен, оказывая на него влияние, противоположное адреналину. Если адреналин способствует быстрейшему расходованию в печени запасов углеводов, то инсулин сохраняет, пополняет эти запасы.

При заболеваниях поджелудочной железы, приводящих к снижению выработки инсулина, большая часть поступающих в организм углеводов не задерживается в нем, а выводится с мочой в виде глюкозы. Это приводит к сахарному мочеизнурению (сахарный диабет). Наиболее характерные признаки диабета — постоянный голод, неудержимая жажда, обильное выделение мочи и нарастающее исхудание.

У новорожденных внутрисекреторная ткань поджелудочной железы преобладает над внешнесекреторной. Островки Лангерганса значительно увеличиваются в размерах с возрастом. Островки большого диаметра (200—240 мкм), свойственные взрослым, обнаруживаются после 10 лет. Установлено и повышение уровня инсулина в крови в период от 10 до 11 лет. Незрелость гормональной функции поджелудочной железы может явиться одной из причин того, что у детей сахарный диабет выявляется чаще всего в возрасте от 6 до 12 лет, особенно после перенесения острых инфекционных заболеваний (корь, ветряная оспа, свинка). Отмечено, что развитию заболевания способствует переизбыток, в особенности избыточность богатой углеводами пищи.

Инсулин по своей химической природе — белковое вещество, которое удалось получить в кристаллическом виде. Под его влиянием происходит синтез гликогена из молекул сахара и отложение запасов гликогена в клетках печени. Вместе с тем инсулин способствует окислению сахара в тканях и таким образом обеспечивает наиболее полное его использование.

Благодаря взаимодействию адреналинового и инсулинового влияния поддерживается определенный уровень сахара в крови, необходимый для нормального состояния организма.

Половые железы. Половые гормоны вырабатываются половыми железами, которые относятся к числу смешанных.

Мужские половые гормоны (андрогены) вырабатываются особыми клетками семенников. Они выделены из экстрактов семенников, а также из мочи мужчин.

Истинным мужским половым гормоном является *тестостерон* и его производное — *андростерон*. Они обуславливают развитие полового аппарата и рост половых органов, развитие вторичных половых признаков: огрубение голоса, изменение телосложения — шире становятся плечи, увеличиваются мышцы, усиливается рост волос на лице и теле. Совместно с фолликулостимулирующим гормоном гипофиза тестостерон активирует сперматогенез (созревание сперматозоидов).

При гиперфункции семенников в раннем возрасте отмечается преждевременное половое созревание, быстрый рост тела и развитие вторичных половых признаков. Поражение семенников или их удаление (кастрация) в раннем возрасте вызывает прекращение роста и развития половых органов; вторичные половые признаки не развиваются, увеличивается период роста костей в длину, отсутствует половое влечение, оволосение лобка очень скудное или не наступает вовсе. Не растут волосы на лице, голос сохраняется высоким в течение всей жизни. Короткое туловище и длинные руки и ноги придают мужчинам с поврежденными или удаленными семенниками характерный вид.

Женские половые гормоны — *эстрогены* вырабатываются в яичниках. Они оказывают влияние на развитие половых органов, выработку яйцеклеток, обуславливают подготовку яйцеклеток к оплодотворению, матки — к беременности, молочных желез — к кормлению ребенка.

Истинным женским половым гормоном считают *эстрадиол*. В процессе обмена веществ половые гормоны превращаются в разнообразные продукты и выделяются с мочой, откуда их искусственно выделяют. К женским половым гормонам относится и *прогестерон* — гормон беременности (гормон желтого тела).

Гиперфункция яичников вызывает раннее половое созревание с выраженными вторичными признаками и менструацией. Описаны случаи раннего полового созревания девочек в 4—5 лет.

Половые гормоны в течение всей жизни оказывают мощное влияние на формирование тела, обмен веществ и половое поведение.

## ПОЛОВОЕ СОЗРЕВАНИЕ

Понятие о половом созревании. Половые железы и связанные с ними признаки пола, закладываясь во внутриутробном периоде, формируются на протяжении всего периода детства и определяют половое развитие. Половые железы, их функции неразрывно связаны с целостным процессом развития ребенка. На определенном этапе онтогенеза половое развитие резко ускоряется и наступает физиологическая половая зрелость. Период ускоренного полового развития и достижение половой зрелости называется *периодом полового созревания*. Этот период приходится в основном на подростковый возраст. Половое созревание девочек на 1—2 года опережает половое созревание мальчиков, имеется и значительный индивидуальный разброс в сроках и темпах полового созревания.

Сроки наступления полового созревания и его интенсивность различны и зависят от многих факторов: состояния здоровья, характера питания, климата, бытовых и социально-экономических условий. Немаловажную роль играют и наследственные особенности.

Неблагоприятные бытовые условия, неполноценная пища, недостаток в ней витаминов, тяжелые или повторные заболевания

## ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА. ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОБОРУДОВАНИЮ ШКОЛ И ПТУ

### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ

Значение опорно-двигательного аппарата. К опорно-двигательному аппарату относятся скелет и мышцы, объединенные в единую костно-мышечную систему. Функциональное значение этой системы заложено в самом ее названии. Скелет и мышцы являются опорными структурами организма, ограничивающими полости, в которых расположены внутренние органы. С помощью опорно-двигательного аппарата осуществляется одна из важнейших функций организма — движение. Движение — основное внешнее проявление деятельности организма и вместе с тем необходимый фактор его развития. В условиях ограничения движений резко замедляется как физическое, так и психическое развитие. Показано, что если новорожденных животных лишить возможности свободного передвижения, то уже на первом месяце их масса становится в 3 раза меньше, чем у особей того же помета. Двигательная активность, в особенности движения рук, является одним из необходимых условий нормального развития мозга, его речевой функции и мышления. Двигательная активность играет также важнейшую роль в обменных процессах, положительно влияет на работу всех внутренних органов.

Знание возрастных особенностей органов движения и условий, способствующих их нормальному развитию, необходимо для разработки эффективных средств и методов физического воспитания, трудового обучения, организации режима дня.

Скелет — структурная основа тела. Скелет образует структурную основу тела и в значительной мере определяет его форму и размер (рис. 28). Скелет состоит из костей, у взрослого челове-

ка их более 200. Роль костей не ограничивается функцией опоры. Входящие в состав их тканей минеральные соли — одни из важнейших элементов обменных процессов. В костях находится также один из основных органов кроветворения — костный мозг.

Каждая кость — сложный орган, состоящий из костной ткани, надкостницы, костного мозга, кровеносных и лимфатических сосудов и нервов.

Кость, за исключением соединяющихся поверхностей, покрыта надкостницей. Это тонкая соединительнотканная оболочка, которая богата нервами и сосудами, проникающими из нее в кость через особые отверстия. К надкостнице прикреплены связки и мышцы. Внутренний слой надкостницы состоит из клеток, которые растут и размножаются, обеспечивая рост кости в толщину, а при переломах — образование костной мозоли.

Строение костей обеспечивает их основное свойство—механическую прочность. Свойства кости обеспечиваются также их химическим составом. Кости содержат 60% минеральных веществ, 30% органических, 10% составляет вода.

Минеральные вещества кости представлены солями кальция, фосфора, магния, обнаружены многие микроэлементы (алюминий, фтор, марганец, свинец, стронций, уран, кобальт, железо, молибден и др.). У взрослого человека в скелете сосредоточено около 1200 г кальция, 530 г фосфора, 11 г магния; 99% всего кальция, имеющегося в теле человека, содержится в костях. Среди органических веществ — волокнистый белок — коллаген, углеводы, ферменты. Минеральные вещества, в особенности кальций, делают кости твердыми, органические вещества придают им упругость.

У детей в костной ткани преобладают органические вещества; их скелет гибкий, эластичный, в связи с чем легко деформируется, искривляется при длительной и тяжелой нагрузке и неправильных положениях тела. С возрастом содержание минеральных веществ в костях увеличивается, отчего кости становятся менее эластичными и более хрупкими.

Органические и минеральные вещества делают кость прочной, твердой и упругой и в сочетании с особенностями строения костной ткани, расположением ее пластин, ориентированных в направлении сил давления и растяжения, придают кости свойства, превосходящие многие строительные материалы и металлы. Так, кость в 30 раз тверже кирпича и в 2,5 раза тверже гранита. Кость прочнее дуба. По прочности она в 9 раз превосходит свинец и почти так же прочна, как чугун.

Бедренная кость человека в вертикальном положении выдерживает давление груза до 1,5 т, а большеберцовая кость — до 1,8 т.

Рост и развитие костей. Молодые кости растут в длину за счет хрящей, расположенных между их концами к телом. К моменту окончания роста костей хрящи замещаются костной тканью. За период роста в костях ребенка количество воды сокращается, а количество минеральных веществ увеличивается. Содержание органических веществ при этом уменьшается.

Развитие скелета у мужчин заканчивается к 20—24 годам. При этом прекращается рост костей в длину, а их хрящевые части заменяются костной тканью. Развитие скелета у женщин заканчивается на 2—3 года раньше.

Строение и функция суставов. Различают неподвижные, малоподвижные и подвижные соединения костей, или суставы.

Неподвижное соединение костей происходит путем их срастания. Движения при этом крайне ограничены или вовсе отсутствуют. неподвижность костей мозгового черепа, например, достигается тем, что многочисленные выступы одной кости входят в соответствующее углубление другой. Такое соединение костей получило название шва.

Небольшая подвижность достигается упругими хрящевыми прокладками между костями. Такие прокладки находятся между отдельными позвонками. При сокращении мышц эти прокладки сжимаются и позвонки сближаются. При ходьбе, беге, прыжках хрящ действует как амортизатор, смягчая резкие толчки и предохраняя тело от сотрясения.

Подвижные соединения костей встречаются чаще, они обеспечиваются истинными суставами. Сочленяющиеся концы костей покрыты гиалиновым хрящом толщиной 0,2—0,6 мм. Этот хрящ эластичен, имеет гладкую блестящую поверхность, что значительно уменьшает трение между костями и тем самым облегчает их движение. Область сочленения костей окружена суставной сумкой (капсулой) из очень плотной соединительной ткани.

## ЧАСТИ СКЕЛЕТА И ИХ РАЗВИТИЕ

Позвоночный столб. Основными частями скелета являются скелет туловища, состоящий из позвоночного столба и грудной клетки, скелет верхних и нижних конечностей и скелет головы — череп.

Позвоночный столб человека является осевой частью, стержнем скелета, верхним концом соединяющегося с черепом, нижним — с костями таза. Позвоночный столб занимает 40% длины тела. В нем различают следующие отделы: шейный, состоящий из 7 позвонков, грудной — из 12 позвонков, поясничный — из 5 позвонков, крестцовый — из 5 позвонков и копчиковый — из 4—5 позвонков. У взрослого человека крестцовые позвонки срастаются в одну кость — крестец, а копчиковые — в копчик. Позвоночные отверстия всех позвонков образуют позвоночный канал, в котором помещается спинной мозг. К отросткам позвонков прикрепляются мышцы.

Между позвонками расположены межпозвоночные диски из волокнистого хряща; они

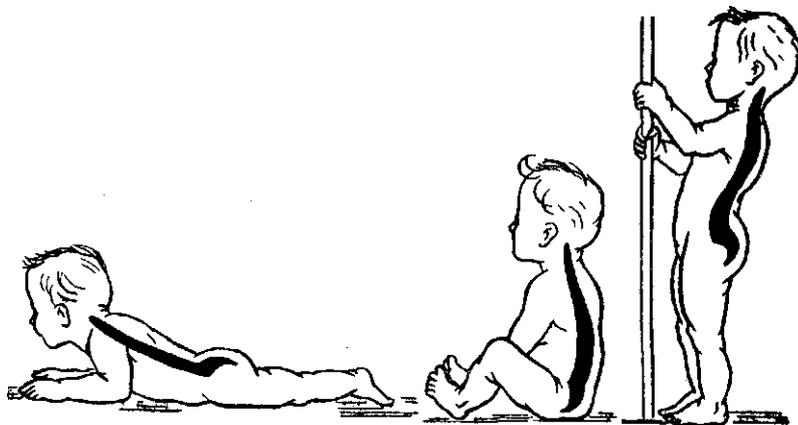


Рис. 29. Формирование изгибов позвоночника в онтогенезе ребёнка

способствуют подвижности позвоночного столба. С возрастом высота дисков меняется.

Рост позвоночного столба наиболее интенсивно происходит в первые 2 года жизни. В течение первых полутора лет жизни рост различных отделов позвоночника относительно равномерен. Начиная с 1,5 до 3 лет замедляется рост шейных и верхнегрудных позвонков и быстрее начинает увеличиваться рост поясничного отдела, что характерно для всего периода роста позвоночника.

Усиление темпов роста позвоночника отмечается в 7—9 лет и в период полового созревания, после завершения которого прибавка в росте позвоночника очень невелика.

Структура тканей позвоночного столба существенно изменяется с возрастом. Окостенение, начинающееся еще во внутриутробном периоде, продолжается в течение всего детского возраста. До 14 лет окостеневают только средние части позвонков. В период полового созревания появляются новые точки окостенения в виде пластинок, которые сливаются с телом позвонка после 20 лет. Процесс окостенения отдельных позвонков завершается с окончанием ростовых процессов — к 21—23 годам. Позднее окостенение позвоночника обуславливает его подвижность и гибкость в детском возрасте. Кривизна позвоночника, являющаяся его характерной особенностью, формируется в процессе индивидуального развития ребенка. В самом раннем возрасте, когда ребенок начинает держать головку, появляется шейный изгиб, направленный выпуклостью вперед (лордоз). К 6 месяцам, когда ребенок начинает сидеть, образуется грудной изгиб с выпуклостью назад (кифоз). Когда ребенок начинает стоять и ходить, образуется поясничный лордоз (рис. 29). С образованием поясничного лордоза центр тяжести перемещается кзади, препятствуя падению тела при вертикальном положении.

К году имеются уже все изгибы позвоночника. Но образовавшиеся изгибы не фиксированы и исчезают при расслаблении мускулатуры. К 7 годам уже имеются четко выраженные шейный и

грудной изгибы, фиксация поясничного изгиба происходит позже— в 12—14 лет.

Изгибы позвоночного столба составляют специфическую особенность человека и возникли в связи с вертикальным положением тела. Благодаря изгибам позвоночный столб пружинит. Удары и толчки при ходьбе, беге, прыжках ослабляются и затухают, что предохраняет мозг от сотрясений. Нарушения кривизны позвоночного столба, которые могут возникнуть в результате неправильной посадки ребенка за столом и партой, приводят к неблагоприятным последствиям в его здоровье.

Грудная клетка. Грудная клетка образует костную основу грудной полости. Она защищает сердце, легкие, печень и служит местом прикрепления дыхательных мышц и мышц верхних конечностей. Грудная клетка состоит из грудины, 12 пар ребер, соединенных сзади с позвоночным столбом.

Форма грудной клетки существенно изменяется с возрастом. В грудном возрасте она как бы сжата с боков, ее переднезадний размер больше поперечного (коническая форма). У взрослого же преобладает поперечный размер.

На протяжении первого года жизни постепенно меняется форма грудной клетки, что связано с изменением положения тела и центра тяжести. Уменьшается угол ребер по отношению к позвоночнику. Соответственно изменению грудной клетки увеличивается объем легких. Изменение положения ребер способствует увеличению движений грудной клетки и позволяет эффективнее осуществлять дыхательные движения.

Дальнейшие изменения строения грудной клетки с возрастом происходят в том же направлении. Коническая форма грудной клетки сохраняется до 3—4 лет. К 6 годам устанавливаются свойственные взрослому относительные величины верхней и нижней части грудной клетки, резко увеличивается наклон ребер. К 12—13 годам грудная клетка приобретает ту же форму, что у взрослого.

На форму грудной клетки влияют физические упражнения и посадка. Под влиянием физических упражнений она может стать шире и объемистее. При длительной неправильной посадке, когда ребенок опирается грудью о край стола или крышку парты, может произойти деформация грудной клетки, что нарушает развитие сердца, крупных сосудов и легких.

Скелет конечностей. Скелет верхних конечностей состоит из пояса верхних конечностей и костей свободных конечностей. Пояс верхних конечностей образуют лопатки и ключицы.

Скелет свободной верхней конечности образован плечевой костью, подвижно соединенной с лопаткой, предплечьем, состоящим из лучевой и локтевой костей, и костями

кости. В состав кисти входят мелкие кости запястья, пять длинных костей пясти и кости пальцев кисти.

Ключицы относятся к стабильным костям, мало изменяющимся в онтогенезе. Лопатки окостеневают в постнатальном онтогенезе, процесс этот завершается после 16—18 лет. Окостенение свободных конечностей начинается с раннего детства и заканчивается в 18—20 лет, а иногда и позже.

Кости запястья у новорожденного только намечаются и становятся ясно видимыми к 7 годам. С 10—12 лет появляются половые отличия процессов окостенения. У мальчиков они опаздывают на 1 год. Окостенение фаланг пальцев завершается к 11 годам, а запястья в 12 лет. Эти данные следует учитывать в педагогическом процессе.

Окончательно не сформированная кисть быстро утомляется, детям младших классов не дается беглое письмо. Вместе с тем умеренные и доступные движения способствуют развитию кисти. Игра на музыкальных инструментах с раннего возраста задерживает процесс окостенения фаланг пальцев, что приводит к их удлинению («пальцы музыканта»).

Скелет нижних конечностей состоит из тазового пояса и костей свободных нижних конечностей. Тазовый пояс образует крестец и неподвижно соединенные с ним две тазовые кости. У новорожденного каждая тазовая кость состоит из трех костей (подвздошной, лобковой и седалищной), сращение которых начинается с 5—6 лет и завершается к 17—18 годам.

В подростковом возрасте происходит постепенное срастание крестцовых позвонков в единую кость — крестец. У девочек при резких прыжках с большой высоты, при ношении обуви на высоких каблуках несросшиеся кости таза могут сместиться, что приведет к неправильному сращению их и, как следствие, сужению выхода из полости малого таза, что может в дальнейшем весьма затруднить прохождение плода при родах.

После 9 лет отмечаются различия в форме таза у мальчиков и девочек: у мальчиков таз более высокий и узкий, чем у девочек.

Тазовые кости имеют круглые впадины, куда входят головки бедренных костей.

Скелет свободной нижней конечности состоит из бедренной кости, двух костей голени — большеберцовой и малоберцовой и костей стопы. Стопа образована костями предплюсны, плюсны и фаланг пальцев стопы.

Стопа человека образует свод, который опирается на пяточную кость и на передние концы костей плюсны. Различают продольный и поперечный своды стопы. Продольный, пружинящий свод стопы присущ только человеку, и его формирование связано с прямохождением. По своду стопы равномерно распределяется тяжесть тела, что имеет большое значение при переносе тяжестей. Свод действует как пружина, смягчая толчки тела при ходьбе.

У новорожденного ребенка сводчатость стопы не выражена, она формируется позже, когда ребенок начинает ходить.

Сводчатое расположение костей стопы поддерживается большим количеством крепких суставных связок. При длительном стоянии и сидении, переносе больших тяжестей, при ношении узкой обуви связки растягиваются, что приводит к уплощению стопы.

Череп. Череп — скелет головы. Различают два отдела черепа: мозговой, или черепную коробку, и лицевой, или кости лица. Мозговой отдел черепа является вместилищем головного мозга.

У новорожденного черепные кости соединены друг с другом мягкой соединительнотканной перепонкой. Эта перепонка особенно велика там, где сходятся несколько костей. Это — роднички. Роднички располагаются по углам обеих теменных костей; различают непарные лобный и затылочный и парные передние боковые и задние боковые роднички. Благодаря родничкам кости крыши черепа могут заходить своими краями друг на друга. Это имеет большое значение при прохождении головки плода по родовым

путям. Малые роднички зарастают к 2—3 месяцам, а наибольший — лобный — легко прощупывается и зарастает лишь к полутора годам.

У детей в раннем возрасте мозговая часть черепа более развита, чем лицевая. Наиболее сильно кости черепа растут в течение первого года жизни. С возрастом, особенно с 13—14 лет, лицевой отдел растет более энергично и начинает преобладать над мозговым. У новорожденного объем мозгового отдела черепа в 6 раз больше лицевого, а у взрослого в 2—2,5 раза.

Рост головы наблюдается на всех этапах развития ребенка, наиболее интенсивно он происходит в период полового созревания. С возрастом существенно изменяется соотношение между высотой головы и ростом. Это соотношение используется как один из нормативных показателей, характеризующих возраст ребенка.

## МЫШЕЧНАЯ СИСТЕМА

В организме человека по структуре и функции различают три типа мышц: мышцы скелета, мышцы сердца и гладкие мышцы внутренних органов и сосудов.

Активной частью опорно-двигательного аппарата являются скелетные мышцы.

Строение и классификация скелетных мышц. В организме человека насчитывается около 600 скелетных мышц. Форма и величина мышц зависят от выполняемой ими работы. Различают мышцы длинные, широкие, короткие и круговые. Длинные мышцы располагаются на конечностях, короткие — там, где размах движения мал (например, между позвонками). Широкие мышцы располагаются преимущественно на туловище, в стенках полостей тела (мышцы живота, спины, груди). Круговые мышцы располагаются вокруг отверстий тела и при сокращении суживают их. Такие мышцы называют сфинктерами.

По функции различают мышцы-сгибатели, разгибатели, приводящие и отводящие мышцы, а также мышцы, вращающие внутрь и наружу.

бует одновременного сокращения почти всех мышечных волокон и, естественно, может быть очень непродолжительной из-за развивающегося утомления.

При динамической работе поочередно сокращаются различные группы мышц. Мышцы, производящие динамическую работу, быстро сокращаются и, работая с большим напряжением, скоро утомляются. Но обычно различные группы мышечных волокон при динамической работе сокращаются поочередно, что дает возможность мышце длительное время совершать работу. Нервная система, управляя работой мышц, приспособливает их работу к текущим потребностям организма. Это дает им возможность работать экономно, с высоким коэффициентом полезного действия.

Для каждого вида мышечной деятельности можно подобрать некоторый средний (оптимальный) ритм и величину нагрузки, при которых будет выполнена наибольшая величина работы, а утомление будет развиваться постепенно.

Работа мышц — необходимое условие их существования. Длительная бездеятельность мышц ведет к их атрофии и потере ими работоспособности. Тренировка, т. е. систематическая, нечрезмерная работа мышц, способствует увеличению их объема, возрастанию силы и работоспособности, что важно для физического развития всего организма.

Мышечный тонус. Мышцы человека в состоянии покоя частично сокращены. Это состояние частичного сокращения, когда мышца напряжена, но не производит движения, называется тонусом мышцы. Тоническое напряжение мышц необходимо для того, чтобы удержать внутренние органы в нормальном положении и сохранять определенную позу. Во время сна, при наркозе тонус мышц несколько снижается, тело расслабляется. Полностью исчезает, мышечный тонус только после смерти. Величина тонуса мышц находится в зависимости от функционального состояния центральной нервной системы.

Тонус скелетных мышц связан с поступлением к мышце из двигательных нейронов спинного мозга нервных импульсов, которые следуют друг за другом с большим интервалом. Активность этих нейронов поддерживается импульсами из вышележащих-отделов ЦНС, а также от рецепторов, находящихся в самих мышцах (проприорецепторов).

В период новорожденности и в первые месяцы жизни детей тонус скелетных мышц повышен. Это связано с повышенной возбудимостью красного ядра среднего мозга. По мере усиления влияний, поступающих из структур головного мозга по пирамидной системе и регулирующих функциональную активность спинного мозга, тонус мышц снижается. Снижение тонуса отмечается во втором полугодии жизни ребенка, что является необходимой предпосылкой для развития ходьбы.

Тонус мышц играет важную роль в осуществлении координации движений.

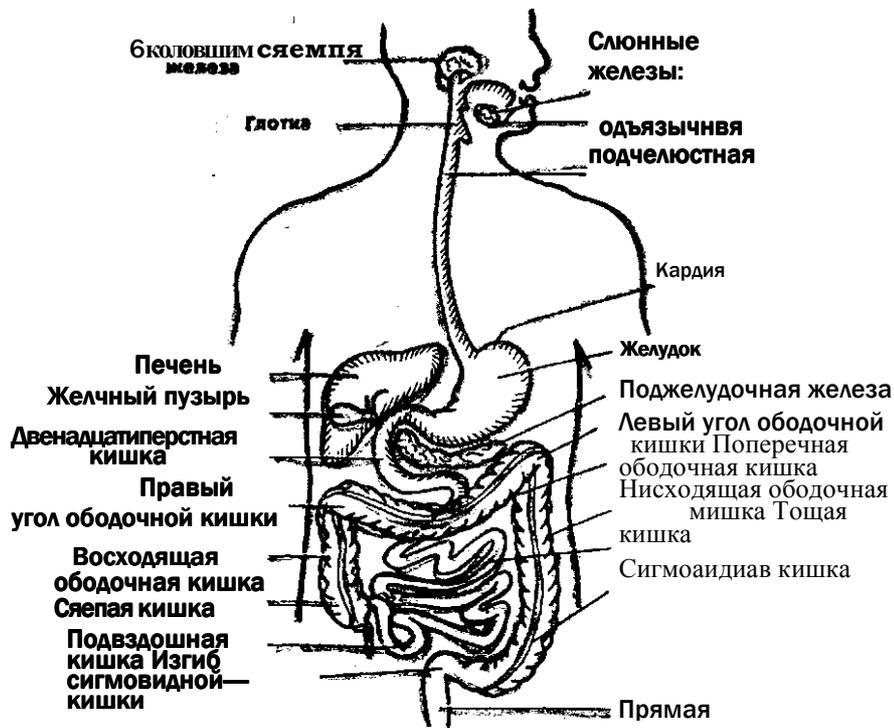
## ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОРГАНОВ ПИЩЕВАРЕНИЯ. ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ. ГИГИЕНА ПИТАНИЯ

### СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ ОРГАНОВ ПИЩЕВАРЕНИЯ

Значение пищеварения. Общий план строения пищеварительной системы. Для нормальной жизнедеятельности организма, его роста и развития необходимо регулярное поступление пищи, содержащей сложные органические вещества (белки, жиры, углеводы), минеральные соли, витамины и воду. Все эти вещества необходимы для удовлетворения потребности организма в энергии, для осуществления биохимических процессов, протекающих во всех органах и тканях. Органические соединения используются также как строительный материал в процессе роста организма и воспроизведения новых клеток взамен отмирающих. Основные питательные вещества в том виде, в каком они находятся в пище, не могут использоваться организмом, а должны быть подвергнуты специальной обработке — пищеварению.

*Пищеварением* называют процесс физической и химической обработки пищи и превращения ее в более простые и растворимые соединения, которые могут всасываться, переноситься кровью, усваиваться организмом.

Физическая обработка заключается в измельчении пищи, ее протирании, растворении. Химические изменения представляют собой сложные реакции, происходящие в различных отделах пищеварительной системы, где под влиянием ферментов, содержащихся в секретах пищеварительных желез, происходит расщепление сложных нерастворимых органических соединений, содержащихся в пище, превращение их в растворимые и легко усваиваемые организмом вещества. *Ферменты* — это биологические катализаторы, вырабатываемые организмом и отличающиеся определенной специфичностью. Каждый фермент действует только на определенные химические соединения: одни расщепляют белки,



Органы пищеварения

другие — жиры, третьи — углеводы. В пищеварительном тракте в результате химической обработки белки расщепляются до аминокислот, жиры — до глицерина и жирных кислот, углеводы (полисахариды) — до моносахаридов.

В каждом из отделов пищеварительной системы происходят специализированные операции по обработке пищи, связанные с наличием в каждом из них специфических ферментов.

Система органов пищеварения состоит из ротовой полости с тремя парами крупных слюнных желез, глотки, пищевода, желудка, тонкой кишки, в состав которой входит двенадцатиперстная кишка (в нее открываются протоки печени и поджелудочной железы, тощая и подвздошная кишки), и толстой кишки, состоящей из слепой, ободочной и прямой кишок. В ободочной кишке различают восходящую, нисходящую и сигмовидную кишки (рис.33).

^Пищеварение в ротовой полости. В ротовой полости начинается физическая и химическая обработка пищи, а также осуществляется ее апробирование. С помощью специальных рецепторов в слизистой оболочке ротовой полости и языка мы распознаем вкус пищи, от их функции зависит удовлетворение и неудовлетворение едой. Специфической функцией ротовой полости является механическое измельчение пищи при ее пережевывании. Особый эффект физической обработки достигается наличием в ротовой полости костной основы, что отличает ее от других органов пищеварения, и языка. Язык — подвижный мышечный орган — имеет важнейшее значение не только в осуществлении речевой функции, но и в пищеварении. Передвижение пищи с помощью языка — необходимый компонент жевания.

Измельчение пищи осуществляется зубами. По функции и форме различают резцы, клыки, малые и большие коренные зубы. Общее число зубов у взрослых — 32.

Зубы закладываются и развиваются в толще челюсти. Еще во внутриутробном периоде развития закладываются зачатки постоянных зубов, сменяющих в определенном возрасте молочные.

На 6—8-м месяце жизни у ребенка начинают прорезываться временные, или молочные, зубы. Зубы могут появляться раньше или позднее в зависимости от индивидуальных

особенностей развития, качества питания. Чаще всего первыми прорезываются средние резцы нижней челюсти, потом появляются верхние средние и верхние боковые; к концу первого года жизни прорезывается обычно 8 зубов. В течение второго года жизни, а иногда и начала третьего года заканчивается прорезывание всех 20 молочных зубов. Молочные зубы нежные и хрупкие, это следует учитывать при организации питания детей.

В 6—7 лет у детей начинают выпадать молочные зубы, и на смену им постепенно растут постоянные зубы. Перед сменой корни молочных зубов рассасываются, после чего они выпадают. Малые коренные и третьи большие коренные, или зубы мудрости, вырастают без молочных предшественников. Прорезывание постоянных зубов заканчивается к 14 годам. Исключение составляют зубы мудрости, появление которых порой задерживается до 25—30 лет; в 15% случаев они отсутствуют на верхней челюсти вообще.

В связи с тем, что зачатки постоянных зубов находятся подмолочными зубами, следует особо обращать внимание на состояние полости рта и зубов у детей школьного и дошкольного возраста. \*\*

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), 7—9 человек из 10 обследованных нуждаются в лечении зубов. И в первую очередь это связано с *кариесом*, возникающим вследствие разрушения эмали. Одной из основных причин повреждения эмали является ее деминерализация под влиянием кислот, которые образуются при распаде остатков пищи.

Наиболее губительное действие на эмаль оказывает молочная кислота — основной продукт брожения углеводов. В дальнейшем происходит уже непосредственное воздействие микробов на деминерализованную эмаль и дентин. В результате происходит распад органических веществ зуба, образуется полость.

Отрицательно сказывается на сохранности эмали резкая смена температуры пищи и воды, поступающих в полость рта, раскусывание зубами твердых предметов. На кариозный процесс влияет недостаток витаминов (особенно группы В и D), солей кальция, фтора в пище и питьевой воде, отсутствие ультрафиолетовых лучей. Первостепенное значение в механизме кариеса зубов играют микроорганизмы полости рта, главным образом стрептококки. Для предотвращения кариеса необходимы сбалансированное питание, в рацион которого входит достаточное количество кальция, фосфора и фтора, и тщательный уход за зубами.

Уход за зубами прежде всего должен выражаться в обязательном прополаскивании рта кипяченой, слегка тепловатой водой после каждого приема пищи, чтобы по возможности удалить все застрявшие между зубами частицы пищи. Нужно ежедневно вечером перед сном чистить зубы щеткой с зубным порошком или пастой, чтобы более основательно удалить все остатки пищи.

Нельзя давать детям слишком горячую или очень холодную пищу, а также позволять им раскусывать зубами орехи или другие твердые вещества. Это может вызвать повреждение эмали.

В школах детям проводят санацию полости рта: поврежденные зубы удаляют или пломбируют, и таким образом предупреждается порча остальных зубов, особенно постоянных. В настоящее время широко применяют фторопрфилактику кариеса. Это и фторирование питьевой воды, и местное орошение раствором фтористого натрия, и специальные зубные порошки, пасты, эликсиры, содержащие фтор, и, наконец, таблетки с фтором. Сохранность зубов обеспечивает полноценное измельчение пищи, необходимое для ее дальнейшей обработки.

Наряду с измельчением пищи в ротовой полости происходит смачивание ее слюной и начальный гидролиз некоторых пищевых веществ.

В ротовую полость открываются протоки трех пар крупных слюнных желез: околоушные, поднижнечелюстные и подъязычные. Кроме крупных есть мелкие слизистые слюнные железки. Они разбросаны почти по всей слизистой-оболочке ротовой полости и языка.

Слюна, содержащая 99% воды, смачивает измельченную пищу. В составе ее органических веществ содержатся ферменты, осуществляющие химическую обработку пищи. Основной из этих ферментов — амилаза — расщепляет сложные углеводы до мальтозы. Расщепление углеводов не заканчивается в ротовой полости, но продолжается в желудке до тех пор, пока пищевой комок не пропитается желудочным соком, так, как ферменты, расщепляющие углеводы, действуют только в щелочной среде. В слюне содержится также слизистое органическое вещество муцин. Он способствует тому, что обработанный в ротовой полости комок становится скользким и легко проходит по пищеводу — мышечной трубке, выстланной внутри слизистой оболочкой. Длина пищевода с возрастом увеличивается. У новорожденных она составляет 10 см, у 5-летних детей — 16 см, у 15-летних — 19 см, у взрослых — 25 см. Слюнные железы функционируют с момента рождения ребенка, но в первые месяцы слюны отделяется мало.

С возрастом количество отделяющейся слюны увеличивается: наиболее заметные сдвиги в слюноотделении отмечаются у детей от 9 до 12 месяцев и от 9 до 11 лет. Всего в сутки у детей отделяется до 800 см<sup>3</sup> слюны.

^ Пищеварение в желудке. Желудок имеет вид изогнутого мешка, вмещающего 1—2 л пищи. В желудке различают вход (кар-диальная часть), дно (фундальная часть) и выход (пилорическая, или привратниковая, часть). Привратник открывается в двенадцатиперстную кишку.

Изнутри желудок выстлан слизистой оболочкой, образующей много складок. В толще слизистой оболочки находятся железы, трубчатые по форме. Железы вырабатывают желудочный сок. Различают три типа клеток желудочных желез: главные вырабатывают ферменты желудочного сока, обкладочные — соляную кислоту, добавочные — слизь.

*Желудочный сок* человека — бесцветная жидкость кислой реакции, с большим содержанием соляной кислоты (0,5%) и слизи. Слизь, вырабатываемая клетками слизистой оболочки желудка, предохраняет ее от механических и химических повреждений. Соляная кислота обладает способностью губительно действовать на бактерии, выполняя тем самым защитную функцию. Под влиянием соляной кислоты активизируется основной фермент желудочного сока пепсин, расщепляющий белки до альбумоз и пептонов. Желудочный сок содержит также фермент, расщепляющий жиры, — липазу. В желудке распадаются на глицерин и жирные кислоты только жиры, находящиеся в состоянии эмульсии (жиры молока). В желудочном соке детей, особенно в период вскармливания их молоком, содержится сычужный фермент — химозин, вызывающий свертывание молока.

Под влиянием различных воздействий отделение желудочного сока может тормозиться. Вид несвежей пищи, неприятный "запах ее, неряшливая обстановка, чтение во время еды приводят к торможению желудочной секреции, при этом снижается пищеварительное действие соков и пища усваивается хуже.

Когда пища поступает в желудок, на нее продолжает рефлекторно вырабатываться желудочный сок за счет механического раздражения слизистой оболочки желудка. Важная роль здесь также принадлежит химическим веществам, циркулирующим в крови при пищеварении и гуморальным путем возбуждающим

желудочную секрецию. Особенно активны в этом отношении вещества, содержащиеся в мясном бульоне, капустном отваре, отварах рыбы, грибов, овощей.

Кроме того, под влиянием соляной кислоты или продуктов переваривания в слизистой оболочке желудка образуется особый гормон — гастрин, который всасывается в кровь и усиливает секрецию желудочных желез.

С возрастом как строение, так и функция желудка изменяются. Мышечный слой желудка, способствующий перемешиванию пищи с желудочным соком и ее перемещению по желудку, у детей раннего возраста развит слабо, в особенности в области дна желудка. Недоразвитие мышечного слоя дна желудка, относительно широкий вход в него у детей грудного возраста часто являются причиной срыгивания и рвоты.

У новорожденных детей железистый эпителий желудка слабо-дифференцирован, главные клетки еще недостаточно созрели. Процесс клеточной дифференцировки желез желудка у детей завершается в основном к 7 годам, но полного развития они достигают лишь к периоду половой зрелости.

У детей после рождения общая кислотность желудочного сока связана с наличием молочной кислоты. Функция синтеза соляной кислоты развивается в период от 2,5 до 4 лет. В возрасте от 4 до 7 лет общая кислотность желудочного сока в среднем составляет 35,4 единицы, у детей от 7 до 12 лет она равна 63. Относительно низкое содержание соляной кислоты в желудочном соке у детей дошкольного возраста является причиной его низких бактерицидных свойств и в значительной мере проявляется в склонности детей к желудочно-кишечным заболеваниям. Недостаток соляной кислоты в детском возрасте компенсируется усиленным выделением гормона гастрин, стимулирующего секрецию пепсина. Показано, что к 8 годам концентрация гастрин снижается почти вдвое, однако и в 15 лет она еще значительно выше, чем у взрослого.

В составе желудочного сока новорожденного ребенка есть ферменты пепсин, химозин, липаза, молочная кислота и связанная соляная кислота. В связи с низкой кислотностью желудочного сока пепсин у новорожденных детей способен расщеплять лишь белки, входящие в состав молока. Активность фермента химозина, створаживающего молоко, резко повышается к концу первого года жизни — до 256—512 единиц (по сравнению с 16—32 единицами в первый месяц жизни ребенка). Находящийся в составе желудочного сока грудных детей фермент липаза расщепляет до 25% жира молока. Однако следует заметить, что жир материнского молока расщепляется не только желудочной липазой, но и липазой самого материнского молока. Поэтому расщепление жира в желудке детей, вскармливаемых искусственно, всегда более медленное, чем при грудном вскармливании. В коровьем молоке липазы мало. С возрастом ребенка активность липазы нарастает от 10—12 до 35—40 единиц.

желудочную секрецию. Особенно активны в этом отношении вещества, содержащиеся в мясном бульоне, капустном отваре, отварах рыбы, грибов, овощей.

Кроме того, под влиянием соляной кислоты или продуктов переваривания в слизистой оболочке желудка образуется особый гормон — гастрин, который всасывается в кровь и усиливает секрецию желудочных желез.

С возрастом как строение, так и функция желудка изменяются. Мышечный слой желудка, способствующий перемешиванию пищи с желудочным соком и ее перемещению по желудку, у детей раннего возраста развит слабо, в особенности в области дна желудка. Недоразвитие мышечного слоя дна желудка, относительно широкий вход в него у детей грудного возраста часто являются причиной срыгивания и рвоты.

## ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КРОВИ И КРОВООБРАЩЕНИЯ

### КРОВЬ И ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ

Внутренняя среда организма. Клетки, ткани и органы организма могут существовать и нормально функционировать только в определенных условиях, которые создаются внутренней средой, к которой они приспособились в ходе эволюционного развития. Внутренняя среда обеспечивает возможность поступления в клетки необходимых для их жизнедеятельности веществ и вывод продуктов обмена. Благодаря поддержанию определенного состава внутренней среды клетки функционируют в постоянных условиях. Сохранение постоянства внутренней среды называется *гомеостазом*.

В организме на относительно постоянном уровне поддерживаются кровяное давление, температура тела, осмотическое давление крови и тканевой жидкости, содержание в них белков и сахара, ионов натрия, калия, кальция, хлора и др.

Гомеостаз поддерживается комплексом динамических процессов. Значительная роль в поддержании гомеостаза принадлежит регуляторным системам — нервной и эндокринной. Сохранение постоянства внутренней среды возможно только при функционировании системы дыхания, сердечно-сосудистой системы, органов пищеварения и выделения.

Внутренней средой организма человека являются кровь, лимфа и тканевая жидкость.

Значение крови. Поступающие в организм питательные вещества и кислород крови разносятся по организму и из крови поступают в лимфу и тканевую жидкость. В обратном порядке осуществляется выделение продуктов обмена. Находясь в непрерывном движении, кровь обеспечивает постоянство состава тканевой жидкости, непосредственно соприкасающейся с клетками. Следовательно, кровь выполняет важнейшую роль в обеспечении по-

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

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

Плазма состоит на 90—92% из воды, 8—10% составляют органические и неорганические соединения. Концентрация растворенных в жидкости веществ создает определенное осмотическое давление. Поскольку концентрация органических веществ (белки, углеводы, мочевины, жиры, гормоны и др.) невелика, осмотическое давление определяется в основном неорганическими ролями.

Постоянство осмотического давления крови имеет важное значение для жизнедеятельности клеток организма. Мембраны мно-гих клеток, в том числе и клеток крови, обладают избирательной проницаемостью. Поэтому при помещении клеток крови в раство-ры с различной концентрацией солей, а следовательно, и с разным осмотическим давлением в клетках крови могут произойти серьезные изменения. <sup>1</sup>

Растворы, которые по своему качественному составу и концентрации солей соответствуют составу плазмы, называют *физиологическими растворами*. Они изотоничны. Такие жидкости используют как заменители крови при кровопотерях.

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

Форменные элементы крови. Форменные элементы, определяющие возможность осуществления важнейшей функции крови — дыхательной, — *эритроциты* (красные

кровяные клетки). Количество эритроцитов в крови взрослого человека 4,5—5,0 млн. в 1 мм<sup>3</sup> крови.

Если расположить все эритроциты человека в один ряд, то получилась бы цепочка длиной около 150 тыс. км; если положить эритроциты один на другой, то образовалась бы колонна высотой, превосходящей длину экватора земного шара (50—60 тыс. км). Количество эритроцитов не строго постоянно. Оно может значительно увеличиваться при недостатке кислорода на больших высотах, при мышечной работе. У людей, живущих в высокогорных районах, эритроцитов примерно на 30% больше, чем у жителей морского побережья. При переезде из низменных районов в высокогорные количество эритроцитов в крови увеличивается. Когда же потребность в кислороде уменьшается, количество эритроцитов в крови снижается.

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

Содержание гемоглобина в крови измеряется либо в абсолютных величинах, либо в процентах. За 100% принято наличие 16,7 г гемоглобина в 100 мл крови. У взрослого человека обычно в крови содержится 60—80% гемоглобина. Содержание гемоглобина зависит от количества эритроцитов в крови, питания, в котором важно наличие необходимого для функционирования гемоглобина железа, пребывания на свежем воздухе и других причин.

Содержание эритроцитов в 1 мм<sup>3</sup> крови меняется с возрастом. В крови новорожденных количество эритроцитов может превышать 7 млн. в 1 мм<sup>3</sup>, кровь новорожденных характеризуется высоким содержанием гемоглобина (свыше 100%). К 5—6-му дню жизни эти показатели снижаются. Затем к 3—4 годам количество гемоглобина и эритроцитов несколько увеличивается, в 6—7 лет отмечается замедление в нарастании числа эритроцитов и содержания гемоглобина, с 8-летнего возраста вновь нарастает число эритроцитов и количество гемоглобина.

Снижение числа эритроцитов ниже 3 млн. и количества гемоглобина ниже 60% свидетельствует о наличии анемического состояния (малокровия).

Скорость оседания эритроцитов. Если кровь предохранить от свертывания и оставить на несколько часов в капиллярных трубочках, то эритроциты в силу тяжести начинают оседать. Они оседают с определенной скоростью: у мужчин 1—10 мм/ч, у женщин—2—15 мм/ч. С возрастом изменяется скорость оседания

эритроцитов. Скорость оседания эритроцитов (СОЭ) широко используется как важный диагностический показатель, свидетельствующий о наличии воспалительных процессов и других патологических состояний. Поэтому важное значение имеет знание нормативных показателей СОЭ у детей разного возраста.

У новорожденных скорость оседания эритроцитов низкая (от 1 до 2 мм/ч). У детей до 3 лет величина СОЭ колеблется в пределах от 2 до 17 мм/ч. В возрасте от 7 до 12 лет величина СОЭ не превышает 12 мм/ч.

*Лейкоциты* — белые кровяные клетки. Важнейшей функцией лейкоцитов является защита от попадающих в кровь микроорганизмов и токсинов. Защитная

способностью передвигаться самостоятельно к тому участку, куда проникли микробы или инородное тело. Приблизившись к ним, лейкоциты обволакивают их, втягивают внутрь

(рис. 36) и переваривают. Явление поглощения микроорганизмов лейкоцитами называется *фагоцитозом*. Впервые оно было открыто выдающимся русским ученым И. И. Мечниковым. Важным фактором, определяющим защитные свойства лейкоцитов, является также их участие в иммунных механизмах.

По форме, строению и функции различают разные типы лейкоцитов. Основные из них: лимфоциты, моноциты, нейтрофилы. *Лимфоциты* образуются в основном в лимфатических узлах. Они не способны к фагоцитозу, но, вырабатывая антитела, играют большую роль в обеспечении иммунитета.

*Нейтрофилы* вырабатываются в красном костном мозге: они являются самыми многочисленными лейкоцитами и выполняют основную роль в фагоцитозе. Один нейтрофил может поглотить 20—30 микробов. Через час все они оказываются переваренными внутри нейтрофила. Это происходит при участии специальных ферментов, разрушающих микроорганизмы. Если инородное тело по своим размерам превышает лейкоцит, то вокруг него накапливаются группы нейтрофилов, образуя барьер.

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

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

Количество лейкоцитов и их соотношение изменяются с возрастом. У новорожденного лейкоцитов значительно больше, чем у взрослого человека (до 20 тыс. в 1 мм<sup>3</sup> крови). В первые сутки жизни число лейкоцитов возрастает (происходит рассасывание продуктов распада тканей ребенка, тканевых кровоизлияний, возможных во время родов) до 30 тыс. в 1 мм<sup>3</sup> крови.

Начиная со вторых суток жизни число лейкоцитов снижается и к 7—12-му дню достигает 10—12 тыс. Такое количество лейкоцитов сохраняется у детей первого года жизни, после чего оно снижается и к 13—15 годам достигает величин взрослого человека. Чем меньше возраст ребенка, тем его кровь содержит больше незрелых форм лейкоцитов.

Лейкоцитарная формула в первые годы жизни ребенка характеризуется повышенным содержанием лимфоцитов и пониженным числом нейтрофилов. К 5—6 годам количество этих форменных элементов выравнивается, после этого процент нейтрофилов неуклонно растет, а процент лимфоцитов понижается. Малым содержанием нейтрофилов, а также недостаточной их зрелостью отчасти объясняется большая восприимчивость детей младших возрастов к инфекционным болезням. К тому же фагоцитарная активность нейтрофилов у детей первых лет жизни наиболее низкая.

Тромбоциты и свертывание крови. Тромбоциты (красные пластинки) — самые мелкие из форменных элементов крови. Количество их варьирует от 200 до 400 тыс. в 1 мм<sup>3</sup> (мкл). Днем их больше, а ночью меньше. После тяжелой мышечной работы количество красных пластинок увеличивается в 3—5 раз.

Образуются тромбоциты в красном костном мозге и селезенке. Основная функция тромбоцитов связана с их участием в свертывании крови. При решении кровеносных сосудов тромбоциты разрушаются. При этом из них выходят в плазму вещества, необходимые для формирования кровяного сгустка — *тромба*.

Нормальное функционирование кровообращения и предупреждение как кровопотери, так и свертыванию крови внутри сосуда, достигается определенным равновесием двух существующих в организме систем — свертывающей и противосвертывающей.

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

Группы крови и переливание крови. При переливании крови от одного человека к другому необходимо учитывать группы крови. Это связано с тем, что в форменных элементах крови — эритроцитах содержатся особые вещества *антигены*, или *агглютиногены*, а в белках плазмы *агглютенины*, при определенном сочетании этих веществ происходит склеивание эритроцитов — *агглютинация*. Классификация групп основана на наличии в крови тех или иных агглютенинов и агглютиногенов. Агглютиногенов в эритроцитах два типа, их обозначают буквами латинского алфавита А, В. В эритроцитах они могут быть по одному или вместе либо отсутствовать. Агглютенинов (склеивающих эритроцитов) в плазме тоже два, их обозначают греческими буквами а и р. В крови разных людей содержится либо один, либо два, либо ни одного агглютенина. Агглютинация наступает в том случае, если агглютиногены донора встречаются с одноименным\*к\*агглютенинами реципиента (человека, которому переливают кровь): А с а, В с В или АВ с аВ. Понятно, что в крови каждого человека агглютенины и агглютиногены разноименные. В случае если агглютенин а взаимодействует с агглютиногеном А или агглютенин В с агглютиногеном В — наступает агглютинация, грозящая организму гибелью. У людей имеется 4 комбинации агглютиногенов и агглютенинов и соответственно выделяют 4 группы крови: I группа — в плазме содержатся агглютенины а и В, в эритроцитах агглютиногенов нет; II группа — в плазме содержится агглютенин б, а в эритроцитах агглютиноген А; III группа — в плазме находится агглютенин а, в эритроцитах агглютиноген В; IV группа — агглютенинов в плазме нет, а в эритроцитах содержатся агглютиногены А и В.

I группу имеют примерно 40% людей, II — 39%, III группу — .15%, IV-6%.

Возможность совмещения разных групп крови представлена в таблице 16.

Из таблицы видно, что людям I группы можно переливать кровь только той же группы. Однако кровь людей I группы можно переливать всем. Людей этой группы называют универсальными донорами. Противоположная картина для IV группы. Кровь людей IV группы можно переливать только тем, кто имеет аналогичную группу, людям же IV группы можно переливать любую, они являются 'универсальными реципиентами. Кровь людей II и

**Агглютинация (обозначена +) "Р" смешивании эритроцитов и сыворотки крови людей разных**

Группа сыворотки реципиента	Группа эритроцитов донора			
	I (о)	II (А)	III (В)	IV (АВ)
<b>I</b> (а и р)	—	+	+	
<b>II</b> (а)	—	—	+	+
<b>III</b> (а)	—	+	—	+
<b>IV</b> (о)				

III групп можно переливать людям той же группы крови и тем, у кого IV группа крови.

В крови имеются также и другие агглютиногены, не входящие в систему классификации групп. Среди них один из наиболее существенных, который надо учитывать при переливании,— *резус-фактор*. Он содержится у 85% людей (резус-положительные), у 15% этого фактора в крови нет -(резус-отрицательные). При переливании резус-положительной крови резус-отрицательному человеку в крови появляются резус-отрицательные антитела, и при повторном переливании резус-положительной крови могут наступить серьезные осложнения в виде агглютинации. Резус-фактор в особенности важно учитывать при беременности. Если отец резус-положительный, а мать резус-отрицательная, кровь плода будет резус-положительная, так как это доминантный признак. Агглютиногены плода, поступая в кровь матери, вызовут образование антител (агглютенинов) к резус-положительным эритроцитам. Если эти антитела через плаценту проникнут в кровь плода, наступит агглютинация и плод может погибнуть. Поскольку при повторных беременностях в

крови матери увеличивается количество антител, опасность для детей возрастает. В таком случае либо женщине с резус-отрицательной кровью вводят заблаговременно антирезус гаммаглобулин, либо только что родившемуся ребенку производят заменное переливание крови.

Переливание крови — один из методов лечения, незаменимый при острых кровопотерях (ранения, операции). К переливанию крови часто прибегают при шоке и различного рода болезнях, где необходимо повысить сопротивляемость организма. Переливание может быть произведено непосредственно от дающего кровь (донора) к получающему ее (реципиенту). Однако более удобно использование донорской консервированной крови, так как в распоряжении всегда будет кровь необходимой группы. Донорство получило широкое распространение в нашей стране. Кровь берется только от лиц, которые не больны какой-либо инфекционной болезнью.

Вия жизни детей и подростков приводят к малокровию. Малокровие сопровождается головными болями, головокружением, обмороками, отрицательно сказывается на работоспособности и успешности обучения. Кроме того, у малокровных учащихся резко снижается сопротивляемость организма и они часто и длительно болеют.

Первейшей профилактической мерой против малокровия оказываются: правильная организация режима дня, рациональное питание, богатое минеральными солями и витаминами, строгое нормирование учебной, внеклассной, трудовой и творческой деятельности, чтобы не развивалось переутомление, необходимый объем суточной двигательной активности в условиях открытого воздуха и разумное использование естественных факторов природы.

## СИСТЕМА КРОВООБРАЩЕНИЯ

Значение кровообращения. Кровь может выполнять жизненно необходимые функции, только находясь в непрерывном движении. Движение крови в организме, ее циркуляция составляет сущность кровообращения.

К системе кровообращения относятся сердце, выполняющее роль насоса, и сосуды, по которым циркулирует кровь. Кровь, выбрасываемая сердцем, по артериям, их разветвлениям (артерио-лам) и капиллярам поступает к тканям и органам, затем по мелким венам (венулам) и крупным венам возвращается к сердцу. Таким образом, благодаря кровообращению ко всем органам и тканям поступают кислород, питательные вещества, соли, сормо-ны, вода и выводятся из организма продукты обмена. Из-за малой теплопроводности тканей передача тепла от органов человеческого тела (печень, мышцы и др.) к коже и в окружающую среду осуществляется главным образом за счет кровообращения. Деятельность всех органов и организма в целом тесно связана с функцией органов кровообращения.

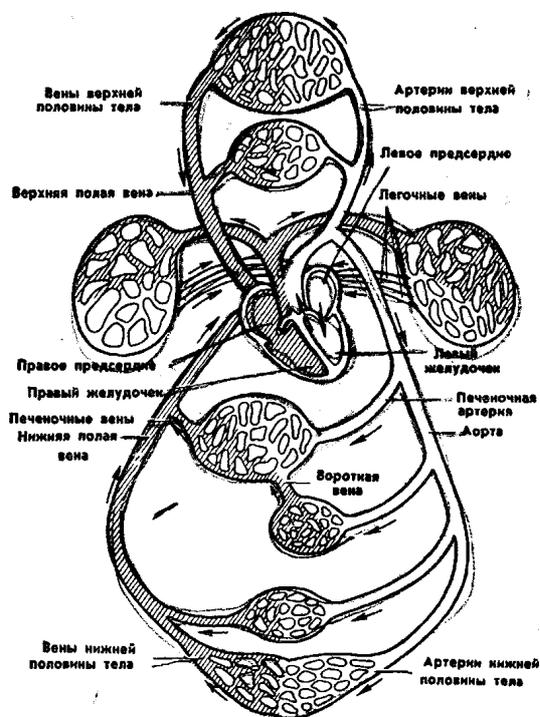


Рис. 37. Схема

Общая схема кровообращения. Сосудистая система состоит из двух кругов кровообращения — большого и малого (рис. 37).

*Большой круг кровообращения* начинается от левого желудочка сердца, откуда кровь поступает в аорту. Из аорты путь артериальной крови продолжается по артериям, которые по мере удаления от сердца ветвятся и самые мелкие из них распадаются на капилляры, которые густой сетью пронизывают весь организм. Через тонкие стенки капилляров кровь отдает питательные вещества и кислород в тканевую жидкость, а продукты жизнедеятельности клеток из тканевой жидкости поступают в кровь. Из капилляров кровь поступает в мелкие вены, которые, сливаясь, образуют более крупные вены и впадают в верхнюю и нижнюю полые вены. Верхняя и нижняя полые вены приносят венозную кровь в правое предсердие, где заканчивается большой круг кровообращения.

*Малый круг кровообращения* начинается от правого желудочка сердца легочной артерией. Венозная кровь по легочной артерии приносится к капиллярам легких. В легких происходит обмен газов между венозной кровью капилляров и воздухом в альвеолах легких. От легких по четырем легочным венам уже артериальная кровь возвращается в левое предсердие. В левом предсердии заканчивается малый круг кровообращения. Из левого предсердия кровь попадает в левый желудочек, откуда начинается большой круг кровообращения.

С системой кровообращения тесно связана *лимфатическая система*. Она служит для оттока жидкости из тканей, в отличие от кровеносной системы, создающей как приток, так и отток жидкости. Лимфатическая система начинается с сети замкнутых капилляров, которые переходят в лимфатические сосуды, впадающие в левый и правый лимфатические протоки, а оттуда в крупные вены. На пути к венам лимфа, протекающая из разных органов и тканей, проходит через *лимфатические узлы*, выполняющие роль биологических фильтров, защищающих организм от инородных тел и инфекций. Образование лимфы связано с переходом ряда растворенных в плазме крови веществ из капилляров в ткани и из тканей в лимфатические капилляры. За сутки в организме человека образуется 2—4 л лимфы.

При нормальном функционировании организма существует равновесие между скоростью лимфообразования и скоростью оттока лимфы, которая через вены вновь возвращается в кровеносное русло. Лимфатические сосуды пронизывают почти все органы и ткани, особенно много их в печени и тонком кишечнике. По структуре лимфатические

сосуды похожи на вены, так же как вены, они снабжены клапанами, создающими условия для перемещения лимфы только в одном направлении.

Ток лимфы через сосуды осуществляется благодаря сокращению стенок сосудов и сокращению мышц. Передвижению лимфы способствует также отрицательное давление в грудной полости, в особенности во время вдоха, *ffpu* этом грудной лимфатический проток, лежащий на пути к венам, расширяется, что облегчает поступление лимфы, в кровеносное русло. Поверхность лимфатических капилляров у детей относительно больше, чем у взрослых.

Строение сердца и его возрастные особенности. Сердце представляет собой полый мышечный орган, расположенный слева в грудной клетке. Масса его 220—300 г у мужчин и 180—220 у женщин. Размер сердца и его масса изменяются с возрастом.

Сердце у детей относительно больше, чем у взрослых. Его масса составляет примерно 0,63—0,80% массы тела, а у взрослого человека — 0,48—0,52%. Наиболее интенсивно растет сердце на первом году жизни: к 8 месяцам масса сердца увеличивается вдвое, к 3 годам утраивается, к 5 годам увеличивается в 4 раза, а в 16 лет — в 11 раз.

Масса сердца у мальчиков в первые годы жизни больше, чем у девочек. В 12—13 лет наступает период усиленного роста сердца у девочек и его масса становится больше, чем у мальчиков. К 16 годам сердце девочек вновь начинает отставать в массе от сердца мальчиков.

Сердце разделено на четыре камеры (два предсердия и два желудочка). Левая и правая половины разделены сплошной перегородкой, каждая из этих половин включает одно предсердие и один желудочек, имеет перегородку с отверстием. Через эти отверстия, снабженные клапанами, кровь из предсердий поступает в желудочки (рис. 38). Клапаны образованы смыкающимися створками и потому называются *створчатыми клапанами*. В левой части сердца клапан двустворчатый, в правой — трехстворчатый.

Клапаны сердца обеспечивают движение крови только в одном направлении: из предсердий в желудочки, а из желудочков в артерии.

На границе между левым желудочком и выходящей из него аортой и между правым желудочком и легочной артерией имеются *полулунные клапаны*. *III* моменту рождения ребенка его сердце уже имеет четырехкамерную структуру, однако между двумя предсердиями еще имеется отверстие, характерное для кровообращения плода, которое зарастает в первые месяцы жизни.

Рост предсердий в течение первого года жизни опережает рост желудочков, затем они растут почти одинаково, и только после 10 лет рост желудочков начинает обгонять рост предсердий.

Свойства сердечной мышцы. Основную массу стенки сердца составляет мощная мышца — *миокард*, состоящий из особого рода поперечнополосатой мышечной ткани. Толщина миокарду разная в различных отделах сердца. Наиболее тонок он в предсердиях (2—3 мм), левый желудочек имеет самую мощную мышечную стенку, она в 2,5 раза толще, чем в правом желудочке.

Основная масса сердечной мышцы представлена типичными для сердца волокнами, которые обеспечивают сокращение отделов сердца. Их основная функция — сократимость. Это рабочая мускулатура сердца. Кроме того, в сердечной мышце имеются *атипические* волокна. С деятельностью атипических волокон связано возникновение возбуждения в сердце и проведение его от предсердий к желудочкам.

Эти волокна образуют *проводящую систему* сердца. Проводящая система состоит из синусно-предсердного узла, предсердно-желудочного узла, предсердно-желудочкового пучка и его разветвлений (рис. 39). Синусно-предсердный узел расположен в правом предсердии, является водителем сердечного ритма, здесь зарождаются автоматические импульсы

возбуждения, определяющие сокращение сердца. Предсердно-желудочковый узел расположен между правым предсердием и желудочками. В этой области возбуждение из предсердий распространяется на желудочки. В нормальных условиях предсердно-желудочковый узел возбуждается импульсами, поступающими из синусно-предсердного узла, однако он способен и к автоматическому возбуждению и в некоторых патологических случаях провоцирует возбуждение в желудочках и их сокращение, не следующее в том ритме, который создается синусно-предсердным узлом. Возникает так называемая экстрасистола. Из предсердно-желудочкового узла возбуждение передается по предсердно-желудочковому пучку (пучок Гисса), который, проходя по межжелудочковой перегородке, разветвляется на правую и левую ножки. Ножки переходят в сеть проводящих миоцитов (атипичных мышечных волокон), которые охватывают рабочий миокард и передают ему возбуждение.

Сердечный цикл. Сердце сокращается ритмично: сокращения отделов сердца чередуются с их расслаблением. Сокращение отделов сердца называют *систолой*, а расслабление — *диастолой*.

Период, охватывающий одно сокращение и расслабление сердца, называют *сердечным*

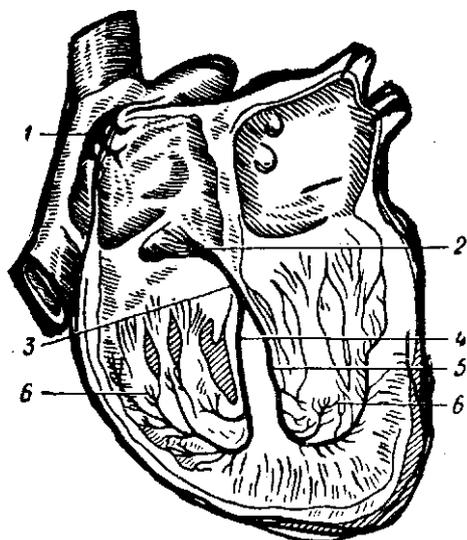


Рис. 39. Схематическое изображение проводящей системы сердца: 1 — синусный узел; 2 — предсердно-желудочковый узел; 3 — пучок Гисса; 4 и 5 — правая и левая ножки пучка Гисса; 6 — концевые разветвления проводящей системы

*циклом*. В состоянии относительного покоя сердечный цикл продолжается около 0,8 с.

Каждый сердечный цикл состоит из трех фаз: первая — сокращение предсердий — систола предсердий (длится 0,1 с), вторая — систола желудочков (длится 0,3 с), третья — общая пауза (0,4 с). Когда сердце сокращается, кровь нагнетается в сосудистую систему. Основной силы сокращения происходит в период систолы желудочков, в фазу изгнания крови из левого желудочка в аорту.

Частота сердечных сокращений, систолический и минутный

объем. Частота сердечных сокращений обычно измеряется по пульсу, поскольку каждый выброс крови в сосуды приводит к изменению их кровенаполнения, растяжению сосудистой стенки, что ощущается в виде толчка. В норме у взрослого человека частота сердечных сокращений — 75 раз в 1 мин. У новорожденного она значительно выше—140 в 1 мин. Интенсивно снижаясь в течение первых лет жизни, она составляет к 8—10 годам 90—85 ударов в 1 мин, а к 15 годам приближается к величине взрослого. При сокращении сердца у взрослого человека, находящегося в состоянии покоя, каждый желудочек выталкивает в артерии 60—80 см<sup>3</sup> крови.

Количество кровли, выбрасываемое желудочком за одно сокращение, называют *ударным*, или *систолическим объемом*. Левый и правый желудочки выталкивают одинаковое

количество крови. Количество крови, выбрасываемое в аорту сердцем новорожденного при одном сокращении, всего  $2,5 \text{ см}^3$ . К первому году оно увеличивается в 4 раза, к 7 годам — в 9 раз, а к 12 годам — в 16,4 раза (табл. 17).

Т а б л и ц а 17

Изменение частоты сердечных сокращений и ударного объема

Показатель	Ново-рожден-ные	Возраст (в годах)										
		1	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Частота сердечных сокращений (пульс в 1 мин)	140—135	120	95	92	90	88	86	84	82	80	78	76
Ударный объем сердца (в $\text{см}^3$ )	2,5	10,2	20,6	23,0	25,0	27,0	29,2	31,6	33,4	35,7	38,5	41,4

Количество крови, выбрасываемое сердцем в 1 мин, называют *минутным объемом*. Зная количество крови, поступившее из желудочка во время систолы, и частоту сокращений сердца в 1 мин,

**ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ. ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВОЗДУШНОЙ СРЕДЕ УЧЕБНЫХ ПОМЕЩЕНИЙ**

**СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ И ИХ ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ**

Значение дыхания. Дыхание — необходимый для жизни процесс постоянного обмена газами между организмом и окружающей средой. Дыхание обеспечивает постоянное поступление в организм кислорода, необходимого для осуществления окислительных процессов, являющихся основным источником энергии. Без доступа кислорода жизнь может продолжаться лишь несколько минут. При окислительных процессах образуется углекислый газ, который должен быть удален из организма. В понятие дыхание включают следующие процессы: 1) внешнее дыхание — обмен газов между внешней средой и легкими — легочная вентиляция; 2) обмен газов в легких между альвеолярным воздухом и кровью капилляров — легочное дыхание; 3) транспорт газов кровью, перенос кислорода от легких к тканям и углекислого газа из тканей в легкие; 4) обмен газов в тканях; 5) внутреннее, или тканевое,

дыхание—биологические процессы, происходящие в митохондриях клеток. Этот этап дыхания является предметом рассмотрения в курсе биохимии. Нарушение любого из этих процессов создает опасность для жизни человека.

Дыхательная система человека включает: воздухоносные пути, к которым относятся полость носа, носоглотка, гортань, трахея, бронхи (рис. 41); легкие — состоящие из бронхиол, альвеолярных мешочков и богато снабженные сосудистыми разветвлениями; костно-мышечную систему, обеспечивающую дыхательные движения: к ней относятся ребра, межреберные и другие вспомогательные мышцы, диафрагма. Все звенья дыхательной системы претерпевают с возрастом существенные структурные преобразования, что определяет особенности дыхания детского организма на разных этапах развития.

Воздухоносные пути и дыхательный путь начинаются *носовой полостью*. Слизистая оболочка носовой полости обильно снабжена кровеносными сосудами и покрыта многослойным мерцательным эпителием. В эпителии много железок, выделяющих слизь, которая вместе с пылевыми частицами, проникшими со вдыхаемым" воздухом, удаляется мерцательными движениями ресничек. В носовой полости вдыхаемый воздух согревается, частично очищается от пыли и увлажняется. К моменту рождения носовая полость ребенка недоразвита, она отличается узкими носовыми отверстиями и практически отсутствием придаточных пазух, окончательное формирование которых происходит в подростковом возрасте. Объем носовой полости с возрастом увеличивается примерно в 2,5 раза. Структурные особенности носовой полости детей раннего возраста затрудняют носовое дыхание, дети часто дышат с открытым ртом, что приводит к подверженности простудным заболеваниям. Одним из факторов, затрудняющих дыхание через нос, являются аденоиды. «Заложенный» нос влияет на речь, вызывая закрытую гнусавость, косноязычие. При «заложенном» носе воздух недостаточно очищается от вредных примесей, пыли, недостаточно увлажняется, отчего возникают частые воспаления гортани и трахеи. Ротовое дыхание вызывает кислородное голодание, застойные явления в грудной клетке и черепной коробке, деформация снаружи густой сетью капилляров

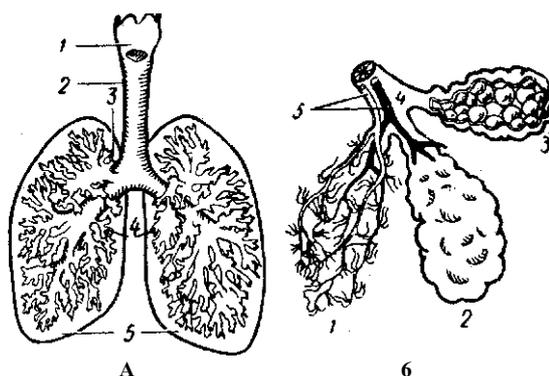


Рис. 42. Схема строения легких (А) и легочных альвеол (Б). А: 1 — гортань; 2 — трахея; 3 — бронхи; 4 — бронхиолы; 5 — легкие. Б: 1 — сосудистая сеть; 2, 3 — альвеолы снаружи и в разрезе; 4 — бронхиола; 5 — артерия и вена

. Через стенки альвеол и капилляров происходит обмен газами — из воздуха в кровь переходит кислород, а из крови в альвеолы поступают углекислый газ и пары воды.

В легких насчитывают до 350 млн. альвеол, а их поверхность достигает 150 м<sup>2</sup>. Большая поверхность альвеол способствует лучшему газообмену^ По одну сторону этой поверхности

находится альвеолярный воздух, постоянно обновляющийся в своем составе, по другую — непрерывно текущая по сосудам кровь. Через обширную поверхность альвеол происходит диффузия кислорода и углекислого газа. Во время физической работы, когда при глубоких вдохах альвеолы значительно растягиваются, размеры дыхательной поверхности увеличиваются. Чем больше общая поверхность альвеол, тем интенсивнее происходит диффузия газов.

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

Стенки альвеол и стенки капилляров очень тонкие, что способствует проникновению газов из легких в кровь и наоборот. Газообмен зависит от поверхности, через которую осуществляется диффузия газов, и разности парциального давления диффундирующих газов. Такие условия есть в легких. При глубоком вдохе альвеолы растягиваются и их поверхность достигает 100—150 м<sup>2</sup>. Также велика и поверхность капилляров в легких. Есть и достаточная разница парциального давления газов, альвеолярного воздуха и напряжения этих газов, в венозной крови. Для кислорода

эта разница составляет 70 мм рт. ст., для углекислого газа — 7 мм рт. ст.

Легкие у детей растут главным образом за счет увеличения объема альвеол (у новорожденного диаметр альвеолы 0,07 мм, у взрослого он достигает уже 0,2 мм). До 3 лет происходит усиленный рост легких и дифференцировка их отдельных элементов. Число альвеол к 8 годам достигает числа их у взрослого человека. В возрасте от 3 до 7 лет темпы роста легких снижаются. Особенно энергично растут альвеолы после 12 лет. Объем легких к 12 годам увеличивается в 10 раз по сравнению с объемом легких новорожденного, а к концу периода полового созревания — в 20 раз (в основном за счет увеличения объема альвеол). Соответственно изменяется газообмен в легких, увеличение суммарной поверхности альвеол приводит к возрастанию диффузионных возможностей легких.

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

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

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

В ходе развития грудная клетка растет быстрее, чем легкие, отчего легкие постоянно (даже при выдохе) растянуты. Растянутая эластичная ткань легких стремится сжаться. Сила, с которой ткань легкого стремится сжаться за счет эластичности, противодействует атмосферному давлению. Вокруг легких, в плевральной полости, создается давление, равное атмосферному минус эластическая тяга легких. Так вокруг легких создается отрицательное давление. За счет отрицательного давления в плевральной полости легкие следуют за расширившейся грудной клеткой. Легкие при этом растягиваются. Атмосферное давление

действует на легкие изнутри через воздухоносные пути, растягивает их, прижимает к грудной стенке.

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

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

Постепенность созревания костно-мышечного аппарата дыхательной системы и особенности его развития у мальчиков и девочек определяют возрастные и половые различия типов дыхания. У детей раннего возраста ребра имеют малый изгиб и занимают почти горизонтальное положение. Верхние ребра и весь плечевой пояс расположены высоко, межреберные мышцы слабые. В связи с такими особенностями у новорожденных преобладает *диафрагмальное дыхание* с незначительным участием межреберных мышц. Диафрагмальный тип дыхания сохраняется до второй половины первого года жизни. По мере развития межреберных мышц и роста ребенка грудная клетка опускается вниз и ребра принимают косое положение. Постепенно дыхание грудных детей становится грудобрюшным, с преобладанием диафрагмального, причем в верхнем отделе грудной клетки подвижность остается все еще небольшой.

В возрасте от 3 до 7 лет в связи с развитием плечевого пояса все более начинает преобладать *грудной тип дыхания*, и к 7 годам он становится выраженным.

В 7—8 лет выявляются половые отличия в типе дыхания: у мальчиков становится преобладающим *брюшной тип дыхания*, у девочек — *грудной*. Заканчивается половая дифференцировка дыхания к 14—17 годам. Следует заметить, что тип дыхания у юношей и девушек может меняться в зависимости от занятий спортом, трудовой деятельностью.

Возрастные особенности строения грудной клетки и мышц обуславливают особенности глубины и частоты дыхания в детском возрасте. Взрослый человек делает в среднем 15—17 дыхательных движений в минуту, за один вдох при спокойном дыхании вдыхается 500 мл воздуха. Объем воздуха, поступающий в легкие за один вдох, характеризует глубину дыхания.

Дыхание новорожденного ребенка частое и поверхностное. Частота подвержена значительным колебаниям — 48—63 дыхательных цикла в минуту во время сна. У детей первого года жизни частота дыхательных движений в минуту во время бодрствования 50—60, а во время сна — 35—40. У детей 1—2 лет во время бодрствования частота дыхания 35—40, у 2—4-летних — 25—35 и у 4—6-летних — 23—26 циклов в минуту. У детей школьного возраста происходит дальнейшее урежение дыхания (18—20 раз в минуту).

Большая частота дыхательных движений у ребенка обеспечивает высокую легочную вентиляцию.

Объем вдыхаемого воздуха у ребенка в 1 месяц жизни составляет 30 мл, в 1 год — 70 мл, в 6 лет — 156 мл, в 10 лет — 239 мл, в 14 лет — 300 мл.

За счет большой частоты дыхания у детей значительно выше, чем у взрослых, минутный объем дыхания (в пересчете на 1 кг массы). *Минутный объем дыхания* — это количество воздуха, которое человек вдыхает за 1 мин; он определяется произведением величины вдыхаемого воздуха на число дыхательных движений за 1 мин. У новорожденного минутный объем дыхания составляет 650—700 мл воздуха, к концу первого года жизни — 2600—2700 мл, к 6 годам — 3500 мл, у 10-летнего ребенка — 4300 мл, у 14-летнего — 4900 мл, у взрослого человека — 5000—6000 мл.

Важной характеристикой функционирования дыхательной системы является *жизненная емкость* легких — наибольшее количество воздуха, который человек может выдохнуть после глубокого вдоха. Жизненная емкость воздуха легких меняется с возрастом (табл. 18), зависит от длины тела, степени развития грудной клетки и дыхательных мышц, пола. Обычно она больше у мужчин, чем у женщин. У спортсменов жизненная емкость легких

больше, чем у нетренированных людей: у штангистов, например, она составляет около 4000 мл, у футболистов — 4200, у гимнастов — 4300, у пловцов — 4900, у гребцов — 5500 мл и более.

Так как измерение жизненной емкости легких требует активного и сознательного участия самого ребенка, то она может быть определена лишь после 4—5 лет.

К 16—17 годам жизненная емкость легких достигает величин, характерных для взрослого человека. Для определения жизненной емкости легких используется прибор спирометр. Жизненная емкость является важным показателем физического развития.

Т а б л и ц а

18 Средняя величина жизненной емкости легких (в мл)

Пол'	Возраст (в годах)								
	4	5	6	7	8	10	12	15	17
Мальчики	1200	1200	1200	1400	1440	1630	1975	2600	3520
Девочки			1100	1200	1360	1460	1905	2530	2760

## ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОРГАНОВ ВЫДЕЛЕНИЯ. ЛИЧНАЯ ГИГИЕНА. ГИГИЕНА ОДЕЖДЫ И ОБУВИ

Значение органов выделения. Органы выделения играют важную роль в сохранении постоянства внутренней среды, они удаляют из организма продукты обмена, которые не могут быть использованы, избыток воды и солей. В осуществлении процессов выделения участвуют легкие, кишечник, кожа и почки. Легкие удаляют из организма углекислый газ, пары воды, летучие вещества. Из кишечника удаляются с калом соли тяжелых металлов, избыток невсосавшихся пищевых веществ. Потовые железы кожи выделяют воду, соли, органические вещества, их усиленная деятельность наблюдается при напряженной мышечной работе и повышении температуры окружающей среды.

Основная роль в выделительных процессах принадлежит почкам, которые выводят из организма воду, соли, аммиак, мочевину, мочевую кислоту, восстанавливая постоянство осмотических свойств крови. Через почки удаляются некоторые ядовитые вещества, образующиеся в организме или принятые в виде лекарств.

Почки поддерживают определенную постоянную реакцию крови. При накоплении в крови кислых или щелочных продуктов обмена через почки увеличивается выделение излишков соответствующих солей. В поддержании постоянства реакции крови очень важную роль играет способность почек синтезировать аммиак, который связывает кислые продукты.

### СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИЯ ПОЧЕК

Строение почек. Почки (их две — правая и левая) имеют форму боба; наружный край почки выпуклый, внутренний — вогнутый. Они красно-бурого цвета, массой около 120 г.

На вогнутом, внутреннем крае почки имеется глубокая вырезка. Это ворота почки. Сюда входит почечная артерия, а выходит почечная вена и мочеточник.

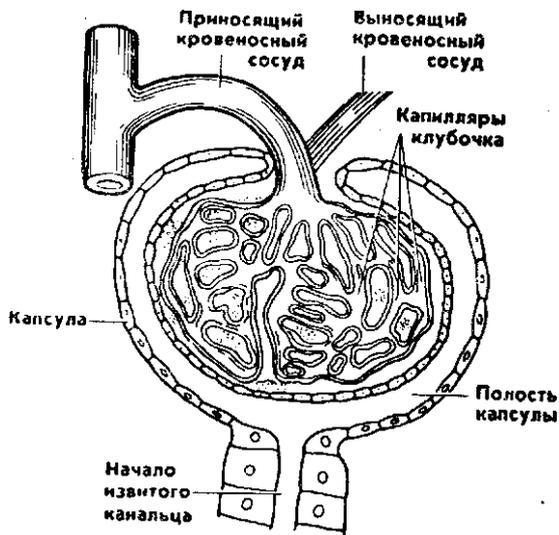


Рис. 43. Схема строения почечного тельца

Почки получают крови больше, чем любой другой орган, в них происходит образование мочи из веществ, приносимых кровью. Структурно-функциональной единицей почки является тельце почки— *нефрон* (рис. 43), в каждой почке около 1 млн. нефронов. Нефрон состоит из двух основных частей: кровеносных сосудов и почечного канальца.

Общая длина канальцев одного тельца почки достигает 35—50 мм. В почках имеется примерно 130 км трубочек, по которым проходит жидкость. Ежедневно в почках фильтруется около 170 л жидкости, которая концентрируется примерно в 1,5 л мочи и удаляется из организма.

[^Возрастные особенности функции почек. С возрастом меняются количество и состав мочи. Мочи у детей отделяется сравнительно больше, чем у взрослых, а мочеиспускание происходит чаще за счет интенсивного водного обмена и относительно большого количества воды и углеводов в рационе питания ребенка.

Только в первые 3—4 дня количество отделяющейся мочи у детей невелико. У месячного ребенка мочи отделяется в сутки 350—380 мл, к концу первого года жизни — 750 мл, в 4—5 лет — около 1 л, в 10 лет—1,5 л, а в период полового созревания — до 2 л.

) У новорожденных реакция мочи резкокислая, с возрастом она становится слабокислой. Реакция мочи может меняться в зависимости от характера получаемой ребенком пищи. При питании преимущественно мясной пищей в организме образуется много кислых продуктов обмена, соответственно и моча становится более кислой. При употреблении растительной пищи реакция мочи сдвигается в щелочную сторону.

^У новорожденных детей повышена проницаемость почечного эпителия, отчего в моче почти всегда обнаруживается белок. Позже у здоровых детей и взрослых белка в моче быть не должно^

Мочеиспускание и его механизм. Испускание мочи — процесс рефлекторный. Поступающая в мочевой пузырь моча вызывает повышение давления в нем, что раздражает рецепторы, находящиеся в стенке пузыря. Возникает возбуждение, доходящее до центра мочеиспускания в нижней части спинного мозга. Отсюда импульсы поступают к мускулатуре пузыря, заставляя ее сокращаться; сфинктер при этом расслабляется и моча поступает из пузыря в мочеиспускательный канал. Это непроизвольное испускание мочи. Оно имеет место у грудных детей.

Старшие дети, как и взрослые, могут произвольно задерживать и вызывать мочеиспускание. Это связано с установлением корковой, условнорефлекторной регуляции мочеиспускания. Обычно к двухлетнему возрасту у детей сформированы условнорефлекторные механизмы задержки мочеиспускания не только днем, но и ночью. Однако в возрасте

5—10 лет у детей, иногда до полового созревания, встречается ночное *непроизвольное недержание мочи* — энурез. В осенне-зимние периоды года в связи с большей возможностью охлаждения организма энурез учащается. С возрастом энурез, связанный преимущественно с функциональными отклонениями в психоневрологическом статусе детей, проходит. Однако в обязательном порядке дети должны быть обследованы врачами — урологом и невропатологом.

Способствуют энурезу психические травмы, переутомление (особенно от физических нагрузок), переохлаждение, нарушение сна, раздражающая, острая пища и обилие жидкости, принятой перед сном. Дети очень тяжело переживают свой недуг, испытывают страх, долго не засыпают, а затем погружаются в глубокий сон, во время которого слабые позывы к мочеиспусканию не воспринимаются.

Профилактика заболеваний органов выделения. В детских домах, школах-интернатах и пионерских лагерях дети, страдающие энурезом, требуют к себе особого внимания взрослых. Случившееся с ребенком ночью никогда не должно обсуждаться в группах (отрядах).

Детям, страдающим энурезом, необходимо по указанию врача установить и строго соблюдать режим дня, отдыха, правильно сбалансированное диетическое питание, без раздражающей, соленой и острой пищи, ограничивать приемы жидкости, особенно перед сном, исключать во второй половине дня большие физические нагрузки (игры в футбол, баскетбол, волейбол и др.). Не менее двух раз в течение ночи детей следует поднимать для опорожнения мочевого пузыря.

## СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ

### ПОНЯТИЕ О ЗДОРОВЬЕ

Здоровье — естественное состояние организма, характеризующееся его уравновешенностью с окружающей средой и отсутствием каких-либо болезненных изменений.

Здоровье взрослого и детского населения — социальное богатство общества.

Здоровье объективно устанавливается по совокупности антропометрических, клинических, физиологических и биохимических показателей. Эти показатели определяются в соответствии с возрастом, полом, условиями воспитания и обучения, а также с учетом климатических и географических условий.

Помимо здоровья индивидуального различают здоровье населения как понятие статистическое. Оно достаточно полно характеризуется комплексом демографических показателей: рождаемостью, смертностью, детской смертностью, уровнем физического развития, заболеваемостью, средней продолжительностью жизни.

Для анализа *состояния здоровья* детских и подростковых коллективов служат такие показатели, как: общая заболеваемость, инфекционная заболеваемость; индекс здоровья, процент длительно и часто болеющих; распространенность и структура, процент лиц с нормальным физическим развитием и лиц, имеющих недостатки в умственном и физическом развитии; распределение по группам здоровья.

Данные, отражающие *общую заболеваемость* (распространенность всех заболеваний — острых и хронических) среди населения определенного региона (города, страны) в конкретный период времени, получают на основании анализа обращаемости за медицинской помощью (по записям врачей в медицинских картах) или обработки результатов массовых медицинских осмотров, которые проводятся в детских и подростковых учреждениях. Общая заболеваемость проявляет явно выраженное изменение с возрастом и условиями воспитания. Она наиболее высока среди детей в возрасте 2—3 лет, постепенно снижаясь, дает подъемы с

поступлением в школу и в период полового созревания подростков. Процесс адаптации к дошкольному учреждению, к обучению в школе и условиям его организации протекает довольно остро и сопровождается снижением общей и иммунной реактивности организма детей. Снижается общая и иммунная реактивность организма подростков в период бурной нейроэндокринной перестройки организма, обусловленной половым созреванием.

*Индекс здоровья* — количество детей и подростков, не обращавшихся ни разу в течение года в поликлинику. Он возрастает в 2 раза от I (12,1%) к VIII (24,8%) классу, более чем в 2,5 раза снижается количество учащихся, часто (более 4 раз за учебный год) и длительно болеющих. Снижается и текущая заболеваемость примерно с 263 случаев на 100 детей в I классе до 180 — в VIII классе.

Т а б л и ц а 21

Ранговое распределение заболеваний (по обращаемости) разных возрастных групп (по данным Л. Ф. Бережкова, И. Д. Дубинской, 1979)

Ранговое место	Возрастная группа, лет			
	1-6	7-10	11-14	15-17
I	Болезни органов дыхания	Болезни органов дыхания	Болезни органов дыхания	Болезни органов дыхания
II	Инфекционные болезни		Травмы и отравления	
III	Аллергические заболевания	Болезни органов пищеварения	Болезни нервной системы и органов чувств	
IV	Болезни органов пищеварения	Травмы и отравления	Болезни кожи и подкожной клетчатки	Психические расстройства
V	Травмы и отравления	Болезни нервной системы и органов чувств	Болезни органов пищеварения	Инфекционные заболевания

Анализ общей заболеваемости включает установление ее структуры — выявление рангового места, которое занимает та или иная группа заболеваний в разные возрастные периоды. В грудном возрасте преобладают заболевания желудочно-кишечного тракта и дыхательной системы. В период от 1 года и до 17 лет первое место удерживают болезни органов дыхания. Второе место в возрасте 1—10 лет занимают инфекционные заболевания, а в возрасте 11—17 лет — травмы и отравления. Болезни органов пищеварения с третьего места в возрасте 7—10 лет перемещаются на пятое — к 11—14 годам (табл. 21).

## Список зарубежных литературы

1. Хрипкова А.Г., Антропова М.В. Адаптация организма учащихся к учебной и физической нагрузкам. М.:Просвещение. 2002.
- 2.[www.search.re.uz](http://www.search.re.uz) -система поиска информации Узбекистана.
- 3.[www.ictcountcil.gov.ru](http://www.ictcountcil.gov.ru) – сайт координационного совета Кабинета Министров по развитию компьютеризации.
- 4.[www.ref.uz](http://www.ref.uz)
- 5.[www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)
- 6.[www.google.uz](http://www.google.uz)
- 7.[www.nun.uz](http://www.nun.uz)

## АННОТАЦИЯ

Возрастные особенности организма, структура и функции органов и систем. Организм – единая система. О рост и развитие человека. Связь организма с окружающей средой. Генезис и профилактика наследственных заболеваний. Своеобразие роста и развития молодого организма. Функции желез внутренней секреции. Гормоны как важные биостимуляторы и регуляторы. Гуморальное управление функциями тканей, органов и организма, значение нервной системы в жизнедеятельности. Значение здорового образа жизни во всестороннем развитии личности. Роль семьи в защите здоровья детей. Значение питания, суточного режима и других факторов в воспитании здорового организма. Значение гигиены в воспитании здорового телом и духом организма. Требования к личной гигиене и нормы гигиены.

Учебный предмет Возрастная физиология и гигиена рассчитана на все направления бакалавриата. При составлении программы были предусмотрены и приняты к ведению значимость достаточного овладения студентами знаний по возрастной физиологии и гигиене, а также была учтена нагрузка в учебной программе отведенная на данный предмет. В программе в основном было уделено внимание значению предоставления знаний студентам по возрастным особенностям детей и подростков, их физиологическим, закономерностям роста и развития, воздействия внешней среды на организм, губительное влияние наркомании, подготовки подростков к семейной жизни, их санитарно-гигиенической стороне.

На лабораторных и практических занятиях рассчитано предоставление знаний по оценке состояния лабораторий, кабинетов, уроков и расписания занятий со стороны гигиенического и физиологического воспитания.

Студенты по предмету Возрастная физиология и гигиена должны знать следующее:

- Организм единое целое;
- Взаимосвязь организма и окружающей среды;
- Гигиеническое состояние учебно-воспитательной работы в академических лицах и колледжах;
- Защита здоровья детей и подростков, повышение работоспособности;
- Формирование у детей и подростков здорового образа жизни.

Знания полученные по Возрастной физиология и гигиене будут основой в будущем учебно-воспитательном процессе в академических лицах и колледжах.

На предмете Возрастная физиология и гигиена используются новейшие педагогические и инновационные технологии, цветные плакаты, электронные учебники и атласы, а так же компьютерные лаборатории.