

Г.Г. Сушко

КУРС ЛЕКЦИЙ ПО ВОЗРАСТНОЙ ФИЗИОЛОГИИ И  
ШКОЛЬНОЙ ГИГИЕНЕ

Репозиторий ВГУ

УДК 612.6+613.9(075.8)

*Автор:*

**Г.Г. Сушко** – кандидат биологических наук, доцент кафедры анатомии, физиологии и валеологии человека Витебского государственного университета им. П.М. Машерова

*Рецензент:*

**И.М. Прищеп** – доктор биологических наук, профессор, зав. кафедрой анатомии, физиологии и валеологии человека Витебского государственного университета им. П.М. Машерова

Курс лекций по «Возрастной физиологии и школьной гигиене» предназначен для студентов небиологических специальностей. Возрастная физиология изучает процессы становления и развития физиологических функций организма в онтогенезе, их особенности на каждом возрастном этапе. Школьная гигиена изучает взаимоотношения организма школьника с окружающей средой. В связи с этим и разрабатываются гигиенические нормативы и требования, направленные на гармоническое развитие и увеличение функциональных возможностей ребёнка, а также на рационализацию процесса обучения, проведение профилактики заболеваний.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Лекция 1. Введение. Закономерности роста и развития организма

Лекция 2. Физиология и гигиена опорно-двигательного аппарата

Лекция 3. Внутренняя среда организма. Состав и свойства крови

Лекция 4. Физиология и гигиена сердечно-сосудистой системы

**Лекция 5. Физиология и гигиена органов дыхания**

Лекция 6. Физиология и гигиена пищеварительной системы. Обмен веществ и энергии

Лекция 7. Физиология и гигиена выделительной системы

Лекция 8. Физиология и гигиена половой системы

Лекция 9. Физиология и гигиена эндокринной системы

Лекция 10. Физиология нервной системы

Лекция 11. Физиология и гигиена анализаторов

Лекция 12. Высшая нервная деятельность. Гигиена умственного труда школьников

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Рекомендуемая литература

## Введение. Закономерности роста и развития организма

**Возрастная физиология** – наука о жизнедеятельности организма и отдельных его частей (клеток, тканей, органов, функциональных систем) в возрастном аспекте. Объектом изучения является организм человека на различных стадиях его индивидуального развития. Возрастной физиологией рассматриваются функциональные процессы организма человека в разные периоды жизни.

Гигиена – наука об охране и укреплении здоровья человека. Естественной базой гигиены служат анатомия и физиология человека. **Возрастная периодизация.** Онтогенез – процесс индивидуального развития организма от момента его оплодотворения до смерти. В основе онтогенеза лежит цепь строго определённых последовательных биохимических, физиологических и морфологических изменений для каждого из периодов индивидуального развития организма.

В индивидуальном развитии человека различают два периода внутриутробный и внеутробный. В течение внутриутробного периода происходит формирование органов и частей тела, свойственных человеку. Данный период делится на эмбриональную фазу (первые 8 недель), когда происходит начальное развитие зародыша и закладка органов, и фетальную фазу (3-9 месяцев), в течение которой идет дальнейшее развитие плода. Внеутробный период – это период, когда новая особь продолжает свое развитие вне тела матери. Он длится от момента рождения до смерти.

После рождения внеутробный период жизни человека делится по возрастам с учётом морфологических и функциональных особенностей:

1. новорожденный – 1 – 10 дней;
2. грудной возраст – 10 дней – 1 год;
3. раннее детство – 1 – 3 года;
4. первое детство – 4 – 7 лет;
5. второе детство – 8 – 12 лет мальчики, 8 – 11 лет девочки;
6. подростковый возраст – 13 – 16 лет мальчики, 12 – 15 лет девочки;
7. юношеский возраст – 17 – 21 год юноши, 16 – 20 лет девушки;
8. зрелый возраст (1 период) – 22 – 35 лет мужчины, 21 – 35 лет женщины;
9. зрелый возраст (2 период) – 36 – 60 лет мужчины, 36 – 55 лет женщины;
10. пожилой возраст – 61 – 74 мужчины, 56 - 74 женщины;
11. старческий возраст – 75 – 90 лет мужчины и женщины;
12. долгожители – 90 лет и более.

**Особенности развития организма в различные периоды.** Каждый возрастной период характеризуется морфофункциональными особенностями. Так, у новорожденного ребенка голова округлая, большая (1/4 всей длины тела, у

взрослого – 1/8) и окружность её составляет 34-36 см. Шея и грудь короткие, живот длинный, ноги короткие, руки длинные. Мускулатура развита слабо.

*Грудной период* характеризуется усиленным ростом и развитием органов и систем. За год длина тела ребёнка увеличивается в среднем на 25 см, вес достигает 10-11 кг.

В *период раннего детства* рост замедляется: увеличение массы и длины тела происходит гораздо медленнее, чем на первом году. Все органы ребёнка в этом периоде развиваются и укрепляются мышцы и скелет.

В *период первого детства* рост в длину превалирует над увеличением массы тела. Рост детей на 4-м и 5-м году жизни несколько замедляется и равен в среднем 4-6 см в год; на 6-м и 7-м году жизни прибавка в росте значительно возрастает – до 8-10 см. Это первый период вытягивания, который связан с функциональными изменениями в эндокринной системе. К 5-му году значительно развивается мускулатура, особенно на ногах, мышцы становятся сильнее, работоспособность их увеличивается.

В *периоде второго детства* вновь преобладает рост в ширину, однако, в это время начинается половое созревание, а к концу периода усиливается рост тела в длину, темпы которого больше у девочек. В 10 лет происходит первый перекрест – длина и масса тела девочек превышает таковую мальчиков. Усиленно развивается мышечная система, однако у детей этого возраста мышцы спины ещё слабы и не могут долго поддерживать тело в вертикальном положении, что может привести к плохой осанке и искривлению позвоночника. Увеличивается концентрация половых гормонов, что обеспечивает соответствующие анатомо-физиологические отличия в развитии мальчиков и девочек.

В *подростковом периоде* происходит половое созревание, сопровождающееся ускоренным физическим развитием. Условно в подростковом возрасте выделяют собственно подростковый возраст (у девочек с 12 до 16 и у мальчиков с 13 до 17 лет) и юношеский (у девочек от 16, у мальчиков от 17 лет).

В физиологическом отношении подростковый возраст обусловлен увеличением выработки гормонов, основные из которых гормон роста, половые гормоны, гормоны щитовидной железы, инсулин. Половое созревание начинается с проявления вторичных половых признаков, у девочек оно наступает примерно на 2 года раньше, чем у мальчиков. Параллельно с половым созреванием происходит интенсивный рост тела в длину, пик его скорости в среднем приходится на 12 лет и достигает 9 см в год. В 15-16 лет наступает постепенная остановка роста. У мальчиков наибольшая скорость роста приходится на 14 лет и достигает 10-12 см в год. В 18-20 лет отмечается постепенная остановка роста.

Как у мальчиков, так и у девочек одновременно с увеличением роста нарастает вес тела, в среднем до 3-5 кг в год. У подростков быстро растут и развиваются все части тела, ткани и органы. Темпы роста неодинаковы. Неравномерность роста отдельных частей тела вызывает временное нарушение

координации движений – появляются неуклюжесть, неповоротливость, угловатость. В этот период нужно внимательно следить за осанкой подростка.

*Зрелый возраст* разделяют на два периода. Первый период (у мужчин 22-35 лет, у женщин 21-35 лет) отмечается прекращением роста и устойчивостью функциональных отправления, достигающих оптимального развития. Форма и строение тела изменяются мало, отмечается некоторое возрастание массы скелета за счёт отложения новых слоёв костного вещества на поверхностях костей. Максимум проявления большинства функций приходится обычно на возраст 20-25 лет, после чего начинается постепенное снижение интенсивности их проявления. В 20-25 лет наблюдается идеальная и должная для этого человека масса тела. Обычно стабильная масса тела сохраняется до 40-46 лет.

Во втором периоде (у мужчин 36-60 лет, у женщин 36-55 лет), происходит постепенная нейроэндокринная перестройка, угасает функция половых желез (климакс). Климакс сопровождается значительными изменениями физиологических функций (уменьшается концентрация в крови гормонов половых желез, снижаются функции щитовидной железы, тимуса, надпочечников). По мере старения эти первичные изменения ведут к вторичным: атрофия покровов, вялость, дряблость, морщинистость кожи, поседение и выпадение волос, сокращение объёма и тонуса мускулатуры, ограничение подвижности в суставах. Пропорции тела остаются постоянными, но к концу этого периода начинают уменьшаться.

*Пожилый и старческий возраст* характеризуется: изменением энергетических процессов в клетке; уменьшается активность дыхательных ферментов. Значительно изменяется регуляция функций органов и систем. С возрастом изменяются приспособительные возможности сердечно-сосудистой системы, что выражается в снижении частоты сердечного ритма в состоянии покоя у людей пожилого и старческого возраста.

Следует отметить, что возрастное развитие происходит по заложенной в генотипе программе. Каждому ребенку присуща своя индивидуальная траектория развития в рамках данной программы, реализация которой может различаться по времени. Дети с замедленным темпом биологического развития – ретарданты – имеют более низкий для данного возраста уровень физического развития, у них более выражено напряжение сердечно-сосудистой и центральной нервной систем, более высокий уровень основного обмена. Основными причинами этого явления могут быть нарушения во внутриутробном периоде, родовые травмы, неблагоприятные социальные условия, перенесенные болезни и т.д. В течение последних 100-150 лет установлено и другое явление – акселерация, которая выражается в ускорении морфофункционального развития и созревания всего организма детей и подростков. У мужчин акселерация выражена в большей степени. Так, масса тела новорожденных детей возросла в среднем на 100-300 г, годовалых детей – на 1500-2000 г, а длина их тела – на 5 см. Длина тела детей в период второго детства и в подростковом возрасте увеличилась на 10-15 см, а взрослых мужчин – на 6-8 см. Сократился период увеличения длины

тела человека – в конце прошлого века рост продолжался до 23-26 лет, в настоящее время у мужчин – до 18-19, у женщин – до 16-17 лет.

В онтогенезе человека существуют *критические периоды*. Они характеризуются особой чувствительностью организма к различным воздействиям окружающей среды. Это отмечено во время раннего эмбриогенеза (первые дни и недели развития зародыша), при формировании того или иного органа. Во внеутробном развитии – это периоды новорожденности и полового созревания.

Примером отрицательного влияния на эмбриональное развитие является повреждающее действие никотина, алкоголя, антибиотиков. Это действие может вызвать внутриутробную гибель плода. Значительная часть нарушений и пороков развития является наследственной и передается от предыдущих поколений.

**Организм человека – как единое целое.** Структурной единицей организма человека, как и любого живого существа, является клетка. В основе жизнедеятельности организма лежат такие важные функции клеток, как обмен веществ, рост, развитие, движение, раздражимость, размножение. Кроме того, клетка является хранителем генетической информации. Клетки, сходные по строению, имеющие общее происхождение и выполняющие одинаковые функции, объединяются в ткани. Из тканей состоят органы, образующие системы органов. Последние интегрируются в целостный организм. Организм един и может существовать только благодаря своей целостности. Целостность организма обеспечивается нейро-гуморальной регуляцией его функций. *Нервная регуляция* осуществляется нервной системой. *Гуморальная регуляция* обеспечивается биологически активными веществами – гормонами, которые содержатся в крови, тканевой жидкости и лимфе.

*Строение и химический состав клеток.* Основные компоненты клетки – ядро, цитоплазма, с расположенными в ней органоидами, клеточная мембрана. В клетках живых организмов обнаружено около 90 элементов Периодической системы Д. И. Менделеева. Они подразделяются на три группы: макроэлементы (кислород, углерод, водород, азот, составляющие в сумме 98 % содержимого клетки), микроэлементы (магний, натрий, железо, калий, кальций, сера, фосфор, хлор; на их долю приходится 1,9%) и ультрамикроэлементы (цинк, медь, йод, фтор, бром, золото, серебро, алюминий и другие – менее 0,1 %). Все эти элементы входят в состав органических и неорганических веществ живого организма. Неорганические вещества в клетке представлены водой и минеральными солями. Содержание *воды* в организме колеблется в пределах 40-95 %, неодинаково в различных тканях и зависит от физиологической активности клетки. Органические вещества представлены углеводами, жирами и белками.

*Классификация и функции тканей.* По выполняемым функциям ткани подразделяют на четыре группы: эпителиальные, соединительные, мышечные и нервные.

*Соединительные ткани.* К собственно соединительным тканям относятся рыхлая волокнистая и плотная волокнистая неоформленная и оформленная. Кроме того, выделяют ткани со специальными свойствами (ретикулярная и жировая), твердые скелетные (костная, хрящевая), и жидкие (кровь и лимфа). Их

основные функции: защитная, опорная, запасаящая. Особым видом соединительной ткани является кровь, межклеточным веществом которой служит плазма, а клеточными компонентами – эритроциты, лейкоциты и тромбоциты. Одни соединительные ткани выполняют опорную и механическую функции (плотная волокнистая ткань, хрящ, кость), другие – трофическую, иммунную (фагоцитоз и выработка антител) функции (рыхлая волокнистая и ретикулярная ткани, кровь, лимфа), а так же транспортную и дыхательную функции (кровь и лимфа).

*Мышечные ткани.* Основным свойством мышечной ткани является способность к сокращению, которая осуществляется за счет сократимых белков (актина и миозина). Различают поперечно-полосатую и гладкую мышечные ткани. *Поперечнополосатые мышечные ткани* образуют скелетную мускулатуру. Они состоят из мышечных волокон, длина которых может составлять от нескольких миллиметров до 10-12 см. Каждое волокно содержит цитоплазму с многочисленными овальными ядрами и миофибриллами. В функциональном отношении они относятся к произвольным мышцам, т. е. сокращаются по воле человека. *Гладкие мышечные ткани* образуют мускулатуру внутренних органов (стенки сосудов, кишечника, бронхов, мочевого пузыря, мочеточников и т. д.). Это веретенообразные клетки, в цитоплазме которых имеются одно палочковидное ядро и миофибриллы. Гладкие мышцы сокращаются произвольно, для них характерны длительные тонические сокращения и относительно медленные движения. После растяжения они долго сохраняют длину которую получили.

*Нервная ткань.* Благодаря нервной ткани происходит восприятие поступающей в организм информации и обеспечение реакции на него всего организма. Основные ее свойства – раздражимость (способность переходить из состояния покоя в активное физиологическое состояние) и возбудимость (способность отвечать на раздражение). Данные свойства связаны со способностью клеток нервной, а так же мышечной и железистой, тканей вырабатывать и передавать биоэлектрические потенциалы. Трансмембранная разность потенциалов, существующая между цитоплазмой и окружающим клетку наружным раствором называют *потенциалом покоя*. При действии раздражителя возникает быстрое колебание мембранного потенциала – *потенциал действия*, который возникает в месте раздражения. Распространение потенциалов действий по нервным волокнам обеспечивает передачу информации в нервной системе.

Нервная ткань образована особыми клетками – нейронами и расположенными между ними клетками нейроглии, выполняющими питательную, опорную и защитную функции. *Нейрон* состоит из тела и цитоплазматических отростков (дендритов и аксонов). Передача нервного импульса от одного нейрона к другому осуществляется посредством межклеточных контактов, образованных отростками нейронов, которые называются синапсы. Импульс поступает по пресинаптическому окончанию, которое ограничено пресинаптической мембраной и воспринимается постсинаптической мембраной. Между мембранами расположена синаптическая щель. В пресинаптическом окончании находится множество пузырьков, содержащих медиаторы – физиологиче-

ски активные вещества (адреналин, ацетилхолин и др.). Нервный импульс, поступающий в пресинаптическое окончание, вызывает освобождение в синаптическую щель медиатора, который действует на постсинаптическую мембрану, вызывая образование нервного импульса в постсинаптической части.

*Эпителиальные ткани* образуют наружные покровы тела и выстилают многие полости внутренних органов (слизистая оболочка внутренних органов, кожный эпителий, железы внешней и внутренней секреции). Выполняют защитную, выделительную и секреторную функции.

В них клетки плотно прилегают друг к другу, поэтому межклеточного вещества очень мало. Такое строение ткани затрудняет проникновение в организм микробов, вредных веществ. Часто клетки эпителиальной ткани располагаются многочисленными слоями, надежно защищая расположенные под ними органы. Сами же эпителиальные клетки, подвергаясь вредным воздействиям, в большинстве случаев погибают. В связи с этим они способны к быстрому размножению. Наглядным примером могут служить поверхностные клетки кожи: они постепенно отмирают, слущиваются и заменяются новыми за счет размножения клеток более глубокого слоя.

## Лекция 2

### **Физиология и гигиена опорно-двигательного аппарата**

**Функции опорно-двигательной системы.** Опорно-двигательный аппарат объединяет скелет и поперечнополосатые (скелетные) мышцы и представляет одну из важнейших систем человеческого организма. Он выполняет опорную и защитную функции и играет решающую роль в движении.

Скелет состоит из костей и связывающих их образований. В организме человека насчитывается свыше 200 костей, которые составляют до 18 % массы тела у мужчин и 16 % – у женщин. На долю мышц соответственно приходится 36% у мужчин и 42% у женщин, а у мужчин-спортсменов иногда до 50%. В теле человека насчитывается около 400 мышц.

Скелет имеет опорное значение, образуя структурную основу тела и определяя его размер и форму. Скелет является также пассивным органом движения, так как к нему прикрепляются мышцы. Кроме того, кости скелета представляют депо солей кальция, фосфора и других элементов и участвуют в минеральном обмене. Внутри многих костей содержится красный костный мозг, где образуются форменные элементы крови. Некоторые части скелета (череп, грудная клетка, таз) служат вместилищем и защитой жизненно важных органов – мозга, легких, сердца и т. д. Мышцы являются активной частью опорно-двигательного аппарата. К опорной функции мышц относится защита внутренних органов, которая осуществляется мышцами, окружающими полости тела.

**Свойства, состав, и строение костей.** Кости обладают прочностью, упру-

гостью и легкостью. Ткань, образующая кость, является разновидностью соединительной ткани. Она представлена костными клетками и минерализованным межклеточным веществом. Костные клетки бывают трех типов: остециты, остеобласты и остеокласты. *Остециты* замурованы в межклеточном веществе, контактируют друг с другом островками и обеспечивают обмен веществ в ткани. *Остеобласты* находятся в зонах костеобразования и обеспечивают рост кости в толщину и ее срастание при переломе. *Остеокласты* (клетки разрушители) участвуют в рассасывании кости. Совместное действие всех типов клеток обеспечивает перестройку кости при росте и изменении функциональной нагрузки. Минеральный компонент кости образован солями кальция, которые придают костям твердость. Эластичность костей обеспечивается органическими веществами (оссеин, оссеомукоид),

Все кости, за исключением мест их сочленения, покрыты *надкостницей*. Это тонкая соединительнотканная оболочка, богатая нервами и сосудами, проникающими в кость через особые отверстия. Через надкостницу осуществляются питание и иннервация кости. К надкостнице прикрепляются сухожильные связки, мышцы. На ее внутренней поверхности находятся остеобласты. Под надкостницей располагается слой компактного вещества, состоящий из пластинок костной ткани (трабекул) плотно лежащих по отношению друг к другу. Глубже расположен слой губчатого вещества, которое содержит рыхло лежащие трабекулы. Причем, пластинки губчатого вещества находятся в направлениях наибольшего растяжения и сжатия костей, а компактное вещество преобладает в костях, которые выполняют функцию опоры и движения.

По форме кости бывают длинные и короткие с полостью внутри (трубчатые), плоские (широкие), губчатые и смешанные. В трубчатых костях различают среднюю часть – диафиз и два конца – эпифизы. Диафизы образованы компактным веществом, а эпифизы – губчатым. Внутри диафиза в полости находится желтый костный мозг, а в ячейках губчатого вещества и в плоских костях – красный костный мозг. Примерами плоских костей могут служить кости черепа, лопатки, губчатых – ребра, трубчатых – кости плеча, голени, коротких – кости запястья, смешанных – позвонки.

Различают два типа соединения костей: непрерывное и прерывное. Непрерывное соединение осуществляется посредством костной (кости таза), хрящевой (позвонки) и соединительной (большинство костей черепа) тканей. Прерывное соединение осуществляется при помощи суставов. В состав сустава входят суставные поверхности сочленяющихся костей, покрытые хрящом, суставная капсула, окружающая концы костей и суставная полость, находящаяся между костями внутри капсулы.

**Общий обзор скелета человека.** В скелете человека различают три отдела – скелет туловища, скелет конечностей и скелет головы. Скелет туловища, или осевой скелет, подразделяется на позвоночник и грудную клетку.

*Позвоночник* (скелет туловища) образован 33–34 позвонками, расположенными друг над другом, между телами которых находятся прослойки из хрящевой ткани, придающие ему гибкость и упругость. Позвоночник состоит из 7 шейных, 12 грудных, 5 поясничных, 5 крестцовых и 1-5 копчиковых по-

звонков. Каждый позвонок содержит тело и дугу, от которой отходит 7 отростков (1 остистый, отходит по средней линии от дуги, 2 поперечных, по бокам дуги, 4 суставных, отходящих по паре вверх и вниз). Крестцовые позвонки в юности срастаются в одну кость – крестец. Он имеет треугольную форму с основанием, обращенным вверх и вершиной вниз.

Между телами и дугами позвонков находятся позвоночные отверстия, образующие позвоночный канал, в котором располагается спинной мозг. Позвоночный столб имеет 4 изгиба: выпуклость вперед – шейный и поясничный лордозы и два обращенных выпуклостью назад – грудной и крестцовой кифозы. Грудная клетка состоит из 12 пар ребер, грудины и 12 грудных позвонков. Спереди к грудине прикрепляются 7 пар ребер, называемых истинными. Концы 8-10 пар при помощи хрящей соединяются не с грудиной, а с хрящом предыдущего ребра Их называют ложными. Самые короткие ребра, 11-12 пара, носят название колеблющихся. Они передними концами лежат свободно.

*Скелет конечностей.* Скелет конечностей (верхний и нижний) принято делить на скелет свободной верхней и нижней конечности и скелет пояса (плечевого, тазового), который укрепляет конечность на туловище.

Скелет плечевого пояса состоит из двух парных костей – лопатки и ключицы. Скелет свободной верхней конечности образуют плечевая кость, кости предплечья (лучевая и локтевая) и кости кисти (запястья, пясти и фаланги пальцев).

Скелет тазового пояса образован тазовой костью, которая срастается из трех костей: подвздошной, лонной (лобковой), седалищной. На месте их сращения на тазовой кости имеется углубление - вертлужная впадина, в которую входит головка бедренной кости. Седалищные и лобковые кости ограничивают запирающее отверстие, затянутое соединительнотканной мембраной. Окончательное сращение трех костей происходит у девочек в 12-15 лет, а у мальчиков - в 13-16 лет.

Скелет нижней конечности образуют бедренная кость, кости голени (большая и малая берцовые) и кости стопы (предплюсны, плюсны и фаланги пальцев).

*Скелет головы,* или череп, состоит из мозгового и лицевого отделов. Мозговой отдел (черепная коробка) защищает мозг от повреждений. Он образован неподвижно соединенными друг с другом плоскими костями: спереди – непарной лобной, сверху – парными теменными, с боковых сторон – височными и сзади – непарной затылочной костью с отверстием, через которое соединяются головной и спинной мозг. В состав лицевого отдела черепа входят нижняя и верхняя челюсти, скуловые, носовые и другие кости, которые, кроме нижней челюсти, неподвижно соединены друг с другом. Верхняя и нижняя челюсти содержат по 16 ячеек, в которых помещаются корни зубов.

**Основные группы мышц.** Мышцы представляют собой органы тела человека и животных, состоящие из поперечнополосатой мышечной ткани, способной сокращаться под влиянием нервных импульсов. Каждая мышца заключена в соединительнотканную оболочку, имеющую гладкую поверхность. При

сокращении она движется относительно соседних мышц с минимальным трением. Волокна на концах скелетной мышцы постепенно переходят в сухожилия. Сухожильные концы мышц прикрепляются чаще всего к разным костям, только мимические мышцы прикреплены одним концом к коже. Обычно при движении сокращается не одна, а целая группа мышц. Мышцы, выполняющие аналогичные функции, называются *синергистами*, а противоположные – *антагонистами*. Почти каждая мышца имеет своего антагониста (например, сгибатели – разгибатели, вращающие – поднимающие, сжимающие – разжимающие и т. д.). По форме различают длинные, короткие, широкие и круглые мышцы. По выполняемым в организме функциям выделяют мышцы головы, шеи, груди, живота, спины, поясов конечностей.

*К мышцам головы* относят затылочно-лобную, височные, мимические, жевательные и другие, *к мышцам шеи* – грудино-подъязычную, грудиноключично-сосцевидную и другие.

*К мышцам груди* принадлежат наружные и внутренние межреберные, малые и большие грудные, передние зубчатые и другие мышцы.

*Мышцы живота* представлены прямой, поперечными, косыми, внутренними и наружными косыми. Они образуют брюшной пресс, который выполняет ряд функций: участие в акте дыхания и движении позвоночника, удержание органов брюшной полости в нормальном положении.

*Мышцы верхней конечности* подразделяются на мышцы плечевого пояса (дельтовидная мышца и др.) и свободной конечности. Двуглавая мышца сгибает плечо и предплечье в плечевом и локтевом суставах, а трехглавая разгибает их в этих же суставах. На передней поверхности предплечья лежат сгибатели кисти и пальцев, на задней – разгибатели.

*Мышцы нижней конечности* образуют тазовый пояс и мышцы свободной конечности. К мышцам таза относят подвздошно-поясничную и три ягодичные, обеспечивающие сгибание и разгибание в тазобедренном суставе, а также сохранение тела в вертикальном положении. К мышцам, приводящим в движение бедро и голень, относятся четырехглавая и двуглавая. Стопу и пальцы приводит в движение ряд мышц, из которых самая крупная икроножная. Она также принимает участие в поддержании тела в вертикальном положении.

**Работа и утомление мышц.** Работа мышц связана со способностью мышечной ткани сокращаться и определяется произведением массы поднятого груза на высоту поднятия. При расслаблении мышца работу не производит. Для работы мышц необходима энергия, источником которой является АТФ, образующаяся в процессе гликолиза. Работа мышц зависит от интенсивности их кровоснабжения. Током крови в мышцы поступает глюкоза и уносятся продукты ее неполного расщепления.

Длительная работа мышц приводит к их утомлению. Утомление мышц обусловлено накоплением в них молочной кислоты, углекислоты и других продуктов распада. *Утомление* — это нормальная физиологическая реакция мышечной ткани, оно исчезает после отдыха. Впервые механизмы утомления были изучены И. М. Сеченовым в 1903 г. Он установил, что на скорость утомления влияют ритм работы и величина нагрузки. При среднем ритме работы и нагруз-

ки отмечается наиболее высокая работоспособность и медленное развитие утомления. И. М. Сеченов показал, что восстановление работоспособности утомленной правой руки происходит быстрее, если в период отдыха работать левой рукой. Это явление он назвал активным отдыхом. Неинтересная работа вызывает утомление быстрее, чем интересная.

**Возрастные особенности опорно-двигательного аппарата.** В течение индивидуальной жизни человека костная система претерпевает значительные изменения. Так, у новорожденного имеется большое количество хрящевой ткани. В течение первого года жизни кости растут медленно, от 1 до 7 лет рост ускоряется. После 11 лет вновь начинается активный рост, формируются костномозговые полости.

Химический состав костей в разные периоды жизни неодинаков. Твердость костям придают неорганические вещества (соли кальция). В пожилом возрасте их содержание возрастает, что придает костям большую хрупкость, чем другие периоды. Эластичность костей обеспечивается органическими веществами (оссеин, оссеомукоид), которых содержится больше в детском возрасте. Это может приводить при длительном лежании и ходьбе, неправильной посадке к искривлению позвоночника. Кроме того, этому способствует и то, что у детей мышцы спины слабо развиты.

Отличительной чертой детского черепа является преобладание размеров мозгового отдела над лицевым, что связано с ростом костей, прорезыванием зубов и укреплением жевательных мышц.

На крыше черепа новорожденного сохраняются остатки неокостеневшей соединительной ткани между костями в виде родничков. Всего их 6 (передний, задний, 2 клиновидных и 2 сосцевидных). Самый большой - передний, затем - задний. Передний - находится в месте схождения стреловидного шва с венечным, имеет форму ромба и окостеневаает к 1,5 годам. Задний родничок находится у заднего конца стреловидного шва и окостеневаает к 2 месяцам.

Все кости черепа срастаются к 13 годам. Индивидуальные черты лица формируются в период полового созревания. Благодаря отложению костного вещества, с возрастом кости лицевого черепа приобретают большую массивность. В зрелом возрасте начинается окостенение швов черепа. В старческом возрасте его кости становятся тоньше и легче, а за счет выпадения зубов и атрофии альвеолярного края челюстей лицо укорачивается и нижняя челюсть выдвигается вперед.

У новорожденного позвоночный столб прямой, за исключением небольшой крестцовой кривизны. Первый изгиб позвоночника, шейный лордоз, появляется у ребенка в грудном возрасте, когда он начинает держать головку. Грудной кифоз возникает в возрасте 6 месяцев, поясничный лордоз и крестцовый кифоз появляются с первыми пробами стояния и ходьбы, т.е. к концу первого года. На первых порах изгибы позвоночника не прочны: грудной и шейный окончательно формируются, как правило, к 6-7 годам, поясничный - к 12 годам.

Процесс окостенения верхних конечностей совершается неравномерно в

различные возрастные периоды и длится, начиная с 1 года, до 18-20 лет, а иногда и до 25 лет. У девушек процесс окостенения завершается на 2 года быстрее.

У семилетних детей начинается сращение костей таза, которое заканчивается к 18-21 году. Начиная с десятилетнего возраста у девочек таз становится шире. Это важный период в физическом развитии девочек, потому что от того, насколько правильно срастутся кости таза, будет зависеть ход родов.

Во время роста увеличение массы тела происходит в основном за счет возрастания объема и массы скелетной мускулатуры. Рост мышечного волокна в толщину наблюдается до 30-35 лет. После 50 лет начинается атрофия волокон, и как следствие, снижение массы мышц.

Возрастной особенностью мышц является неравномерность роста волокон в мышцах живота, спины, таза, голени. К концу первого года наиболее интенсивно развиваются мышцы спины и конечностей, что связано со стремлением ребенка ходить и ползать. У младших школьников, например, особенно интенсивно растут мышцы, обеспечивающие вертикальное положение тела, движение пальцев, а глубокие мышцы спины и живота развиты слабо. Вследствие этого, детям младшего школьного возраста противопоказаны статические усилия. Прирост силы рук происходит постепенно, но особенно увеличивается с 10 лет.

**Физическое развитие.** Физическое развитие – это долговременные изменения морфологических и функциональных признаков в процессе роста организма и под влиянием факторов, способствующих улучшению его состояния (питание, физическое воспитание и т.д.). Длина тела и его масса являются интегральными показателями, позволяющими судить о физическом развитии человека. Рост человека продолжается в течение первых 20 лет его жизни. Как правило, увеличение длины тела у мужчин заканчивается в возрасте 18-20 лет, у женщин – 16-18 лет. В дальнейшем до 60-65 лет длина тела не изменяется, а после этого в связи с укорочением (уплощением) межпозвоночных дисков, изменением осанки тела и уплощением сводов стопы длина тела уменьшается примерно на 1-1,5 мм в год.

Уровень физического развития зависит от врождённых задатков и сложного комплекса социальных, экономических, гигиенических и других условий окружающей среды.

*Конституция человека* – совокупность индивидуальных, относительно устойчивых особенностей человека. Строение, функциональные особенности организма у различных людей во многом сходны.

Различают следующие типы конституции: астенический, гиперстенический и нормостенический. Астеническому типу характерны вытянутая и уплощенная грудная клетка, длинная шея, тонкие и длинные конечности, часто высокий рост. Нормостенический тип отличается хорошим развитием костной и мышечной ткани, пропорциональным сложением. При гиперстеническом типе рост относительно низкий, грудная клетка округлая, шея короткая, имеет склонность к ожирению.

Интерес к типам конституции обусловлен их связью с различной реакцией на одни и те же болезнетворные факторы. По диспропорциональности строения

тела можно судить о нарушениях ростовых процессов и причинах, их вызывающих (эндокринных, генетических и др.). Люди с гиперстеническим типом более предрасположены к болезням обмена веществ, атеросклерозу, заболеваниям желчных путей, но реже страдают инфекционными заболеваниями и туберкулезом. Люди нормостенического телосложения чаще болеют ревматизмом, язвой, гастритом с повышенной кислотностью. Астеники чаще страдают гастритом с пониженной кислотностью гипотонией.

**Гигиена опорно-двигательного аппарата.** С первого дня учебы в школе, детям приходится приспосабливаться к новым нагрузкам, новым условиям. Образ жизни ребенка, его привычки накладывают отпечаток на форму позвоночника, осанку. *Осанка* – непринужденная поза стоящего человека, зависит от взаиморасположения отдельных частей тела, от общего центра тяжести тела, и его особенностей, скелета (имеются в виду изгибы позвоночного столба), формы грудной клетки, состояния мышечной системы и суставно-связанного аппарата. Различают, в зависимости от выраженности изгибов позвоночника, несколько типов осанки: нормальная (умеренно выраженная изогнутость всех отделов позвоночника), выпрямленная (слабо выраженная изогнутость), сутуловатая (резко выраженная изогнутость в грудном отделе), лордотическая осанка (сильно выраженная изогнутость в поясничном отделе), кифотическая (усиление грудного кифоза, вследствие чрезмерной изогнутости одновременно в шейном и поясничном отдела позвоночника). Боковые искривления позвоночного столба влево или вправо от вертикальной линии формируют сколиотическую осанку, характеризующуюся ассиметричным положением туловища, в частности, плеч и лопаток. Одна из причин сколиоза – слабость мышц на стороне выпуклости позвоночника как следствие длительного неправильного положения при сидении, ношение тяжести в одной руке.

Сколиозы, как правило, носят функциональный характер, не зависимо от степени выраженности. Они могут влиять на кровообращение и дыхание. Доказано, что осанка изменяется в процессе целенаправленного развития недоразвитых мышц, что способствует ее исправлению и предупреждению.

Важной задачей физического воспитания школьников является выработка правильной осанки. Она имеет большое значение потому, что для всех внутренних органов создаются наиболее благоприятные условия работы, а движения наиболее естественны, рациональны, экономичны. Для предотвращения нарушения осанки следует соблюдать ряд гигиенических правил. Вести постоянный контроль за соблюдением правильной позы во время еды, сна, во время учебных занятий, заниматься физическими упражнениями. Доказано, что во время учебных занятий наиболее целесообразна прямая посадка с легким наклоном вперед, расстояние от глаз до тетради должно быть примерно равно длине предплечья и кисти. Высота сидения должна быть равна длине голени + 2-3 см на каблук. Оно обязательно должно иметь спинку.

При переносе груза необходимо распределять тяжесть на весь опорно-двигательный аппарат, поднимать груз – с прямой спиной, избегая прогибов позвоночника, так как при этом неравномерной окажется нагрузка на межпозвоночные диски.

*Форма грудной клетки* в норме бывает конической, цилиндрической, уплощенной, и объем грудной клетки, как увеличение ее возможностей, зависит от физических упражнений.

*Форму ног* определяют как нормальную, Х-образную, 0-образную. Здесь наблюдается прямая зависимость от перенесенных заболеваний, авитаминоза (в детстве), недостаточности развития мышц или чрезмерности физических нагрузок. Витамин D (кальциферол) называют *антирахитическим*, так как его гиповитаминоз у детей первого года жизни выражается рахитом, последствия которого проявляются у детей старшего возраста: Х- или 0-образные ноги. Избыточное количество витамина D в организме ребенка снижает аппетит, повышает содержание кальция, а затем фосфора в крови. Начинается преждевременное окостенение эпифизов костей, что влияет на рост тела в длину.

*Форма стоп* также бывает: нормальной, уплощенной и плоской. Свод стопы, осуществляя роль амортизатора, предохраняет внутренние органы, спинной и головной мозг от излишних сотрясений при ходьбе, прыжках и вынужденных переносах тяжести. Деформация стоп, характеризующаяся стойким опущением их сводов, называется *плоскостопием*. Различают продольное (опущен внутренний свод) и поперечное (опущен свод между головками плюсневых костей). Плоскостопие не является противопоказанием к физическим нагрузкам, но существуют некоторые ограничения, связанные с поднятием тяжестей и многократных упражнений прыжкового характера, вызывающих боль в своде стопы. Причинами плоскостопия в детском возрасте могут быть обувь на высоких каблуках и спортивная обувь.

*Окружность грудной клетки* измеряется в трех состояниях (при максимальном входе, во время паузы и при максимальном выдохе), разница между вдохом и выдохом называется экскурсией грудной клетки. Средняя величина составляет 5-7 см (у спортсменов 10-12 см и более).

Современные успехи физиологии, биологии и других дисциплин позволили объективно оценить влияние физических упражнений на организм человека. Мышечная работа ускоряет обмен веществ, и жиры при этом в буквальном смысле слова «сгорают». Физические упражнения повышают окислительно-восстановительные процессы в организме, увеличивают использование кислорода тканями, снижают содержание холестерина и жировых веществ, что препятствует развитию атеросклероза, улучшает функции сердечно-сосудистой системы.

### Лекция 3

#### Внутренняя среда организма. Состав и свойства крови

Внутреннюю среду организма составляют тканевая жидкость, лимфа и кровь. Благодаря им в организме поддерживаются на относительно постоянном уровне температура тела, величина артериального давления, частота дыхания, содержание ионов натрия, калия, кальция, хлора, водорода, белков, сахара и

других веществ. Способность сохранять постоянство внутренней среды получила название *гомеостаза*. В сохранении параметров внутренней среды важная роль принадлежит нервным и эндокринным механизмам.

*Тканевая жидкость* заполняет пространства между кровеносными капиллярами и клетками тканей. Она характеризуется специфичным составом для отдельных органов, почти лишена белков. Ее объем у человека составляет до 26,5 % массы тела. Тканевая жидкость обеспечивает переход аминокислот, глюкозы, гормонов, жиров, кислорода и других биологически активных веществ из крови в клетки тканей и удаление углекислого газа и других продуктов распада. Оттекая от органов в лимфатические сосуды, тканевая жидкость превращается в лимфу.

*Лимфа* это жидкость, циркулирующая по лимфатической системе человека. По составу солей она близка плазме крови, характеризуется низким содержанием белков. Циркулируя по лимфатическим сосудам, лимфа способствует возвращению белков из межклеточных пространств в кровь, перераспределению воды и поддержанию нормального обмена в тканях, удалению продуктов жизнедеятельности. В лимфатические сосуды кишечника поступают многие питательные вещества, в частности жиры. Нарушение лимфооттока ведет к нарушению обмена веществ в тканях, возникновению отеков. Лимфатическая система обеспечивает реакции иммунитета организма. Вместе с лимфой могут распространяться болезнетворные микробы и раковые клетки.

Лимфа медленно движется по лимфатическим сосудам, по ходу которых располагаются лимфатические узлы, в которых происходит размножение лимфоцитов. Благодаря лимфоцитам путем фагоцитоза происходит уничтожение микробов, чужеродных веществ и образование антител.

Лимфатические узлы располагаются группами. Наибольшие их скопления наблюдаются в подчелюстной, подмышечной, локтевой, подколенной и паховой областях. Много лимфоузлов на шее, в грудной и брюшной полостях и в полости таза. При воспалительных процессах они увеличиваются, становятся плотными и могут легко прощупываться.

**Состав и функции крови.** *Кровь* является важнейшим компонентом внутренней среды организма. У взрослого человека ее количество составляет 7-8% массы тела (5-6 л), у младенца – 10-20%, что связано с более интенсивными обменными процессами. У детей, начиная с семилетнего возраста, количество крови держится, как и у взрослых, на уровне 7% от массы тела. Кровь циркулирует по сосудам, но часть ее (до 40 %) находится в кровяных депо (селезенка, печень, легкие, кожа и др.). Выход крови из депо происходит при мышечной работе, кровопотерях, понижении атмосферного давления. За счет движения крови поддерживается непрерывная циркуляция жидкостей внутренней среды организма.

Кровь на 55-60 % состоит из плазмы и на 40-45 % – из форменных элементов (эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов). Она имеет слабощелочную реакцию. Для артериальной крови рН составляет 7,4, рН венозной, вследствие содержания углекислоты, равно 7,35. Удельный вес плазмы у детей ниже, чем у взрослых, а вязкость крови выше.

Плазма крови содержит воду (90-92%), минеральные соли (0,9%), белки (6,6-8%), жиры (0,8%), углеводы (0,12%), ферменты, антитела и другие вещества. Основными белками плазмы являются альбумины (около 4,5% от общего количества белков), глобулины (2-5%), фибриноген (0,2-0,4%). Они обеспечивают вязкость плазмы, поддерживают рН крови, препятствуют оседанию эритроцитов, участвуют в поддержании иммунитета и свертывании крови, служат переносчиками ряда гормонов, минеральных веществ, липидов, холестерина. Состав солей плазмы близок к составу морской воды.

*Эритроциты*, или *красные кровяные клетки*. Это мелкие (7-8 мкм в диаметре) безъядерные клетки, имеющие форму двояковогнутого диска. Отсутствие ядра позволяет эритроциту вмещать большое количество гемоглобина, а форма способствует увеличению его поверхности. В 1 мкл крови взрослого человека насчитывается 4,5-6 млн эритроцитов, у детей младшего школьного возраста – 5-6 млн. Количество эритроцитов в крови непостоянно. Оно увеличивается при подъеме в высоту, больших потерях воды и т. д. Увеличение их числа называют эритроцитозом (эритремией), а уменьшение – эритропенией (анемией). Образуются эритроциты в красном костном мозге, а разрушаются в селезенке и печени. Длительность жизни эритроцитов человека составляет около 120 дней.

*Гемоглобин (Hb)* – красный железосодержащий пигмент, состоящий из двух частей: белка глобина и гема, содержащего железо. В легочных капиллярах гемоглобин, соединяясь с кислородом, образует оксигемоглобин (HbO<sub>2</sub>), присутствующий в артериальной крови. В капиллярах тканей оксигемоглобин распадается с освобождением кислорода, образуя восстановленный гемоглобин (HbH). При соединении с углекислым газом, в венозной крови, образуется карбогемоглобин (HbCO<sub>2</sub>).

Количество гемоглобина является показателем состояния здоровья. В норме у мужчин в крови содержится 130-160 г/л гемоглобина, у женщин – около 130 г/л. У ребенка младшего школьного возраста содержится 80-81% гемоглобина, у взрослых – 85%. При понижении содержания гемоглобина в крови возникает болезнь – малокровие (анемия). Ее причиной могут быть кровотечения, повышенное кроворазрушение, гельминтозы, недостаток железа и витамина B12. При любой форме анемии возникает кислородное голодание. Чем младше ребенок, тем легче у него развивается малокровие, что объясняется более слабой функцией кроветворных органов и недостаточным поступлением кислорода из-за возрастных особенностей дыхательных путей. Взрослые и дети, страдающие анемией быстрее утомляются, отличаются бледностью кожи, одышкой, рассеянностью внимания.

В организме, помимо гемоглобина, в скелетных мышцах содержится миоглобин, который может присоединять до 14 % кислорода, находящегося в тканях. Это резерв на случай дефицита кислорода при интенсивной мышечной работе. Кроме того, известны патологические соединения гемоглобина. Это соединение с угарным газом – карбоксигемоглобин (HbCO) и метгемоглобин (HbOH), возникающий при попадании в кровь сильных окислителей (анилин, перманганат калия). Присоединение угарного газа к гемоглобину происходит в

300 раз быстрее, чем кислород. Карбоксигемоглобин соединение более прочное, чем оксигемоглобин. Отравление угарным газом опасно для жизни. Первая помощь при таком отравлении заключается в обеспечении доступа чистого воздуха в легкие.

При отстаивании крови с добавлением веществ, препятствующих свертыванию, наблюдается оседание эритроцитов. Величина скорости оседания эритроцитов (СОЭ) зависит от свойств плазмы, в первую очередь от содержания в ней белков глобулинов и фибриногена. Концентрация последних возрастает при воспалительных процессах, беременности. В норме СОЭ составляет у мужчин 1-10 мм/ч, у женщин 2-15 мм/ч. При беременности она увеличивается до 40-50 мм/ч.

*Лейкоциты.* Лейкоцитами называют бесцветные клетки крови. По особенностям строения различают зернистые (нейтрофилы, базофилы, эозинофилы) и незернистые (лимфоциты и моноциты) лейкоциты. Каждый вид лейкоцитов выполняет определенные функции. Их процентное соотношение в крови называют *лейкоцитарной формулой* (нейтрофилы - 75%, базофилы - 0,5%, эозинофилы - 1-4%, лимфоциты 25-30%). Она имеет диагностическое значение и применяется при определении стадии заболевания. При скарлатине, ангине, ревматизме увеличивается процент лимфоцитов. При аллергических заболеваниях повышается процент содержания эозинофилов, при некоторых других - нейтрофилов и базофилов.

Количество лейкоцитов в 1 мкл крови взрослого человека колеблется в пределах 4-9 тыс., у детей в пределах 9-12 тыс. Уменьшение их числа в крови вызывает лейкопению. Она наблюдается при различных заболеваниях из-за угнетения выработки лейкоцитов. Увеличение количества лейкоцитов называют лейкоцитозом. Он может быть физиологическим из-за перераспределения крови после приема пищи, физической работы, а также при повышении температуры тела (например после принятия ванны) или возникать при воспалительных заболеваниях. Лейкоцитарная формула у детей изменяется еще и при утомлении, во время плача, увлекательной игры.

Срок жизни лейкоцитов различен и может колебаться от нескольких часов (нейтрофилы) до 100-200 и более суток (лимфоциты). Зернистые лейкоциты образуются в красном костном мозге, моноциты – в печени и селезенке, лимфоциты – в вилочковой железе, костном мозге, а затем размножаются в селезенке, лимфатических узлах.

Главная функция лейкоцитов состоит в их способности защищать организм от инфекции. Каждый вид лейкоцитов выполняет определенные функции. Нейтрофилы и моноциты способны активно захватывать и поглощать бактерии, фрагменты клеток, твердые частицы. Это явление получило название *фагоцитоза* или *внутриклеточного переваривания*. Эозинофилы поглощают и нейтрализуют аллергены и токсины паразитов (вирусов, бактерий, простейших, плоских и круглых червей). Лимфоциты вырабатывают антитела, которые делают организм невосприимчивым к инфекционным заболеваниям.

*Тромбоциты.* Тромбоцитами называют безъядерные кровяные образования круглой или овальной формы диаметром 2-5 мкм. Они образуются в крас-

ном костном мозге и живут 8-11 дней. В 1 микролитре крови взрослого человека содержится 200-400 тыс. тромбоцитов, у детей 100-200 тыс. В них выявляются специфические гранулы, содержащие вещества, участвующие в свертывании крови.

*Свертывание крови* (гемостаз) представляет биологический процесс, сопровождающийся превращением жидкой крови в эластический сгусток в результате перехода растворенного в плазме крови белка фибриногена в нерастворимый фибрин. Это защитная реакция организма, предотвращающая потерю крови при нарушении целостности кровеносных сосудов. Процесс свертывания крови регулируется нервной и эндокринной системами и обусловлен взаимодействием компонентов сосудистой стенки, тромбоцитов и ряда белков плазмы, называемых факторами свертывания крови. При осуществлении этого процесса тромбоциты начинают прилипать к поврежденной сосудистой стенке и освобождают ферменты, которые в присутствии солей кальция превращают белок протромбин, синтезирующийся в печени при участии витамина К, в тромбин. Последний способствует переходу растворенного в плазме белка фибриногена в фибрин, который, полимеризуясь, образует тонкие нити, удерживающие эритроциты. В результате формируется сгусток, закупоривающий пораженное место сосуда, и кровотечение останавливается. Время свертывания крови у человека колеблется от 5 до 12 минут.

*Группы крови.* Иммунологические признаки крови, обусловленные специфическими веществами – антигенами, позволяют делить ее на группы. В эритроцитах содержатся особые белковые вещества (агглютиногены) двух видов, которые принято обозначать символами А и В. В плазме крови содержатся белки (агглютенины)  $\alpha$  и  $\beta$ . Агглютенины  $\alpha$  способны склеивать агглютиногены А, агглютенины  $\beta$  – агглютиногены В. В крови человека никогда одновременно не встречаются агглютинин  $\alpha$  и агглютиноген А или  $\beta$  и В. В зависимости от содержания агглютиногенов и агглютенинов кровь человека делят на четыре группы:

I группа (0) –  $\alpha$  и  $\beta$ , II (А) – А и  $\beta$ , III (В) – В и  $\alpha$ , IV (А и В) – 0. Около 85% людей имеют в составе эритроцитов белок-агглютиноген – резус-фактор (Rh). Их называют резус-положительными (Rh+). Остальных, не имеющих данного белка, называют резус-отрицательными (Rh-). Определяют группы крови по реакции склеивания эритроцитов (гемагглютинация).

Переливание крови проводят с учетом совместимости групп крови и резус-фактора. Одноименный агглютиноген донора не должен встречаться с агглютинином реципиента. Люди с I группой не являются универсальными донорами, как считалось ранее, т.к. в 10-20% случаев у них встречаются дополнительные агглютиногены и агглютенины. Установлено, что можно переливать не более 500мл донорской крови другой группы, а затем только кровь своей группы. Кровь II группы можно переливать людям со II и IV группами. Кровь доноров III группы можно переливать реципиентам III и IV групп, IV группы – только обладателям этой группы. Людям, кровь которых не содержит резус-фактора нельзя приливать кровь людей имеющих положительный резус-фактор, т.к. возникает резус-конфликт. В связи с этим была установлена причина гибели

плода у некоторых беременных женщин. Развитие резус-положительного плода у резус-отрицательной матери сопровождается переходом через плаценту резус-фактора плода в кровь матери и обратной диффузией в кровь плода антирезусных веществ, вызывающих у него гемолиз эритроцитов и последующую гибель.

**Иммунитет. Иммунологические нарушения: аллергия.** Изучение защитных свойств белых клеток крови было начато русским ученым И. И. Мечниковым, который сделал в 1883 г. первые сообщения о фагоцитозе. Важная роль в защите организма от инфекции принадлежит также особым белкам плазмы (антителам), которые вырабатываются плазматическими клетками (видоизмененными в процессе иммунного ответа лимфоцитами). Антитела содержатся в глобулиновой фракции белков крови (иммуноглобулины) и свободно циркулируют с током плазмы. Они обеспечивают способность организма защищать собственную целостность и биологическую индивидуальность от повреждающих агентов, или иммунитет. Повреждающими факторами, или антигенами, являются вещества, которые воспринимаются организмом как чужеродные и вызывают специфический иммунный ответ — реакцию антиген — антитело, направленную на обезвреживание болезнетворных микроорганизмов, продуктов их жизнедеятельности (токсины) и др.

Различают врожденный и приобретенный иммунитет. *Врожденный иммунитет* является наследственным признаком данного вида. Так, человек невосприимчив к возбудителям чумы рогатого скота, куриной холеры и т. д. *Естественный пассивный иммунитет* характерен для новорожденного, когда примерно в течение года присутствуют антитела матери. Затем вырабатывается *естественный активный иммунитет*, который обеспечивается за счет иммунной памяти. Если иммунитет вырабатывается после перенесенного инфекционного заболевания, то называется *приобретенным*. Современная медицина располагает мощными средствами, позволяющими создавать иммунитет искусственно — путем предохранительных прививок, лечебных сывороток. После введения вакцины (ослабленная или убитая культура возбудителя инфекционного заболевания) в организме образуются соответствующие антитела к антигенам возбудителя и человек становится невосприимчивым к определенному заболеванию. Это *активный приобретенный иммунитет*. В настоящее время созданы активные вакцины против оспы, бешенства, столбняка, туберкулеза. При введении в организм готовых антител, возникает *искусственный пассивный иммунитет*. Нарушение иммунитета проявляется в виде аллергии и СПИДа.

Сегодня под аллергией понимают неадекватный по силе иммунный ответ организма на определенное вещество (аллерген), связанный с повышенной к нему чувствительностью. Аллергеном называют антиген, вызывающий аллергию. Почему один антиген может быть аллергеном, а другой не может, до сих пор окончательно не ясно. Это определяется физико-химическими свойствами антигена и особенностями иммунной системы организма.

Все аллергены можно разделить на две большие группы:

1. эндогенные аллергены;

## 2. экзогенные аллергены.

Первая группа относится к тем случаям, когда по некоторым причинам развивается иммунный ответ на собственные компоненты организма. Вторая группа относится к аллергенам, присутствующим во внешней среде.

1. *Аллергены животного происхождения.* Выраженная аллергенность присуща клеткам покровных тканей – шерсти, перхоти, перьям птиц; кроме того, высокой аллергенностью обладают выделения теплокровных животных: моча, слюна и т.д.

2. *Растительные аллергены.* Пыльца очень многих растений может вызывать аллергию. В воздухе появляется пыльца определённых групп растений. Весной обнаруживается пыльца деревьев (берёза, лещина, дуб). В период конец мая – середина августа в связи с цветением злаковых трав (тимофеевка, мятлик и т.д.).

3. *Бактериальные и грибковые аллергены.* Это аллергены бактерий (стафилококков, стрептококков) и грибов (плесневые, дрожжевые грибы).

4. *Пылевые аллергены.* В эту группу объединяют аллергены, входящие в состав домашней пыли (продукты жизнедеятельности микроклеточек), аллергены библиотечной пыли, производственной пыли.

5. *Лекарственные аллергены.* Практически все из известных сегодня лекарств, способны вызвать аллергию, выступая в качестве полноценных аллергенов. Наиболее часто аллергию вызывают такие медикаменты, как антибиотики (пенициллин, стрептомицин, новокаин, лечебные гетерологические сыворотки).

6. *Пищевые аллергены.* Аллергия может возникать к целому ряду пищевых продуктов: в качестве аллергенов наиболее часто выступают молоко, яйца, рыба, мёд.

7. *Интенсивные аллергены.* Это аллергены, входящие в состав яда жалящих насекомых.

Признаки аллергической болезни возникают только в условиях контакта с аллергеном. Как только этот контакт прекращается, исчезают и признаки болезни.

## Лекция 4

### Физиология и гигиена сердечно-сосудистой системы

**Строение и возрастные особенности сердечно-сосудистой системы.** Работа органов кровообращения осуществляет непрерывную транспортировку к тканям и органам питательных веществ и удаление из них конечных продуктов обмена. Движение крови по сосудам, обеспечивающее обмен веществ между организмом и внешней средой, называется кровообращением. Оно осуществляется при помощи специальных органов, объединённых в единую функциональ-

ную систему. Система органов кровообращения включает сердце и кровеносные сосуды (артерии, капилляры, вены), пронизывающие все органы тела человека.

*Сердце* – главный орган системы кровообращения. Оно представляет собой полый мышечный орган, состоящий из четырех камер: двух предсердий (правого и левого), и двух желудочков (правого и левого). Правое предсердие сообщается с правым желудочком через трехстворчатый, а левое предсердие с левым желудочком – через двустворчатый (митральный) клапан. Около отверстий крупных сосудов (аорты и легочного ствола), выходящих и сердца имеется по три полулунных клапана. Последние состоят из трех полулуний – карманов, обращенных основанием к желудочкам, а свободными краями в сторону сосудов. Значение клапанов в том, что они не допускают обратного тока крови.

Стенки сердца состоят из трех слоев: внутреннего – эндокарда, среднего – миокарда и наружного – эпикарда. Все сердце заключено в околосердечную сумку, которая называется перикард. Последний, вместе с эпикардом, являются двумя листками серозной оболочки сердца, между которыми находится щелевидное пространство, заполненное серозной жидкостью. Такое строение околосердечной сумки способствует уменьшению трения при сокращении сердца. Сердечная мышца по структуре сходна с поперечно-полосатыми мышцами, однако, она отличается способностью автоматически ритмично сокращаться благодаря импульсам, возникающим в самом сердце независимо от внешних воздействий (автоматия сердца).

Масса сердца взрослого человека в среднем около 250 г у женщин и около 330 г у мужчин. В первые два года жизни и в период полового созревания (12-15 лет) наблюдается наиболее интенсивный рост сердца. У детей в возрасте от 7 до 10 лет оно растет медленно, значительно отставая от увеличения массы тела и размеров всего организма. По внешнему виду сердце ребенка отличается от сердца взрослого только размерами и более четкими границами овальной ямки (углубление в перегородке между предсердиями). Овальная ямка – это след бывшего отверстия во внутриутробном периоде развития. Если оно не зарастает после рождения, то это определяется как порок *врожденного* происхождения. Чаще встречаются *приобретенные* пороки сердца, являющиеся последствиями ревматизма, аритмии, варикозного расширения вен.

**Работа сердца.** Функция сердца состоит в ритмичном нагнетании в артерии крови, приходящей к нему по венам. Сердце взрослого человека сокращается около 60-80 раз в минуту в состоянии покоя организма. Более половины этого времени оно отдыхает – расслабляется. Увеличение частоты сердечных сокращений до 90-150 ударов в минуту называется тахикардией и наблюдается при интенсивной мышечной работе и эмоциональном возбуждении. При более редком сердечном ритме, 40-50 ударов в минуту, возникает брадикардия (у спортсменов). Непрерывная деятельность сердца складывается из циклов, каждый из которых состоит из сокращения (*систола*) и расслабления (*диастола*).

Различают три фазы сердечной деятельности: сокращение предсердий, сокращение желудочков и пауза (одновременное расслабление предсердий и желудочков). Систола предсердий длится 0,1 с, желудочков – 0,3, общая пауза –

0,4 с. Таким образом, в течение всего цикла предсердия работают 0,1 с и отдыхают 0,7 с, желудочки работают 0,3 с и отдыхают 0,5 с. Этим объясняется способность сердечной мышцы работать, не утомляясь, в течение всей жизни. Высокая работоспособность сердечной мышцы обусловлена усиленным кровоснабжением сердца. Примерно 10 % крови, выбрасываемой левым желудочком в аорту, поступает в отходящие от нее артерии, которые питают сердце. Сердечная мышца ребенка потребляет большое количество кислорода. В грудном возрасте на 1 кг массы тела его используется в 2-3 раза больше, чем во взрослом, поэтому для детей важно длительное пребывание на свежем воздухе.

Количество крови, выбрасываемое сердцем за минуту, называют *минутным* объемом крови. В норме у взрослого человека он составляет 4-5 л, а у семилетнего ребенка около 2 л. При физической нагрузке минутный объем крови достигает 25-30 л. У тренированных людей это происходит за счет увеличения частоты сердечных сокращений, у не тренированных – за счет увеличения систолического объема крови. Объем крови, выбрасываемый за одну систолу, называют *систолическим*. Он составляет 60-70 мл.

**Кровеносные сосуды. Артерии.** Кровеносные сосуды, несущие обогащенную кислородом кровь от сердца к органам и тканям (лишь легочная артерия несет венозную кровь) называют артериями.

У человека диаметр артерий колеблется от 0,4 до 2,5 см. Общий объем крови в артериальной системе составляет в среднем 950 мл. Артерии постепенно древовидно ветвятся на все более мелкие сосуды – *артериолы*, которые переходят в капилляры.

*Капилляры.* Мельчайшие сосуды (средний диаметр около 7 мкм), пронизывающие органы и ткани человека называются капилляры. Они соединяют мелкие артерии с мелкими венами. Через стенки капилляров, состоящие из клеток эндотелия, происходит обмен газов и других веществ между кровью и различными тканями.

*Вены.* Кровеносные сосуды, несущие насыщенную углекислым газом, продуктами обмена веществ, гормонами и другими веществами кровь от тканей и органов к сердцу (исключение легочные вены, несущие артериальную кровь) называются вены.

**Круги кровообращения.** Движение крови по сосудам впервые было описано в 1628 г. английским врачом У. Гарвеем. У человека кровь движется по замкнутой сердечно-сосудистой системе, состоящей из большого и малого кругов кровообращения.

*Большой круг кровообращения* начинается от левого желудочка и заканчивается правым предсердием. Из левого желудочка сердца кровь поступает в самый крупный артериальный сосуд – *аорту*. От аорты отходят многочисленные артерии, которые, войдя в орган, делятся на более мелкие сосуды и, наконец, переходят в капилляры. Из капилляров кровь собирается в небольшие вены, которые, сливаясь, образуют сосуды большего калибра. Две самые крупные вены – верхняя полая и нижняя полая несут кровь в правое предсердие. Через капилляры большого круга кровообращения клетки тела получают кислород и

питательные вещества, а также уносят углекислый газ и другие продукты распада. Во всех артериях этого круга течет артериальная кровь, а в его венах – венозная.

*Малый круг кровообращения* начинается от правого желудочка и заканчивается левым предсердием. Из правого желудочка сердца венозная кровь поступает в легочную артерию, которая вскоре делится на две ветви, несущие кровь к правому и левому легкому. В легких артерии разветвляются на капилляры, где происходит обмен газов: кровь отдает углекислый газ и насыщается кислородом. Насыщенная кислородом артериальная кровь поступает по легочным венам в левое предсердие. Следовательно, в артериях малого круга кровообращения течет венозная кровь, а в его венах — артериальная.

Движение крови по сосудам возможно благодаря разности давлений в начале и в конце каждого круга кровообращения, которая создается работой сердца. В левом желудочке и аорте давление крови выше, чем в полых венах и в правом предсердии. Разность давлений в этих участках обеспечивает движение крови в большом круге кровообращения. Высокое давление в правом желудочке и легочной артерии и низкое в легочных венах и левом предсердии обеспечивают движение крови в малом круге кровообращения.

Основной причиной движения крови по венам служит разность давлений в начале и конце венозной системы, поэтому движение крови по венам происходит в направлении к сердцу. Этому способствуют присасывающее действие грудной клетки («дыхательный насос») и сокращение скелетной мускулатуры («мышечный насос»). Во время вдоха давление в грудной клетке уменьшается и становится отрицательным, т.е. ниже атмосферного. При этом разность давлений в крупных и мелких венах, т.е. в начале и в конце венозной системы увеличивается, и кровь направляется к сердцу. Скелетные мышцы, сокращаясь, сжимают вены, что также способствует передвижению крови к сердцу. Обратному току крови препятствуют и венозные клапаны, имеющие форму карманов, обращенных отверстиями в сторону сердца. При их наполнении, они смыкаются, и крови остается один путь – к сердцу.

Движение крови в капиллярах осуществляется за счет изменения просвета подводящих мелких артерий: их расширение усиливает кровоток в капиллярах, а сужение – уменьшает.

*Пульс.* Периодическое толчкообразное расширение стенок артерий, синхронное с сокращением сердца, называется пульс. По пульсу можно определить количество сокращений сердца в минуту. У взрослого человека частота пульса в среднем составляет 60-80 ударов в минуту, у новорожденного около 130, у 7-10-летнего ребенка – 85-90, у подростков 14-15 лет – 75-80. В местах, где артерии расположены на кости и лежат непосредственно под кожей (лучевая, височная), пульс легко прощупывается.

**Кровяное давление.** Давление крови на стенки кровеносных сосудов и камер сердца, возникающее в результате сокращения сердца, нагнетающего кровь в сосудистую систему, и сопротивления сосудов называют кровяным. Наиболее важным медицинским и физиологическим показателем состояния кровеносной системы является величина давления в аорте и крупных артериях

– артериальное давление. Различают *максимальное (систолическое) давление крови* и *минимальное (диастолическое)*. Уровень давления в артериях во время систолы сердца у здорового человека в возрасте от 15 до 50 лет составляет около 120 мм рт.ст., а во время диастолы – около 80 мм рт.ст. Есть заболевания, связанные с изменением кровяного давления: гипертония (при повышении), гипотония (при понижении). Существуют возрастные особенности колебания давления. После 50 лет оно может повышаться до 135-140 мм рт.ст., после 70 лет – до 160. У детей артериальное ниже, чем у взрослых. Так, у новорожденного оно составляет 60 мм рт.ст., в 1 год – 90/50 мм рт.ст., в 7 лет – 88/52 мм рт.ст. На величину артериального давления влияют: 1) работа сердца и сила сердечного сокращения; 2) величина просвета сосудов и тонус их стенок; 3) количество циркулирующей в сосудах крови; 4) вязкость крови.

**Регуляция сердечной деятельности.** Деятельность сердца регулируется нервными и гуморальными факторами. Сердце иннервируется вегетативной нервной системой. Симпатические нервы учащают ритм и усиливают силу сокращений, парасимпатические – замедляют ритм и ослабляют силу сокращений сердца. Гуморальная регуляция осуществляется с помощью имеющихся в крупных сосудах специальных хеморецепторов, которые возбуждаются под влиянием изменений состава крови. Повышение концентрации углекислого газа в крови раздражает эти рецепторы и рефлекторно усиливает работу сердца. Большая роль отводится и биологически активным веществам, поступающим в кровь Адреналин, образующийся в надпочечниках и в окончаниях симпатических нервов, также усиливает деятельность сердца. Ацетилхолин – медиатор парасимпатических нервных окончаний, наоборот, замедляет сердечный ритм.

**Гигиена сердечно-сосудистой системы.** Нормальная деятельность человеческого организма возможна лишь при наличии хорошо развитой сердечно-сосудистой системы. Скорость кровотока будет определять степень кровоснабжения органов и тканей и скорость удаления продуктов жизнедеятельности. При физической работе потребность органов в кислороде возрастает одновременно с усилением и учащением сердечных сокращений. Такую работу может обеспечить только сильная сердечная мышца. Чтобы быть выносливым к разнообразной трудовой деятельности, важно тренировать сердце, увеличивать силу его мышцы. Физический труд, физкультура развивают сердечную мышцу. Для обеспечения нормальной функции сердечно-сосудистой системы человек должен начинать свой день с утренней зарядки, особенно люди, профессии которых не связаны с физическим трудом. Для обогащения крови кислородом физические упражнения лучше выполнять на свежем воздухе.

На функцию сердечно-сосудистой системы оказывают вредное влияние алкоголь, никотин, наркотики. У людей, употребляющих алкоголь, курящих, чаще, чем у других, возникают спазмы сосудов сердца, чаще развивается атеросклероз – болезнь, связанная с изменением стенки кровеносных сосудов. Кроме этого, при избыточном употреблении жиров животного происхождения, на стенках сосудов может откладываться холестерин. Эти отложения, сначала в виде бляшек, затем – лент, могут существенно ограничивать кровоток или же привести к разрыву сосуда. Начиная с определенного уровня, с возрастом

холестерина в крови растёт вероятность сердечного приступа. При уровне ниже 5,2 мг на л крови холестерин не является существенным фактором при сердечных заболеваниях. Легкой степенью содержания холестерина считается 5,2-6,5 мг на л, 6,5-7,8 – умеренной, более 7,8 – высокой. Исследования показали, что для поддержания уровня холестерина в норме предпочтительнее диеты, содержащие ненасыщенные жиры, растительного происхождения. Они, а так же яблочная кислота, имеют тенденцию даже снижать холестерин в крови.

## Лекция 5

### Физиология и гигиена органов дыхания

**Строение и функции органов дыхания.** Специализированные органы для газообмена между организмом и внешней средой образуют систему органов дыхания, которая у человека представлена легкими, расположенными в грудной полости, и воздухоносными путями, носовой полостью, гортанью, трахеей, бронхами. Условно в дыхании выделяют 3 основных процесса: между внешней средой и легкими, между альвеолярным воздухом и кровью, между кровью и тканями.

Во время вдоха воздух через ноздри входит в *носовую полость*, разделенную на две половины костно-хрящевой перегородкой. Носовая полость выстлана реснитчатым эпителием, который очищает воздух от пыли. В слизистой оболочке имеются густая сеть капилляров, благодаря которой вдыхаемый воздух согревается, а также обонятельные рецепторы обеспечивают различение запахов. У детей гайморовы полости (пазухи верхней челюсти) недоразвиты, носовые ходы узкие, а слизистая оболочка при малейшем воспалении набухает, что затрудняет дыхание. Гайморовы полости полного развития достигают только в период смены зубов. Отверстия, соединяющие носовую полость с носоглоткой (лобная пазуха, хоаны) формируются до пятнадцатилетнего возраста.

*Носоглотка* – это верхняя часть глотки, где перекрещиваются пути пищеварительной и дыхательной систем. Пища проходит из глотки по пищеводу в желудок, а воздух – через гортань в трахею. При проглатывании пищи вход в гортань закрывается особым хрящом (надгортанником)

*Гортань* имеет вид воронки, образованной хрящами: щитовидным, черпаловидными, перстневидным, рожковидными, клиновидными и надгортанником. Щитовидный хрящ состоит из 2 пластинок, соединяющихся под углом (прямым у мужчин – кадык, тупым у женщин). Между щитовидным и черпаловидным хрящами натянуты голосовые связки (парные эластичные складки слизистой оболочки), которые ограничивают голосовую щель. Колебания голосовых связок во время выдоха вызывают звук. У человека в воспроизведении членораздельной речи, кроме голосовых связок, принимают участие также язык, губы, щеки, мягкое нёбо, надгортанник. В первые годы жизни гортань растет медленно и не имеет половых различий. Перед периодом половой зрелости рост ее ускоряется, и размеры увеличиваются (у мужчин на треть длиннее). К 11-12 годам ускоряется рост голосовых связок. У мальчиков (1,3 см) они длиннее, чем у де-

вочек (1,2 см). К 20 годам у юношей они достигают 2,4 см, у девушек 1,6 см. В период полового созревания происходит изменение (мутация) голоса, что особенно резко заметно у мальчиков. В это время происходит утолщение и покраснение голосовых связок. Именно от их толщины, а также длины и степени натяжения зависит высота голоса.

Воздух из гортани поступает в *трахею* (или *дыхательное горло*), длина которой 8,5-15 см. Ее основу составляет 16-20 хрящевых колец, открытых сзади. Трахея плотно сращена с пищеводом. Поэтому отсутствие хрящей на задней стенке вполне обусловлено, так как пищевой комок, проходя по пищеводу не испытывает сопротивление со стороны трахеи. Рост трахеи происходит равномерно, за исключением первого года жизни и полового созревания, когда он наиболее интенсивен.

Трахея делится на два хрящевых *бронха*, идущих в легкие. Непосредственным ее продолжением является правый бронх, он короче и шире левого и состоит из 6-8 хрящевых полуколец. Левый имеет в своем составе 9-12 полуколец. Бронхи ветвятся, образуя бронхиальное дерево. От главных бронхов отходят долевые, затем сегментарные. К моменту рождения ребенка ветвление бронхиального дерева достигает 18 порядков, а у взрослого человека 23 порядков. Самые тонкие ветви бронхиального дерева называются бронхиолами.

Дыхательная часть органов дыхания – легкие. Они представляют собой парный орган в виде конуса с утолщенным основанием и верхушкой, выступающей на 1-2 см над первым ребром. На внутренней стороне каждого легкого имеются ворота, через которые проходят бронхи, артерии, вены, нервы и лимфатические сосуды. Легкие глубокими щелями делятся на доли: правое на три, левое – на две. На обоих легких имеется косая щель, начинающаяся на 6-7 см ниже верхушки легкого и идущая до его основания. На правом легком так же присутствует, менее глубокая, горизонтальная щель. Каждое легкое, а также внутренняя поверхность стенки грудной полости покрыты *плеврой* (тонкий слой гладкого эпителия), которая образует легочный и пристеночный листки. Между ними находится *плевральная полость* с небольшим количеством плевральной жидкости, облегчающей скольжение листков плевры при дыхании. Масса каждого легкого во взрослом возрасте колеблется от 0,5 до 0,6 кг. У новорожденных масса легких составляет 50 г, у детей младшего школьного возраста – около 400 г. Цвет легких в детском возрасте бледно-розовый, затем он становится темнее, за счет пыли и твердых частиц, которые откладываются в соединительно-тканной основе легкого.

Структурной единицей легкого является *ацинус*. Он представляет собой разветвление одной концевой бронхиолы. Последние заканчиваются мешочками, стенки которых образованы альвеолами. Альвеолы – это пузырьки произвольной формы, разделенные перегородками, которые оплетены густой сетью капилляров. Общее их количество превышает 700 млн, а суммарная поверхность у взрослого человека составляет около 100 м<sup>2</sup>.

Внешнее дыхание обеспечивается вдохом и выдохом. Вдох осуществляется за счет сокращения межреберных мышц и диафрагмы, которые, растягивая грудную клетку, увеличивают ее объем, что способствует уменьшению давле-

ния в плевральной полости. При глубоком вдохе, кроме того, участвуют мышцы плечевого пояса, спины, живота и др. Легкие при этом растягиваются, давление в них понижается ниже атмосферного и воздух поступает в орган. При выдохе дыхательные мышцы расслабляются, объем грудной клетки уменьшается, давление в плевральной полости увеличивается, в результате чего легкие частично спадаются и воздух из них выталкивается во внешнюю среду. При глубоком выдохе сокращаются также внутренние межреберные мышцы, мышцы брюшной стенки, которые сжимают внутренние органы. Последние начинают давить на диафрагму и дополнительно ускоряют сжатие легких. В результате объем грудной полости уменьшается интенсивнее, чем при нормальном выдохе.

**Обмен газов в легких и тканях.** Газообмен в легких зависит от частоты дыхания, уровня концентрации кислорода и углекислого газа в альвеолярном воздухе и поддерживает нормальную концентрацию газов в крови. В детском возрасте дыхание не вполне ритмично. Чем моложе ребенок, тем больше у него частота дыхания, что связано с тем, что у детей потребность в кислороде удовлетворяется не за счет глубины, а за счет частоты дыхания.

Содержание газов во вдыхаемом и выдыхаемом воздухе неодинаково. Во вдыхаемом содержится 20,94% кислорода, около 79,03 % азота, примерно 0,03 % углекислого газа, небольшое количество водных паров и инертных газов. В выдыхаемом воздухе остается 16 % кислорода, количество углекислого газа увеличивается до 4 %, содержание азота и инертных газов не изменяется, количество водных паров увеличивается. Разное содержание кислорода и углекислого газа во вдыхаемом и выдыхаемом воздухе объясняет обмен газов в альвеолах. Вследствие диффузии кислород переходит из альвеол в кровеносные капилляры, а углекислый газ – обратно. Каждый из этих газов движется из области с более высокой концентрацией в область с более низкой концентрацией.

Газообмен в тканях происходит по тому же принципу. Кислород из капилляров, где его концентрация высокая, переходит в тканевую жидкость с более низкой его концентрацией. Из тканевой жидкости он проникает в клетки и сразу же вступает в реакции окисления, поэтому в клетках свободного кислорода практически нет. По тем же законам углекислый газ из клеток через тканевую жидкость поступает в капилляры, где расщепляет нестойкое соединение кислорода с гемоглобином (оксигемоглобин) и вступает в соединение с гемоглобином, образуя карбгемоглобин.

**Регуляция дыхания.** Изменение режима работы дыхательной системы, направленное на точное и своевременное удовлетворение потребности организма в кислороде называется регуляцией дыхания. Она осуществляется, как и регуляция других вегетативных функций, нервным и гуморальным путем. Нервная регуляция дыхания контролируется дыхательным центром, находящимся в продолговатом мозге, где каждые 4 сек. возникает возбуждение, в результате чего электрические импульсы передаются к дыхательным мышцам и вызывают их сокращения. В регуляции дыхания участвуют также спинномозговые центры и кора головного мозга. Последняя обеспечивает тонкие меха-

низмы приспособления дыхания к изменениям условий среды. С корой головного мозга связаны предстартовые изменения дыхания у спортсменов, произвольное изменение ритма и глубины дыхания у человека. В спинном мозге находятся мотонейроны, аксоны которых иннервируют диафрагму, межреберные мышцы и мышцы живота, участвующие в акте дыхания.

Гуморальная регуляция дыхания осуществляется, во-первых, за счет прямого воздействия  $\text{CO}_2$  крови на дыхательный центр. Во-вторых, при изменении химического состава крови (увеличение концентрации углекислого газа, повышение кислотности крови и т. д.) возбуждаются рецепторы сосудов и импульсы от них поступают в дыхательный центр, соответственно изменяя его работу.

**Жизненная ёмкость лёгких. Дыхательные объемы.** Человек в спокойном состоянии вдыхает и выдыхает около 0,5 л воздуха (*дыхательный объем*). Этот объем используют для характеристики глубины дыхания, однако, после спокойного вдоха и выдоха в легких остается до 1,5 л воздуха (*резервный объем вдоха и выдоха*). Совокупность дыхательного и резервных объемов воздуха составляет *жизненную емкость легких*. Она отражает наибольший объем воздуха, который человек может выдохнуть после самого глубокого вдоха. Жизненная емкость легких у разных людей неодинакова, ее величина зависит от пола, возраста человека, его физического развития и составляет у взрослых 3,5-4,0 л, у семилетних мальчиков, например, она равна 1,4 л, у девочек на 100-300 мл меньше. Отмечено, что жизненная емкость легких на каждые 5 см роста увеличивается в среднем на 400 мл. При медицинских обследованиях ее определяют специальным прибором – спирометром.

**Гигиена органов дыхания.** Организм контактирует с внешней средой через органы дыхания, поэтому для создания условий нормальной деятельности дыхательной системы необходимо поддерживать оптимальный микроклимат учебных помещений.

Формирование микроклимата закрытых помещений зависит от многих причин: особенностей планировки помещений, свойств строительных материалов, климатических условий данной местности, режимов работы вентиляции и отопления. Температура воздуха в классе должна быть 18-19°C; в физкультурном зале - 16-17°C. Норма относительной влажности воздуха колеблется в пределах 30-70% (оптимум - 50-60%). Оптимальная скорость движения воздуха в классе - 0,2-0,4 м/с.

Не менее важным в плане влияния на здоровье и работоспособность школьников является контроль за химическим составом воздуха. Воздух помещений постоянно загрязняется выдыхаемым человеком  $\text{CO}_2$ , продуктами разложения пота, сальных желез, органических веществ, содержащихся в одежде, обуви, а также химических веществ, выделяющихся из полимерных материалов (поливинилхлорид, фенолформальдегидные смолы). В производственных помещениях многие технологические процессы сопровождаются выделением тепла, влаги, вредных веществ в виде паров, газов и пыли. Показано, что 3-5 минут проветривания вполне достаточно, чтобы воздух в классе полностью обновился.

Ряд школьных помещений оборудуется искусственной вентиляцией. Вытяжной вентиляцией снабжаются кабинеты физики и химии, пищеблоки и туалетные помещения школ. Приточно-вытяжной вентиляцией, обеспечивающей примерно трехкратный воздухообмен в час, оборудуются физкультурные залы и учебно-трудовые мастерские (УТМ). Вентиляция в помещениях является исключительно важным и эффективным средством охраны здоровья и профилактики заболеваний.

Для предупреждения проникновения болезнетворных микроорганизмов в дыхательные пути необходимо содержать помещение в чистоте, проводить влажную уборку, проветривание, при контакте с инфицированными больными рекомендуется использовать марлевые маски. Ряд вирусов поражают верхние дыхательные пути и легкие, распространяясь воздушно-капельным путем. Это возбудители дифтерии, коклюша, кори, краснухи, гриппа и респираторных заболеваний. В организме нет достаточно эффективных механизмов борьбы с респираторными инфекциями. Иммуитет вырабатывается примерно в течение недели, отсюда средняя продолжительность заболевания. Основным способом защиты организма – повышение температуры, которое многие ошибочно считают основным признаком заболевания. В настоящее время известно более 200 видов вирусов, вызывающих инфекционные заболевания. Грипп, особенно типа А, протекает в более тяжелой форме, чем простуда. Его характерная особенность – внезапное начало с высокой температурой и ознобом. При обычных методах лечения, простуда проходит за 2-5 дней, а полное восстановление организма – за 1-1,5 недели. Активная фаза гриппа продолжается около недели, но остаточные явления (слабость, мышечные боли) могут сохраняться еще 2-3 недели. Наиболее распространенные простудные заболевания – ринит (насморк), ларингит (воспаление гортани), фарингит (воспаление трахеи), бронхит (воспаление бронхов). Нередко, попав на слизистые оболочки, вирусы не вызывают заболевания, но охлаждение тела, сразу же ведет к его развитию.

Немаловажное значение для органов дыхания имеет спорт, особенно такие виды, как бег, плавание, лыжи, гребля. У людей, начавших заниматься спортом в подростковом возрасте, значительно больше жизненная емкость легких.

*Влияние курения и алкоголя на органы дыхания.* Алкоголь, значительная часть которого выделяется из организма через легкие, повреждает альвеолы и бронхи, угнетает дыхательный центр и способствует проявлению заболеваний легких в особо тяжелой форме. Большой вред органам дыхания наносит курение, так как табачный дым способствует возникновению различных заболеваний (бронхиты, пневмонии, астмы и др.). Табачный дым раздражает слизистые гортани, бронхов, бронхиол, голосовых связок, что приводит к перестройке их эпителия. Как следствие, значительно снижается защитная функция дыхательных путей. За год через лёгкие проходит около 800 г табачного дёгтя, который накапливается в альвеолах. Происходит так же изменение обменных процессов за счёт радиоактивных элементов табака. Кроме того, курение вызывает кашель, усиливающийся по утрам, хронические воспаления дыхательных путей, бронхит, эмфизему лёгких, пневмонию, туберкулёз, рак различных участков

дыхательной системы. Голос становится хриплым и грубым. Первопричиной рака лёгких у курящих является наличие в табачном дёгте одного из наиболее активных радиоэлементов – полония. О степени этой опасности можно судить по следующим данным: человек, выкуривающий в день пачку сигарет, получает дозу облучения в 3,5 раза больше дозы, принятой международным соглашением по защите от радиации. 90% всех установленных случаев рака лёгких приходится на долю курящих.

В зависимости от сорта и обработки табак содержит: никотина 1-4%, углеводов – 2-20%, органических кислот – 5-17%, белков – 1-1%, эфирных масел – 0,1-1,7%. Одним из самых ядовитых компонентов табака является никотин. Это вещество, алкалоид по химической природе, впервые выделили в чистом виде в 1828 г. учёные Посельт и Рейман. В одной сигарете массой 1 г содержится обычно 10-15 мг никотина, а в сигарете массой 10 г – до 150 мг этого вещества. В табачных листьях, кроме никотина, содержатся ещё 11 алкалоидов, важнейшие из которых: норникотин, никотирин, никотеин, никотимин и др. Все они сходны с никотином по строению и свойствам и поэтому имеют похожие названия.

Никотин действует на организм в две фазы. Вначале следует повышенная раздражимость и возбудимость самых различных систем и органов, а затем это состояние сменяется угнетением. Никотин в первой фазе своего действия возбуждает сосудодвигательный и дыхательный центры, а во второй фазе угнетает их. Одновременно с этим происходит повышение артериального давления, что обусловлено сужением периферических сосудов. Кроме того, поступающий из сигарет угарный газ (СО), повышает содержание холестерина в крови и вызывает развитие атеросклероза.

Подсчитано, что смертельная доза никотина для человека составляет 1 мг на 1 кг массы тела (в целой пачке как раз и содержится одна смертельная для взрослого доза никотина). По данным ВОЗ, общая смертность курящих превышает смертность некурящих на 30-80%, причём наиболее значительная разница приходится на возраст 45-54 лет, т.е. наиболее ценный в отношении профессионального опыта и творческой активности.

Пассивное курение не менее вредно, особенно для детей, так для обезвреживания ядовитых веществ табачного дыма, организм ребенка должен расходовать необходимые для роста и развития витамины и серосодержащие аминокислоты.

**Значение пищеварения.** Для нормальной жизнедеятельности организма необходимо регулярное поступление пищи, представляющей совокупность органических и неорганических веществ, получаемых человеком из окружающей среды и используемых им для поддержания жизнедеятельности. С пищей человек получает жизненно необходимые вещества (белки, жиры, углеводы, витамины, минеральные соли, воду), которые используются организмом для построения и возобновления клеток, тканей и восполнения расходуемой энергии.

Пищеварение – это процесс механической и химической (ферментативной) обработки пищи, в результате которого питательные вещества всасываются и усваиваются в пищеварительном канале, а непереваренные остатки и конечные продукты распада выводятся из организма. Химическая обработка пищи осуществляется с помощью ферментов пищеварительных соков (слюна, желудочный, панкреатический, кишечный сок, желчь). Ферменты – это вещества белковой природы, которые выделяются железами внутренней секреции. Они активны лишь при определенной кислотности среды, температуре и способны расщеплять строго определенные вещества. Например, ферменты желудочного сока активны в кислой среде, ферменты слюны активны в щелочной среде. Все ферменты делят на три группы: протеазы, липазы, карбогидразы. Протеазы (пепсин, трипсин) расщепляют белки на аминокислоты и содержатся в желудочном, поджелудочном и кишечном соках. Липазы действуют на жиры с образованием глицерина и жирных кислот и входят в состав поджелудочного и кишечных соков. Карбогидразы (амилаза) расщепляют углеводы на глюкозы и представлены в слюне, поджелудочном и кишечном соках.

**Строение и функции органов пищеварения.** Система органов пищеварения состоит из пищеварительного канала и пищеварительных желез (слюнных, поджелудочной, печени). Пищеварительный канал образован ротовой полостью, глоткой, пищеводом, желудком, толстым и тонким кишечником.

*Ротовая полость* ограничена костями верхней и нижней челюстей и мышцами. Ее верхнюю границу образуют твердое и мягкое нёбо, нижнюю – челюстно-подъязычные мышцы, по бокам располагаются щеки, а спереди – десны с зубами и губы. Твердое нёбо имеет слизистую оболочку, сращенную с надкостницей. Сзади твердое нёбо переходит в мягкое, образованное мышцами, покрытыми слизистой оболочкой. Задний отдел мягкого нёба образует язычок. При глотании мышцы мягкого нёба, сокращаясь, отделяют носовую часть глотки от ротовой. В боковых складках мягкого нёба лежат нёбные миндалины (скопления лимфоидной ткани, выполняющие защитную роль). Всего у человека 6 миндалин: две небные, две трубные в слизистой оболочке глотки, язычная в слизистой оболочке корня языка, глоточная в слизистой оболочке глотки. За счет них образуется лимфоидное глоточное кольцо, которое задерживает проникающие с пищей болезнетворные микроорганизмы. В ротовой полости располагаются язык и зубы.

*Язык* – подвижный мышечный орган, образованный поперечнополосатыми мышцами, покрыт слизистой оболочкой, снабженной сосудами и нервами. В языке различают переднюю свободную часть (тело) и заднюю (корень). В сли-

зистой языка расположены нитевидные, желобовидные, грибовидные и листовидные сосочки, в которых находятся вкусовые рецепторы. Язык участвует в механической обработке пищи, перемешивая ее и образуя пищевой комок, а также в определении вкуса и температуры пищи. Вкусовые рецепторы кончика языка воспринимают ощущение сладкого, корня языка – горького, боковых поверхностей – кислого и соленого. Язык вместе с губами и челюстями участвует в образовании речи.

В ротовую полость открываются протоки трех пар крупных слюнных желез: околоушных, подъязычных, подчелюстных и множества мелких. Слюна – первый пищеварительный сок слабощелочной реакции, действующий на пищу. Фермент слюны *амилаза (птиалин)* расщепляет крахмал до мальтозы, а фермент *мальтаза* расщепляет ее до глюкозы. Слюна обладает и бактерицидным свойством за счёт фермента лизоцима. Состав слюны изменяется с возрастом человека и в зависимости от вида пищи. Чем суше принимаемая пища, тем более вязкая выделяется слюна. Значительное количество жидкой слюны выделяется на кислые и горькие вещества.

Всасывание в ротовой полости практически отсутствует, т.к. здесь не образуются мономеры (мельчайшие структурные единицы питательных веществ), время пребывания пищи минимально. Исключение составляют лекарственные вещества, алкоголь и небольшое число углеводов.

Одним из важнейших элементов пищеварительной системы являются зубы. Всего их 32 (резцы, клыки, малые и большие коренные). Зубы образованы разновидностью костной ткани - дентином (самая прочная ткань в организме человека). Каждый зуб имеет корень, полость, заполненную рыхлой соединительной тканью (пульпа), коронку покрытую эмалью, шейку. Резцы служат для захватывания и откусывания пищи. Они имеют коронку долотообразной формы и одиночный корень. Клыки дробят и разрывают пищу. Коронка клыка имеет два режущих края, а корень одиночный и длинный. Малые коренные зубы имеют по два жевательных бугорка на коронке, которые служат для растирания и перемалывания пищи. Корни этих зубов одиночные, но раздваиваются на концах. Большие коренные зубы, в отличие от малых, имеют по три и более жевательных бугорка. Верхние коренные имеют по три корня, нижние – по два.

У ребенка они обычно начинают прорезываться на 6-7-м месяце жизни. Это – молочные зубы, всего их 20. К 13-14 годам они заменяются постоянными. С 20-22 лет, а иногда и позже прорезываются большие коренные зубы – зубы мудрости. Их четыре. Они очень непрочны и в акте жевания не участвуют. Три корня зуба мудрости сливаются в один конический.

Зубная формула для постоянных зубов имеет следующее строение:

2.1.2.3

2.1.2.3

Это означает, что на каждой половине верхнего и нижнего зубного ряда имеется по 2 резца, 1 клык, 2 малых коренных и 3 больших коренных зуба. Зубная формула для молочных зубов такова:

2.1.0.2

2.1.0.2

На каждой половине верхнего и нижнего зубного ряда расположено по 5 зубов: 2 резца, 1 клык, 2 коренных зуба.

Наиболее распространенными заболеваниями зубов являются кариес и пульпит. При кариесе нарушается целостность эмали покрывающей коронку, и в зубе появляется полость. Пульпит – заболевание, сопровождающееся воспалением мягких тканей в центре зуба. Данные заболевания возникают в результате деятельности микроорганизмов, при недостатке в фтора, а так же витаминов С и D. Кроме того, в результате расслабления мышц десен нарушения эластичности их сосудов возникает заболевание парадонтоз. Оно обусловлено недостатком витамина С.

В ротовой полости измельченная зубами пища смачивается слюной, обволакивается муцином и превращается в пищевой комок, который с помощью мышц языка продвигается к глотке. За счет рефлекторного сокращения мышц глотки происходит акт глотания и пища поступает в пищевод. При этом надгортанник опускается, закрывая вход в гортань, а мягкое небо поднимается, преграждая путь в носоглотку.

*Пищевод.* Стенка пищевода, как и других отделов пищеварительного канала, состоит из трех слоев: внутреннего – слизистая оболочка; среднего – мышечная оболочка и наружного – серозная оболочка. Он является цилиндрической трубкой длиной 22-30 см, имеющей в спокойном состоянии щелевидный просвет. На своем протяжении пищевод имеет три сужения. По пищеводу пища продвигается в желудок за счет волнообразного сокращения мышц его стенки. Жидкая пища движется по нему 1 сек., твердая – 8-9 сек.

Слизистая оболочка пищевода у детей богата кровеносными сосудами, нежная и легко ранима. Эластичная ткань и слизистые железки в стенке пищевода у детей недоразвиты, выделяют мало слизи. Это затрудняет прохождение непережеванной пищи по пищеводу у детей младшего и среднего школьного возраста. Поэтому грубая пища в их рационе должна занимать небольшое место.

*Желудок* это расширенная толстостенная часть пищеварительного канала, лежащая в брюшной полости под диафрагмой. Состоит из трех частей – верхней (дно), средней (тело) и внутренней (пилорическая область). В желудке различают кардиальное отверстие, являющееся входом и привратниковое, являющееся выходом. Нижний, выпуклый край желудка формирует большую кривизну желудка, а верхний вогнутый – малую. Емкость желудка взрослого человека составляет 1,5-4 литров. У новорожденного его вместимость составляет около 7 мл, к концу первой недели уже 80 мл, такое количество молока ребенок съедает за один прием. К семи годам желудок по форме становится как у взрослого.

В слизистой оболочке желудка имеются железы, продуцирующие желудочный сок. Их три типа:

- 1) главные клетки, выделяющие ферменты *пепсин* и *химозин*;
- 2) обкладочные клетки, выделяющие соляную кислоту;
- 3) добавочные клетки, продуцируют вещества мукоиды и слизь, защи-

щающие оболочку от механических и химических воздействий.

Железы желудка выделяют за сутки 1,5-2,5 л желудочного сока. Он представляет собой бесцветную жидкость, содержащую соляную кислоту (0,3-0,5%) и имеющую кислую реакцию (рН=1,5-1,8). В кислой среде фермент пепсин расщепляет белки до структурных компонентов пептидов, а химозин – створаживает белок молока. Белки, подвергнутые предварительному действию протеаз и образовавшиеся при этом осколки белковых молекул затем легче расщепляются протеазами сока поджелудочной железы и тонкой кишки.

Желудочный сок взрослого человека обладает небольшой липолитической активностью, т.е. способностью расщеплять эмульгированные жиры молока. Эта активность имеет значение для ребёнка в период его молочного вскармливания.

Благодаря соляной кислоте происходит денатурация и набухание белков, что способствует их быстрейшему расщеплению, обезвреживание микроорганизмов, поступающих с пищей. Кислотность желудочного сока первых месяцев жизни низкая, она возрастает к концу первого года и становится нормальной к 7-12 годам жизни.

У человека вне процесса пищеварения существует непрерывная секреция желудочного сока. Это объясняется тем, что человек получает пищу через небольшие промежутки времени и поэтому имеет место постоянная стимуляция деятельности желудочных желез.

Желудочную секрецию принято делить на три фазы. *Первая фаза* начинается с раздражения дистантных рецепторов глаза, уха, носа, возбуждаемых видом и запахом пищи, всей обстановкой, связанной с её приёмом. К ним присоединяются и безусловные рефлексы, возникающие при раздражении рецепторов полости рта и глотки. Нервные влияния осуществляют пусковые эффекты, т.е. обильную секрецию желудочного сока, вследствие чего желудок оказывается заранее подготовленным к приёму пищи.

Во *вторую фазу* происходит выделение желудочного сока, которое вызвано безусловно-рефлекторными влияниями вследствие раздражения пищей механорецепторов желудка и гуморальными влияниями (воздействие гормонов гастрина, гистамина).

*Третья фаза* называется кишечная. Во время нее желудочную секрецию стимулируют влияния из кишечника, передающиеся нервным и гуморальным путём. Например, продукты гидролиза питательных веществ, особенно белков, вызывают выделение гастрина и гистамина, а продукты гидролиза жира тормозят желудочную секрецию.

Пища в желудке в течение 4-8 часов подвергается как химической, так и механической обработке. Моторная функция осуществляется за счет сокращения гладких мышц желудка. Благодаря им в здесь поддерживается давление, перемещается пища с желудочным соком. В центральной части содержимое не перемешивается, поэтому принятая разновременно пища располагается в желудке слоями. Углеводная пища задерживается меньше в желудке, чем белковая. Жирная эвакуируется с наименьшей скоростью. Жидкости начинают пере-

ходить в кишечник сразу же после их поступления в желудок. У детей в первые месяцы жизни эвакуация содержимого желудка замедлена. При естественном вскармливании ребёнка содержимое желудка эвакуируется быстрее, чем при искусственном.

Размеры всасывания в желудке невелики. Здесь всасываются вода и растворённые в ней минеральные соли, алкоголь, глюкоза и небольшое количество аминокислот.

*Тонкий кишечник.* Далее пищеварение продолжается в тонком кишечнике, длина которого составляет 5-7 м. В нем различают 12-перстную кишку, а также тощую и подвздошную кишки, где продолжается химическая обработка пищи и всасывание продуктов ее расщепления, механическое перемешивание и продвижение пищи в толстый кишечник. Кроме того, для тонкого кишечника характерна эндокринная функция – выработка биологически активных веществ, которые активизируют деятельность ферментов. Слизистая оболочка содержит многочисленные железы, продуцирующие кишечный сок, в состав которого входит свыше 20 ферментов, действующих на все пищевые вещества и продукты их неполного расщепления. Слизистая тонкого кишечника покрыта многочисленными ворсинками, за счет чего увеличивается ее всасывающая поверхность. У новорожденного тонкая кишка имеет длину 1,2 м, к 2-3 годам – увеличивается до 2,8 м, а к 10 годам она достигает длины взрослого человека.

Слизистая оболочка двенадцатиперстной кишки выделяет группу ферментов, действующих на белки, жиры, углеводы. Кроме того, сюда поступают сок поджелудочной железы и секрет печени – желчь. Натощак её содержимое имеет слабощелочную реакцию ( $pH=7,2-8,0$ ). Когда пищевой комок пропитывается кишечным соком, действие желудочного фермента пепсина прекращается и пища подвергается действию сока поджелудочной железы, желчи и кишечного сока.

*Поджелудочная железа.* Является железой смешанной секреции, располагается позади желудка на уровне второго поясничного позвонка. Имеет дольчатое строение. В железе различают головку, тело и хвост. Основная масса железы имеет внешнесекреторную функцию, выделяя свой секрет через выводные протоки в двенадцатиперстную кишку. Меньшая ее часть в виде поджелудочных островков, относится к эндокринным образованиям, выделяя в кровь инсулин. В вырабатываемом железой соке содержатся ферменты, расщепляющие белки (*трипсин, химотрипсин*), жиры (*липаза*), углеводы (*амилаза*) и нуклеиновые кислоты (*нуклеазы*). Она выделяет за сутки 1,5-2,0 л сока, который имеет слабощелочную реакцию ( $pH=7,8-8,4$ ) и представляет собой бесцветную прозрачную жидкость.

Поджелудочная железа у новорожденного имеет длину 3-7 см. Лежит она более косо, подвижнее и относительно больше, чем у взрослых. Наиболее активно она развивается до 1 года и в 5-6 лет. К 13-15 годам она достигает размеров взрослого человека, а полного развития к 25-40 годам. Поджелудочная железа уже у новорожденного отделяет много сока и её усиленная деятельность восполняет в раннем детстве недостаточное развитие желудочных желез. С

возрастом количество поджелудочного сока увеличивается, а его переваривающая сила и количество ферментов уменьшается.

*Печень.* Это самая крупная железа организма человека, расположена в правом подреберье, масса ее до 1,5 кг. В печени осуществляется синтез белков крови, гликогена, жироподобных веществ, протромбина и др. Она служит депо крови и гликогена, обезвреживает находящиеся в крови конечные продукты распада органических веществ (ядовитые вещества). В печени образуется желчь, которая участвует в процессах пищеварения и всасывания. Она не содержит пищеварительных ферментов, но активирует ферменты поджелудочного и кишечного сока, эмульгирует жиры, что облегчает их расщепление и всасывание. Желчь усиливает двигательную активность кишечника и тормозит развитие гнилостных процессов в нем. В желчи находятся желчные кислоты, пигменты и холестерин. Желчные пигменты являются конечными продуктами распада гемоглобина. Основной желчный пигмент - это билирубин, красно-жёлтого цвета. Другой пигмент - биливердин - зеленоватого цвета и содержится в небольшом количестве. Холестерин находится в растворённом состоянии за счёт желчных кислот. Желчь накапливается в желчном пузыре и затем выделяется в двенадцатиперстную кишку рефлексорно при поступлении пищи в желудок. Печень у новорожденного очень больших размеров и занимает большую половину брюшной полости. У взрослых масса печени составляет 2-3% от общей массы, у новорожденного этот процент значительно выше - 4,0-4,5%. Детская печень очень подвижна и её положение зависит от положения тела.

Вес печени и количество отделяемой желчи на единицу веса у детей значительно больше. Но она содержит меньше кислот и регуляция углеводного и жирового обмена у детей младшего возраста недостаточна.

*Толстый кишечник.* Представлен слепой кишкой с червеобразным отростком, восходящей, поперечной и нисходящей ободочными кишками и прямой кишкой. Его длина составляет 1,5-2 м. Толстая кишка по своему внешнему виду отличается от тонкой. Она имеет более значительный диаметр, особые продольные мышечные тяжи или ленты, характерные вздутия, отростки серозной оболочки, содержащие жир. В толстой кишке выделяется небольшое количество сока, имеющего щелочную реакцию ( $pH=8,5-9,0$ ). Здесь происходит интенсивное всасывание воды, формирование каловых масс. Кроме того, в небольших количествах поступает глюкоза, аминокислоты и некоторые другие легко всасываемые вещества.

В толстой кишке живут многочисленные микроорганизмы (до десятков млрд на 1 кг содержимого), значение которых весьма значительно. Они участвуют в разложении непереваренных остатков пищи и компонентов пищеварительных секретов, синтезе витаминов К и группы В, ферментов и других физиологически активных веществ. Нормальная микрофлора подавляет патогенные микроорганизмы и предупреждает инфицирование организма. Нарушение нормальной микрофлоры при заболеваниях или в результате длительного введения антибиотиков происходят бурные размножения в кишечнике дрожжей, стафилококка и других микроорганизмов.

Поступающая с овощами и фруктами целлюлоза (клетчатка), в организме человека используется примерно на 40%. Продукты ее гидролиза всасываются в толстом кишечнике. Ферменты бактерий последнего расщепляют волокна клетчатки.

До 3-х лет тонкая и толстая кишка развиваются равномерно, затем толстая кишка начинает развиваться быстрее. С ростом ребёнка происходит опускание кишечника, особенно места перехода тонкого кишечника в толстый.

Основная функция кишечника - это *всасывание*. Процесс всасывания представляет собой переход (диффузию) составных компонентов питательных веществ из пищеварительного канала в кровь и лимфу. Белки всасываются в виде аминокислот, углеводы – в виде глюкозы, а жиры – в виде глицерина и жирных кислот. Процессу всасывания питательных веществ способствует наличие ворсинок. Количество их на 1 мм<sup>2</sup> достигает 20-40, а их высота – около 1 мм, что значительно увеличивает площадь соприкосновения питательных веществ со слизистой кишечника. Они имеют сложное строение: сверху покрыты эпителием, а внутри имеют кровеносный и лимфатический сосуды и мышечные клетки. Последние, сокращаясь, работают, как насос, нагнетающий жидкое содержимое полости кишечника в кровь и лимфу. Основное всасывание происходит в тонкой кишке, за исключением растительной клетчатки, которая всасывается в толстой кишке.

Процесс пищеварения, происходящий поэтапно в различных отделах пищеварительного тракта находится под постоянным контролем нервных и гуморальных механизмов. Значение центральной нервной системы в регуляции пищеварения было изучено И. П. Павловым, который доказал, что отделения слюны, желудочного сока происходят рефлекторно и являются безусловными пищевыми рефлексами. Они связаны преимущественно с непосредственным раздражением пищей рецепторов полости рта, пищевода, желудка. Возникшее в рецепторах возбуждение по чувствительным нервам передается в продолговатый мозг, где оно анализируется, и ответный импульс по центробежным нервам направляется к рабочим органам (происходит отделение слюны, желудочного сока и т. д.). С помощью зрительного, слухового анализаторов на внешние признаки пищи могут вырабатываться и условные рефлексы.

Гуморальная регуляция обусловлена выделением слизистой оболочкой желудка в кровь гормона гастрина, который стимулирует секрецию желудочного сока, желчевыделение, регулирует двигательную активность желудка и кишечника. Кроме того, гормоны передней доли гипофиза, коры надпочечников влияют на синтез пищеварительных ферментов, на процессы всасывания и моторику кишечника.

**Понятие об обмене веществ и энергии.** Обмен веществ и энергии – это поступление в организм из внешней среды различных веществ, усвоение и изменение их, выделение образующихся продуктов распада. Обмен веществ неотделим от превращения энергии. Поступающие с пищей органические вещества используются как строительный материал организма, а так же как энергетические ресурсы. После ряда химических превращений из веществ, поступивших с пищей, синтезируются свои, специфические для данного организма и для

данного органа соединения, из которых строятся клеточные структуры. Энергетическая роль питательных веществ состоит в том, что используется энергия, выделяющаяся при расщеплении и окислении их до конечных продуктов. Энергия в организме человека расходуется для поддержания температуры тела на определённом уровне, для синтеза составных частей клетки во время роста организма и для замены изношенных частей. Она необходима для деятельности всех систем и органов даже если человек находится в полном покое.

Количество пищи, которую съедает человек за свою жизнь, во много раз превышает его собственную массу, что говорит о высокой скорости процессов обмена веществ в организме. Обмен веществ у детей более высокий, чем у взрослых, и не бывает постоянным даже в пределах одной возрастной группы, так как тесно связан с процессами роста и развития организма и состоянием нервной системы. Наблюдаются периоды усиления и замедления обмена веществ, что связано с ускорением и замедлением процесса роста и развития в разное время года. Более интенсивный обмен наблюдается у новорожденных, у младших школьников он значительно ниже, но в период полового созревания сильно повышается. Обмен веществ у взрослых меняется в зависимости от физической нагрузки, а также от состояния здоровья.

**Обмен белков.** В организме белки выполняют различные функции. Являясь основным материалом, из которого построены клетки нашего тела, белки выполняют строительную роль. Ферменты и гормоны имеют белковую природу. Первые способны изменять скорость химических превращений в процессе обмена веществ, вторые – обеспечивают гуморальную регуляцию функций организма. Все виды двигательных реакций в организме выполняются сократительными белками – актином и миозином. Некоторые белки выполняют транспортную функцию, например, гемоглобин. Они выполняют иммунную функцию, так как антитела, вырабатываемые в организме при попадании антигенов, являются белками.

Их расщепление, так же как усвоение, и выведение из организма, происходит непрерывно. Поэтому требуется непрерывное восполнение белков в организме и, особенно, в развивающемся. В состав простых белков входит всего четыре химических элемента: кислород, водород, углерод и азот. В состав сложных белков (например, белки мозга) входит также сера, фосфор, железо и др.

Об интенсивности белкового обмена в организме судят по количеству поступившего и выделенного из организма азота, так как белок в отличие от других органических веществ организма человека содержит в своем составе азот. По соотношению количества азота, поступившего и выделенного из организма, определяют *азотистый баланс*.

Если количество поступившего в организм азота больше, чем выведенного, то говорят о положительном балансе азота. Такое преобладание синтеза белка над распадом наблюдается в детском возрасте (от рождения вплоть до окончания роста организма). Если же количество выделенного азота больше, чем поступившего, т. е. расщепление белка в организме преобладает над синтезом, имеет место отрицательный баланс азота, который возникает при некоторых болезнях, голодании, а также при употреблении неполноценных белков.

Белки представляют собой полимерные соединения, состоящие из мономеров — *аминокислот*. Известно всего 20 аминокислот, из которых и построены все белковые соединения, входящих в состав организма человека. *Специфичность белков* определяется как количеством составляющих белковые молекулы аминокислот, так и их последовательностью. Из всех аминокислот только 8 являются *незаменимыми* для человека. К ним относятся: триптофан, лейцин, изолейцин, валин, треонин, лизин, метионин и фенилаланин. Для растущего организма необходим также гистидин.

Белки, содержащие весь необходимый набор аминокислот в таких взаимоотношениях, которые обеспечивают нормальный синтез белка, являются белками биологически полноценными. Наоборот, белки не содержащие тех или иных аминокислот, будут неполноценными. Так, неполноценными являются желатин (нет триптофана и др.), кукурузный белок - зеин (мало триптофана и лизина), глиадин - белок пшеницы (мало лизина) и некоторые другие. Наиболее высока биологическая активность белков мяса, яиц, рыбы, икры, молока. В связи с этим пища должна иметь в своём составе не менее 30% белков животного происхождения.

Отсутствие в пище любой из незаменимых аминокислот (остальные могут синтезироваться в организме) вызывает серьезные нарушения жизнедеятельности организма, особенно растущего организма детей и подростков. Белковое голодание приводит к задержке, а затем и к полному прекращению роста и физического развития. Ребенок становится вялым, наблюдается резкое похудание, обильные отеки, поносы, воспаление кожных покровов, малокровие, снижение сопротивляемости организма к инфекционным заболеваниям и т. д.

Регуляция обмена белков осуществляется нервным и гуморальным путем. Нервные влияния контролируются гипоталамической областью промежуточного мозга. Гуморальная регуляция реализуется соматотропным гормоном гипофиза и гормонами щитовидной железы — тиротоксином и трийодтиронином, которые стимулируют синтез белка. Гормоны коры надпочечников — гидрокортизон, кортикостерон усиливают распад белков в тканях, особенно в мышечной и лимфоидной, а в печени наоборот стимулируют.

**Обмен жиров.** Жиры в организме используются в основном как энергетический материал. Их участие в построении органов и систем, т. е. пластическая функция, весьма незначительна. Один грамм жира при расщеплении дает 9,3 ккал энергии. Большая часть жиров находится в жировой ткани и составляет резервный энергетический запас. Меньшая часть жиров идет на построение новых мембранных структур клеток и на замену старых. Некоторые клетки организма способны накапливать жир в огромных количествах, выполняя таким образом в организме роль тепловой и механической изоляции, т. е. защитные функции. Любой жир, всасывающийся кишечником, попадает главным образом в лимфу и в незначительном количестве — в кровь.

Жиры включают в себя собственно жиры (липиды) и жироподобные вещества (липоиды). Липиды образуются соединением спирта глицерина и жирных кислот. К липоидам относятся фосфатиды и стерины. Несмотря на то, что специфичность жира выражена меньше, чем специфичность белков, у человека

имеется относительное постоянство состава и свойств жира. Это связано с наличием в них жирных кислот. Последние делятся на насыщенные, и ненасыщенные.

Насыщенные жирные кислоты содержатся в животных жирах, а также в кокосовом и пальмовом масле. Они обычно находятся в твердом состоянии при комнатной температуре и почти всегда затвердевают при охлаждении. Жиры молока не затвердевают, поскольку они гомогенизированы, то есть подвергнуты процессу, приводящему к их дисперсии. Ненасыщенные жирные кислоты содержатся в основном в растительных жирах остаются жидкими как при комнатной температуре, так и при охлаждении.

Биологическая ценность жиров определяется тем, что некоторые жирные кислоты не могут образовываться в организме и являются незаменимыми. К ним относятся линолевая, линолиновая, арахидоновая кислоты. Линолевая и линолиновая содержатся в растительных маслах, особенно в оливковом, подсолнечном и конопляном. Арахидоновая содержится в курином, гусином и свином сале. При их дефиците развиваются патологические изменения в сосудистой стенке, приводящие к тяжёлому заболеванию – атеросклерозу. Могут наступить также нарушения половой функции. В рационе человека, должны преобладать растительные жиры. После 40 лет, животные жиры должны быть практически исключены из рациона. Твёрдые жиры животного происхождения вредны для организма. Они встраиваются в клеточную мембрану, делает её непроницаемой для различных веществ, в результате чего клетка стареет. Избыточное содержание в организме жира любого вида способствует превращению его в гликоген в печени и мышцах, создает ацидоз (повышенную кислотность крови и других жидкостей, составляющих внутреннюю среду организма), снижает аппетит, приводит к ожирению, а иногда является причиной расстройств желудочно-кишечного тракта.

У детей организм больше нуждается в энергетическом материале. Например, на первом году жизни ребенок должен получать 7 г жира на 1 кг веса тела в сутки, к 4 годам – до 3,5-4 г, в младшем школьном возрасте – 2,5-2 г, в 10-12 лет – 1,5 г, взрослому – 1 г на килограмм веса. Большое значение в детском питании имеет качество жира. Вообще для детей лучше использовать молочные жиры, а на первом году жизни необходимы жиры грудного молока, усваивающиеся на 94-98%, а при искусственном вскармливании на 85%. Не следует лишать детей и растительных жиров, ненасыщенные жирные кислоты которых, благоприятствуют росту, нормализуют функции кожи, уменьшают количество холестерина в крови.

Регуляция обмена жиров осуществляется нервным и гуморальным путем. Парасимпатические нервы, способствуют отложению жира, а симпатические – наоборот. Нервные влияния контролируются гипоталамической областью промежуточного мозга (как к отложению жира, так и к похудению). Гуморальная регуляция реализуется соматотропным гормоном гипофиза, гормонами мозгового слоя надпочечников – адреналина и норадреналина, щитовидной железы – тироксина, которые обладают жиромобилизирующим влиянием. Глюкокор-

тикоиды коры надпочечников, а также инсулин поджелудочной железы оказывают тормозящее влияние на мобилизацию жира.

**Обмен углеводов.** Углеводы – основной источник энергии (1 г выделяет 4,1 ккал) и пластического материала (построение оболочек клеток, соединительной ткани) в организме. Они усиленно расщепляются в пищеварительном тракте и усваиваются на 90-98%. Углеводы в организме расщепляются до простых сахаров — глюкозы, фруктозы, галактозы, и т. д. В их состав, как и в состав жиров, входит три химических элемента: кислород, водород, и углерод. Одинаковый химический состав жиров и углеводов дает возможность организму при излишке углеводов строить из них жиры, и наоборот, при необходимости из жиров в организме легко образуются углеводы.

Потребность в углеводах за сутки составляет: в возрасте 1- 3 лет – 193 г, в 8-13 – 370 г, в 14-17 – 470 г, что близко к норме взрослого (500 г).

Количество глюкозы в крови младших школьников - 0,08-0,1%, т. е. почти равно норме взрослого. Однако большое количество сахара в пище повышает его содержание в крови на 50-70 и даже на 100%. Это так называемое алиментарное (пищевое) повышение, или гликемия, которая у маленьких детей не вызывает беспокойства в связи с повышенным углеводным обменом. Гликемия у взрослых в пределах 0,15-0,16% вызывает, глюкозурию, т. е. появление сахара в моче. В некоторых случаях возможно стойкое патологическое повышение концентрации углеводов в крови, сопровождающееся усиленным выведением сахара с мочой. Это заболевание, называемое *сахарным диабетом*, связано с нарушением внутрисекреторной функции поджелудочной железы. При пониженном содержании сахара в крови (менее 0,1 %) гликоген, имеющийся в печени и мышцах, расщепляется до глюкозы и поступает в кровь; образование глюкозы возможно также из белка и жира. Патологическое снижение глюкозы до 0,05 % опасно для жизни, наступает обморочное состояние (инсулиновый шок), которое также связано с нарушением функций поджелудочной железы.

Дети (в том числе школьного возраста) должны получать с пищей не только легкоусвояемые углеводы: глюкозу, сахар, крахмал, но и нерасщепляемые – клетчатку и пектины. Если первые необходимы как источник энергии, то клетчатка нужна для укрепления зубов и всего жевательного аппарата, а также как раздражитель кишечника, стимулятор перистальтики и опорожнения его. Она нормализует деятельность нормальной микрофлоры в кишечнике, способствует выведению холестерина. Недостаток клетчатки способствует развитию ожирения, а во взрослом возрасте, сердечно-сосудистых заболеваний, рака кишечника и других. Другим неусвояемым сахаром является пектин, которого много во всех овощах и фруктах, но больше всего в кожице яблока и цитрусовых. Он также способствует подавлению гнилостной микрофлоры в кишечнике человека, выведению холестерина из организма. Клетчатку с пектином называют ещё пищевыми волокнами. Оптимальное содержание их 10-15 г в рационе. Эта потребность легко покрывается хлебом грубого помола, овощами и фруктами. Много их в сухих овощах и фруктах изюме и черносливе.

Регуляция обмена углеводов осуществляется нервным и гуморальным путем. Нервные влияния контролируются гипоталамической областью промежу-

точного мозга. Гуморальная регуляция реализуется соматотропным гормоном гипофиза и гормонами щитовидной железы – тироксином и трийодтиронином, глюкагоном, продуцируемым поджелудочной железой, адреналином – гормоном мозгового слоя надпочечников и глюкокортикоидами коркового слоя надпочечников, которые увеличивают уровень сахара в крови. Инсулин – единственный гормон, вызывающий снижение уровня глюкозы в крови.

**Обмен воды.** Вода и другие минеральные вещества (соли, кислоты, щелочи), используемые организмом входят в состав всех его тканей. Вода и растворенные в ней минеральные соли принимают активное участие в синтезе веществ в процессе роста тканей.

Общее количество воды в организме зависит от возраста, пола и упитанности. В среднем в организме человека содержится около 61% воды. Содержание воды в детском организме значительно выше, особенно на первых этапах развития. В организме новорожденного вода составляет от 70 до 80%. Больше всего воды в крови – 92%, в мышцах – 70%, во внутренних органах – 76-86%. Меньше всего воды в костях – 22% и в жировой ткани – 30%. Большее содержание воды в организме детей, очевидно, связано с большей интенсивностью обменных реакций, связанных с их быстрым ростом и развитием. Общая потребность в воде детей и подростков возрастает по мере роста организма. Если годовалому ребенку необходимо в день примерно 800 мл воды, то в 4 года – 1000 мл, в 7-10 лет – 1350 мл, в 11-14 лет – 1500 мл. Потребность человека в воде при обычной температуре составляет 2-2,5 л.

Ограничение приема воды нарушает внутриклеточный обмен в организме, изменяет цвет кожи и видимых слизистых оболочек, вызывает жажду. Лучше всего утолять жажду очищенной пресной водой или натуральными соками. Содержащиеся в последних витамины и минеральные вещества делают их полезным заменителем промышленных прохладительных напитков, в которых есть только сахар, вода, консерванты и искусственные добавки. Для очистки воды рекомендуется использовать специальные фильтры. Наличие солей в организме, их удержание и выведение зависят не только от употребления с пищей, но и от их содержания в питьевой воде. Следует знать, что кипячение не во всех случаях вызывает выпадение в осадок солей и снижает жесткость воды. Использование природных минеральных вод – один из старейших методов лечения ряда заболеваний, но употреблять их нужно только по назначению врача в строго определенных количествах. Частое их применение ведет к нарушению солевого обмена. Углекислый газ, который содержится в газированных напитках, вызывает раздражение слизистой желудка и излишнее сокоотделение. В жаркую погоду хорошим средством для утоления жажды является чай, увеличивающий слюноотделение и устраняющий сухость во рту. Можно так же добавлять к воде фруктовые и овощные соки или экстракты.

Регуляция водного обмена осуществляется нервно-рефлекторными и гуморальными механизмами. Первый реализуется нервным центром, который находится в промежуточном мозге, точнее, в гипоталамусе. Второй осуществляется с помощью следующих гормонов: антидиуретического (гормон гипофиза), минералокортикоидов (гормоны коры надпочечников).

**Значение витаминов.** Витамины – это биологически активные вещества разнообразной химической природы, которые в малых количествах оказывают сильное действие на обмен веществ. Недостаточное поступление витаминов в организм – *гиповитаминоз* и полное отсутствие – *авитаминоз* так же неблагоприятны для организма, как и их избыток – *гипервитаминоз*. Витамины ускоряют биохимические реакции в организме, повышают активность гормонов и ферментов, участвуют в образовании пищеварительных ферментов. Они применяются для повышения сопротивляемости организма к инфекционным заболеваниям, факторам внешней среды.

При организации питания школьников необходимо следить за тем, чтобы пища содержала достаточное количество витаминов и прежде всего натуральных, которыми богаты овощи, ягоды, фрукты, в течение круглого года.

В настоящее время известно более 40 витаминов; одни из них растворяются в воде (В, С, Р), другие – в жирах (А, D, Е, К, F) (Табл. 1).

При продолжительном хранении продуктов происходит потеря ими витаминов. Так, картофель за 2 месяца хранения теряет половину витамина С, рассеянный солнечный свет в течении 5-6 минут уничтожает до 64% витаминов молока, уже в первые минуты варки пищи большинство витаминов практически полностью разрушаются. Большая часть свежих фруктов при хранении почти не теряет витамина С, бета-каротина и других питательных веществ. В то время, как овощи могут потерять около четверти витамина С после дня хранения в холодильнике, большинство фруктов сохраняют этот витамин в течение 7-10 недель. При биохимическом способе квашения овощей – без большого количества поваренной соли — достигается частичное сохранение витамина С даже в течение нескольких месяцев. Для сохранения витаминов, не нарежьте заранее свежие овощи, т.к. пребывание

Таблица 1.

Витамин	Функция	Суточная норма	Источники
1	2	3	4
<b>Жирорастворимые</b>			
А (ретинол)	Рост и формирование скелета, ночное зрение, функция биологических мембран, печени, надпочечников, состояние костей, зубов, волос, кожи и репродуктивной системы	0,5мг	Печень, сливки, сыр, яйца, рыбий жир, почки, молоко
Провитамины А (каротин)	В организме преобразуется в витамин А, антиоксидантное действие и антиканцероген-	1,0мг	Морковь, абрикосы, перец, щавель, облепиха

	ное		
Д (кальциферол)	Регулирует обмен Са и Р, укрепляет зубы, предупреждает рахит	0,3 мг	Зародыши зерновых, пивные дрожжи, рыбий жир, яйца, молоко
Е (токоферол)	Антиоксидант, функция биологических мембран, состояние половых желез, гипофиза, надпочечников и щитовидной железы, мышечная работоспособность, долголетие	12- 15мг	Растительные масла, зародыши злаков, зеленые овощи
К (филлохинон, витамин К)	Свертывание крови, анаболическое действие	1,5мг	Зеленый салат, капуста
<b>Водорастворимые</b>			
В1 (тиамин)	Обмен углеводов, функции желудка, сердца, нервной системы	2,0 мг	Цельные зерна, пивные дрожжи, печень, картофель
В2 (рибофлавин)	Обмен белков, жиров, углеводов, рост, ночное и цветное зрение	2,0 мг	Печень, яйца, проросшие зерна, неочищенные крупы, зеленые овощи

**Продолжение табл. 1**

1	2	3	4
В3 (никотиновая кислота)	Функции нервной системы, состояние кожи, уровень холестерина в крови, функции щитовидной железы и надпочечников	10 мг	Пивные дрожжи, проросшие зерна, рис, яйца, рыба, орехи, сыр, сухофрукты
В12 (цианкобаламин)	Образование эритроцитов, обмен белков, улучшение роста и общего состояния детей	3 мкг	Печень, почки, рыба, яйца, сыр, творог

С (аскорбиновая кислота)	Окислительно-восстановительные процессы, состояние стенок сосудов, участие иммунитете, антиоксидант	100-300 мг	Шиповник, черная смородина, капуста, укроп, цитрусовые, картофель
--------------------------	---	------------	---

на воздухе разрушает витамин А и С, а свет снижает содержание рибофлавина и витамина К. Обработка овощей паром придает им мягкость без потери свежести, и сохраняет больше витаминов и минеральных веществ по сравнению с варкой. Используйте для этого пароварку или другую емкость с плотной крышкой. Отваривать овощи лучше в небольшом количестве воды, поскольку вода удаляет питательные вещества. Чтобы сохранить больше витамина С, опускайте овощи в кипящую воду. Поскольку в кожце таких овощей как помидоры, огурцы и сладкий перец содержатся волокна, а витамины сохраняются непосредственно у ее поверхности, перед едой лучше их не очищать. Это же касается и фруктов. Например, очищенное яблоко теряет до 25 % витамина С. Одними из важнейших источников витаминов D, E, группы В являются злаки. Однако, значительная часть их теряется при очистке муки. Поскольку многие из нас потребляют злаковые в основном в виде хлеба, самый легкий способ получить максимальную пользу от зерновых продуктов – это вместо белого хлеба есть хлеб из непросеянной пшеничной или овсяной муки.

**Минеральные вещества** в организме играют многосторонние и важные функции. Они определяют структуру и функции многих ферментативных систем и процессов, обеспечивают нормальное течение определенных важных физиологических процессов, принимают участие в пластических процессах и построении тканей, особенно костной (Табл. 2).

На баланс минеральных солей в организме влияют возраст и индивидуальные особенности детей в разные периоды года. Если взрослый и здоровый организм принимает избыточное количество минеральных солей, то они могут откладываться про запас. Так, хлорид натрия откладывается в подкожной клетчатке, соли железа - в печени, кальция - в костях, калия - в

Таблица 2.

Элемент	Потребность (мг/сутки)	Источники	Локализация в организме	Физиологическая роль и биологические эффекты
1	2	3	4	5
Al алюминий	2-50	Хлебопродукты	Печень, головной мозг, кости	Способствует развитию и регенерации эпителиальной, костной, соединительной ткани; воздействует на активность ферментов и пищеварительных желёз

Br бром	0,5-2	Хлебопро- дукты, мо- локо	Головной мозг, щито- видная железа	Участвует в регуля- ции нервной системы, функции половых и щитовидной железы
Fe железо	10-30	Хлебопро- дукты, мя- со, фрукты	Эритроциты, селезёнка, пе- чень	Участвует в крове- творении, дыхании, в иммунобиологиче- ских и окислительно- восстановительных реакциях
I йод	1,1-1,3	Молоко, овощи	Щитовидная железа	Необходим для функ- ционирования щито- видной железы
Co кобальт	0,02-0,2	Хлебопро- дукты, мо- локо, овощи	Кровь, кости, селезёнка, пе- чень, гипофиз яичники	Стимулирует крове- творение, участвует в синтезе белков, в ре- гуляции углеводного обмена

**Продолжение табл. 2**

1	2	3	4	5
Mn Маргане ц	2-10	Хлебопро- дукты	Кости, печень, гипофиз	Влияет на развитие скелета, участвует в иммунных реакциях, в кроветворении и тканевом дыхании
Cu медь	1-4	Хлебопро- дукты, кар- тофель, фрукты	Печень, кости	Способствует росту и развитию, участвует в кроветворении, им- мунных реакциях, тканевом дыхании
Mo	0,1-0,5	Хлебопро-	Печень, поч-	Входит в состав фер-

молибден		дукты	ки, пигментная оболочка глаза	ментов, ускоряет рост
F фтор	2-3	Вода, овощи, молоко	Кости, зубы	Повышает устойчивость зубов к кариесу, стимулирует кроветворение иммунитет, рост костей
Zn цинк	5-20	Хлебопродукты, мясо, овощи	Печень, простата, сетчатка	Участвует в кроветворении, в деятельности желёз внутренней секреции

мышцах. При дефиците их они поступают в органы из депо. Источниками минеральных веществ являются молоко, яйца, мясо, фрукты и овощи. Выделяются минеральные вещества почками, потовыми железами и кишечником.

Минеральные соли содержатся в пище в достаточном количестве для поддержания жизнедеятельности. Только хлорид натрия вводят дополнительно. Однако для растущего организма минеральных солей требуется больше. Они необходимы для новообразования тканей и органов, например, костной системы. Дополнительно, главным образом, необходимо вводить соли калия, натрия, магния, хлор и фосфор. Те же соли необходимы и в период беременности для развивающегося плода.

**Обмен энергии.** Энергетическая роль питательных веществ состоит в том, что используется энергия, выделяющаяся при расщеплении и окислении их до конечных продуктов. В процессе обмена веществ происходит превращение энергии: потенциальная энергия органических соединений, поступивших с пищей, превращается в тепловую, механическую и электрическую энергии. Результатом энергетических процессов является теплообразование, поэтому энергия, образовавшаяся в организме, может быть выражена в калориях и джоулях. Калорийность пищи – это ее способность выделять энергию. При длительном недостатке энергетически ценной пищи организмом расходуются не только резервные углеводы и жиры, но и белки, что в первую очередь ведёт к уменьшению массы скелетных мышц. В результате происходит общее ослабление организма.

Основной обмен – это минимальное количество энергии, необходимое человеку для поддержания жизни в состоянии полного покоя. Основной обмен зависит от возраста, от общей массы тела, от внешних условий проживания и индивидуальных особенностей человека. У мужчин – работников физического труда, не требующего значительных энергозатрат, среднесуточный энергетический обмен равен 2750–3000 ккал, у женщин той же группы – 2350–2550 ккал. Для людей умственного труда энергозатраты будут несколько ниже: 2550-2800 ккал для мужчин и 2200-2400 ккал для женщин. У детей же интенсивность ос-

новного обмена значительно выше, чем у взрослого. В возрасте от 20 до 40 лет он сохраняется на довольно постоянном уровне. В пожилом возрасте он снижается.

Регуляция обмена энергии осуществляется условно-рефлекторным путем с участием центров коры головного мозга и гипоталамической области промежуточного мозга. Особую роль играет гуморальная регуляция, за счёт секреции гормонов щитовидной железы – это тироксин и трийодтиронин и гормона мозгового слоя надпочечников – адреналина.

**Основы рационального питания.** Важно помнить, что правильно организованное питание является обязательным условием нормальной и здоровой жизни, а для детей и подростков рациональное питание – необходимое условие их физического и психического развития. Пренебрежение едой так же вредно, как и злоупотребление.

Избыток белка в организме оказывает отрицательное влияние на него. Наиболее к нему чувствительны маленькие дети и пожилые люди. Особенно страдают от белка почки и печень, они увеличиваются в размере и в них происходят структурные изменения. Длительный избыток белков приводит к перевозбуждению нервной системы.

Если перейти сразу после вскармливания грудным молоком на продукты, содержащие большое количество белка: мясо, творог, яйца, то это отрицательно влияет на ребёнка – ускоряет его развитие, способствует развитию заболевания почек и печени, и также замедляет умственное развитие.

При тепловой обработке разрушается третичная структура белка и после этого белки лучше подвергаются действию пищеварительных соков и лучше усваиваются. Вместе с тем длительная тепловая обработка, например, жарение приводит к взаимодействию белков с углеводами, вследствие чего образуются вещества, которые в организме не усваиваются. В жареном мясе образуется ряд вредных азотсодержащих соединений, в том числе обладающих и канцерогенными свойствами. То же самое происходит при копчении. Уже давно установлено, что для организма оптимальным является употребление пищи без тепловой обработки. При приёме вареной пищи наблюдается пищевой лейкоцитоз, к стенкам кишечника направляются в большом количестве лейкоциты, как в том случае, когда наблюдается какое-то повреждение. Организм реагирует на вареную пищу, как на вторжение чего-то враждебного. Повторяясь так несколько раз в день, такая реакция изнуряет организм. Для предупреждения пищевого лейкоцитоза и его последствий рекомендуется делать обманный маневр: начинать еду с сырой закуски и потом есть вареное.

Следует выделить несколько золотых правил питания. Во-первых нельзя оставлять приготовленную пищу даже на несколько часов (свежеедение). Сразу же начинается брожение и гниение. Во-вторых – сыроедение. Рекомендуется употреблять как можно больше свежих овощей и фруктов. Особенно полезны дикорастущие растения при ожирении, гипертонии, атеросклерозе. Но если вы худощавы и легко возбудимы, то лучше отварные овощи. В-третьих – сезонность питания. Весной и летом нужно увеличить количество растительных продуктов, зимой следует употреблять пищу, богатую белками. Важное значе-

ние имеют так же разнообразие, чередование продуктов и ограничение в питании. Больше всех устают самые большие едоки.

*Сочетание, совместимость пищи.* При несовместимых продуктах развивается повышенное брожение, гниение и интоксикация образующимися вредными веществами. Установлено, что сочетание жирной и крахмалистой пищи неблагоприятно для организма. Крахмалистые овощи (картофель, морковь, свекла), белковые продукты (мясо, яйца, молочные продукты, орехи, бобовые) крупы и хлебобулочные изделия не совместимы между собой, но совместимы с зелеными овощами, употребляемыми сырыми (огурцы, редис, лук, чеснок, щавель), салатами, капустой. Существует теория о раздельном питании, согласно которой нужно есть в разное время белки и углеводы, белки и жиры, белки и сахара, белки и кислоты, кислоты и крахмала.

Для предотвращения ожирения и очистки организма целесообразно применять разгрузочные дни. Их меню составляют из однообразной некалорийной пищи, и повторяются они через 6-10 дней. Длительное голодание проводится только под наблюдением врача (4-5 дней). После него нельзя употреблять соль, мясо, рыбу, яйца, грибы.

*Вегетарианство* – потребление только растительной пищи. Различают старовегетарианцев, неукоснительно придерживающихся этого правила, и младовегетарианцев, дополняющих вегетарианскую пищу молоком, яйцами либо молоком и яйцами одновременно. В климатических условиях Беларуси переход только на растительную пищу не приемлем и может привести к отрицательному азотистому балансу в организме, так как в произрастающих в нашей зоне растениях нельзя найти все незаменимые аминокислоты. Поэтому молоко и яйца должны быть в рационе.

## Лекция 7

### Физиология и гигиена выделительной системы

**Функции выделительной системы.** В процессе обмена веществ в организме образуются продукты распада. Накапливаясь, они нарушают постоянство внутренней среды организма и затрудняют его деятельность. Через легкие из организма удаляются углекислый газ, вода, некоторые летучие вещества (алкоголь и др.). Кишечник выделяет не переваренные остатки принятой пищи, соли кальция, желчные пигменты, частично воду и некоторые другие вещества. Потовые железы удаляют 5-10 % всех конечных продуктов обмена (вода, соль, некоторые аминокислоты, мочевины, мочевая кислота и др.).

Основная роль в выделительных процессах принадлежит почкам, которые удаляют из организма около 75 % конечных продуктов обмена (аммиак, моче-

вина, мочевая кислота, чужеродные и ядовитые вещества, образующиеся в организме или принятые в виде лекарств, и др.). Почки, выводя из организма излишек воды и минеральных солей, участвуют в регуляции осмотического давления крови.

*Выделением* называется процесс удаления из организма конечных продуктов жизнедеятельности, образующихся в результате распада органических веществ (углекислый газ, вода, мочеви́на, мочевая кислота, соли, и др.). При накоплении этих веществ в тканях возникает опасность отравления и гибели организма.

**Строение и возрастные особенности системы выделения.** Почки представляют собой парные органы бобовидной формы, длиной около 10 см, расположенные по обеим сторонам позвоночника на уровне XII грудного, I и II поясничных позвонков на задней стенке брюшной полости. Правая почка лежит на 2-3 см ниже левой. На внутренней, вогнутой стороне почки расположена воронкообразная полость (*почечная лоханка*), от которой отходит *мочеточник*. Сюда же подходят кровеносные и лимфатические сосуды, нервы, образуя так называемые *ворота почки*. В почке различают наружный (корковый) и внутренний (мозговой) слои. Корковый слой расположен по периферии почки и, входя в виде столбиков в мозговое вещество, делит его на 15-20 почечных пирамид. Каждая пирамида основанием обращена наружу, а верхушкой – к почечной лоханке. Корковое вещество имеет красно-бурую окраску, а мозговое более светлую. Структурной и функциональной единицей почки является нефрон.

*Нефрон* начинается в корковом веществе почки небольшой капсулой, имеющей форму двустенной чаши, внутри которой находится клубочек кровеносных капилляров. Между стенками капсулы имеется полость, от которой начинается мочевой каналец. Он извивается и затем переходит в мозговой слой, получая название извитого канальца первого порядка. В мозговом слое каналец выпрямляется, образует петлю и возвращается в корковый слой. Здесь он вновь извивается, образуя извитой каналец второго порядка, который впадает в выводящий проток или в собирательную трубку. Последние, сливаясь, образуют общие выводящие протоки. Эти протоки проходят через мозговой слой почки к верхушкам пирамид и открываются в полость почечной лоханки.

Почки, в связи с выполняемой функцией, имеют двойное кровообращение. Мелкая артерия, подходящая к капсуле, называется *приносящим сосудом*. Он распадается в капсуле на 50 капиллярных петель, образующих клубочек. Капилляры клубочка собираются в *выносящий сосуд*, по которому кровь оттекает от клубочка. Выносящий сосуд, выйдя из клубочка капилляров, вновь разветвляется на капилляры, которые густо оплетают извитые канальцы первого и второго порядка, а затем собираются в мелкие вены. Последние, укрупняясь, образуют почечную вену, впадающую в нижнюю полую вену.

К моменту рождения почки во многих отношениях обнаруживают функциональную незрелость. Клубочковая фильтрация у новорожденного в 2,5 раза слабее, чем у взрослого. И достигает его уровня только к концу 1-ого года жизни.

У новорожденного почки расположены несколько ниже, чем у детей старшего возраста. До 2-3 лет поверхность почки бугристая, неровная и имеет дольчатое строение. Клубочки у новорожденного расположены ближе друг к другу, чем у взрослого. С возрастом это расстояние увеличивается. Масса почки новорожденного составляет 11-12 г. К году она утраивается, а к 15 годам увеличивается в 10 раз. У новорожденного величина коркового слоя равна  $1/5$ , а у взрослого  $1/2$  мозгового слоя. Следовательно, с возрастом наиболее интенсивно растет величина коркового слоя, формирование его заканчивается к 5 годам. Рост же мозгового слоя происходит неравномерно: главным образом до трех лет, в 5-6 лет и в 9-12 лет.

Особенности деятельности почек в зрелом возрасте и в старости изучены меньше. Для периода старения характерны постепенный регресс основных почечных функций. Эти явления связаны в основном с нарастающими явлениями нарушений системы кровообращения почки. Постепенно атрофируются отдельные нефроны, деятельность которых полностью не компенсируется оставшимися. Уровень клубочковой фильтрации между 50-60, годами начинает постепенно снижаться.

Из почек моча выводится через мочеточники (трубки длиной до 30 см и шириной 3-6 мм), открывающиеся в мочевой пузырь.

Стенка мочеточников и мочевого пузыря состоит из трех оболочек: слизистой, мышечной и соединительно-тканной. Моча из почек продвигается за счет сокращений мышечной оболочки и периодически (2-3 раза в минуту) она поступает в мочевой пузырь. Он представляет собой полый мышечный орган вместимостью до 750 мл., который находится в области малого таза. Позади него у мужчин расположена прямая кишка, у женщин – матка. При сильном наполнении мочевого пузыря его верхушка прилегает к передней брюшной стенке. Когда объем мочи достигает некоторого критического уровня, напряжение его мышечных стенок увеличивается, давление повышается и наступает рефлексорный акт мочеиспускания.

Моча выводится из организма через мочеиспускательный канал. Он имеет внутренний и наружный сфинктеры. Внутренний (непроизвольный) охватывает его у места выхода из мочевого пузыря и открывается независимо от воли человека. Наружный сокращается произвольно.

Мочевой пузырь у детей раннего возраста располагается выше, чем у взрослого: в области живота, а затем уже опускается в область малого таза вместительность его у новорожденного 50 мл, 2 год 200 мл, 10 лет - 900 мл.

**Образование мочи.** Идет в три фазы: фильтрация, реабсорбция и секреция. *Фильтрация* происходит в почечных клубочках в том случае, если давление крови в капиллярах клубочка превышает по величине сумму онкотического давления белков плазмы крови и давление жидкости в капсуле клубочка. Фильтрация обусловлена разностью между гидростатическим давлением крови в капиллярном клубочке (70 мм рт. ст.), онкотическим давлением белков плазмы крови (30 мм рт. ст.) и гидростатическим давлением фильтрата плазмы крови в капсуле клубочка (20 мм рт. ст.). Фильтрационное давление определяющее скорость клубочковой фильтрации, составляет 20 мм рт. ст. В полости капсулы

из плазмы крови, протекающей через капилляры клубочка, фильтруются вода и все растворимые в плазме крови вещества (неорганические вещества, мочевины, мочевая кислота, глюкоза, аминокислоты), кроме белков. Жидкость, профильтрованная в просвет капсулы, по составу близка к плазме крови и называется *первичной мочой*. В обычных условиях в первичной моче наблюдаются лишь следы белков плазмы, но частично крупномолекулярные белки все же проникают в первичную мочу здорового человека.

Второй этап мочеобразования это – *реабсорбция*. В почках человека за сутки образуется 180 л мочи, а выделяется 1-1,65 л. остальная жидкость всасывается обратно в канальцах. В проксимальном отделе нефрона полностью реабсорбируются аминокислоты, глюкоза, витамины, белки, микроэлементы, натрий, хлор, бикарбонаты. В последующих отделах всасывается только вода и ионы. Все биологически важные для организма вещества имеют порог выведения. Так, выделение сахара с мочой наступает при её концентрации в плазме крови 160-180 мг%. Непороговые вещества полностью выделяются при любой их концентрации в плазме крови.

Следующим этапом образования мочи является канальцевая *секреция*. Секреция происходит из крови в просвет канальца против концентрационного и электрохимического градиента. Секреция позволяет быстро выделять органические основания и ионы. Схема секреторного процесса при транспорте органических соединений состоит в том, что в мембране клетки проксимального канальца имеется переносчик, обладающий сродством в данному веществу. Образуется комплекс переносчика и вещества, который перемещается в мембране и на ее внутренней стороне распадается, освобождая вещество и вновь приобретая способность перемещаться к внешней стороне мембраны и соединяться с новой молекулой вещества.

При обычном водном режиме за сутки выделяется 1-1,5 л мочи с плотностью 1,001% и до 1,033%. Количество мочи может уменьшаться в условиях высокой температуры, при обильном потоотделении и ночью во время сна. В составе мочи в сутки выделяется 25-35 г мочевины, до 1,2 г азота в составе аммиака, 0,7 г мочевой кислоты, 1,5 г креатинина, образующегося в мышцах, в небольших количествах поступают продукты гниения белков в кишечнике - индол, скатол, фенол.

В условиях патологии в моче обнаруживается ацетон, желчные кислоты, белок, глюкоза и многие другие. Когда концентрация глюкозы в крови превышает 10 ммоль/л (160-180 мг%), а также при патологии наблюдается глюкозурия - выделение глюкозы с мочой.

Цвет мочи зависит от величины диуреза и экскреции пигментов, он изменяется от светло-желтого до оранжевого. Пигменты образуются из билирубина желчи в кишечнике, где билирубин превращается в уробилин и урохром. Часть пигментов - это окисленные продукты распада гемоглобина.

С возрастом меняется количество и состав мочи изменяется. У детей ее отделяется больше, чем у взрослого человека, а мочеиспускание происходит чаще за счет большего количества воды и углеводов в рационе ребенка. У ме-

сячного ребенка мочи отделяется 350 мл, к 1 году - 750 мл, к 10 годам - 1,5 л, а в период полового созревания до 2 л. Потом это количество уменьшается.

У новорожденного реакция мочи резкокислая, а с возрастом она становится слабокислой. Кроме того, у новорожденного повышена проницаемость почечного эпителия, отчего в моче всегда обнаруживается белок. Чего у взрослых, здоровых людей быть не должно.

**Регуляция выделения.** Осуществляется нервными и гуморальными механизмами. Почки обильно снабжены волокнами симпатической и парасимпатической нервной системы. При раздражении симпатических нервов кровеносные сосуды почек сужаются, количество притекающей крови уменьшается и давление в клубочках падает. Это снижает скорость образования первичной мочи, обратное всасывание воды, неорганических веществ из вторичной мочи. Парасимпатические нервы, наоборот, расширяют кровеносные сосуды. Кроме того, почки получают импульсы из высших нервных центров, находящихся в промежуточном мозге.

Количество образующейся и отделяющейся мочи зависит от потребностей организма в воде. Всасывание воды из первичной мочи усиливается вазопрессином – антидиуретическим гормоном гипофиза (АДГ), а гормон надпочечников адреналин вызывает уменьшение образования мочи, так как сужает почечные сосуды. Гормон коры надпочечников альдостерон регулирует обратное всасывание солей натрия и калия в канальцах.

При избыточном содержании воды в организме так же снижается концентрация веществ в крови и её осмотическое давление падает. Это уменьшает активность центральных осморорецепторов, расположенных в гипоталамусе, а также периферических в печени, селезенке и других органах, что снижает выделение АДГ из нейрогипофиза в кровь и приводит к усилению выделения воды почкой.

При обезвоживании организма увеличивается концентрация осмотически активных веществ в плазме крови, возбуждаются осморорецепторы, расположенные в кровеносных сосудах, усиливается секреция АДГ, увеличивается реабсорбция воды, уменьшается мочеотделение и выделяется концентрированная моча.

При раздражении механорецепторов мочевого пузыря импульсы по центростремительным нервам поступают в крестцовый отдел спинного мозга, в котором находится рефлекторный центр мочеиспускания. Первые позывы возникают, когда объём жидкости достигает 150 мл, а рефлекторное мочеиспускание наступает при объеме 200-300 мл. Спинальный центр мочеиспускания находится под контролем вышележащих отделов мозга. Тормозящие влияния поступают из коры головного мозга и среднего мозга, а возбуждающие из гипоталамуса и варолиева моста.

**Искусственная почка.** После удаления одной почки в течение нескольких недель увеличивается масса оставшейся почки, клубочковая фильтрация увеличивается в 1,5 раза. Одна почка успешно обеспечивает устойчивость внутренней среды.

После удаления двух почек в течение нескольких дней развивается уремия. В этом случае концентрация продуктов азотистого обмена в крови возрастает, содержание мочевины увеличивается в 20-30 раз, нарушается гомеостаз, развивается слабость, расстройства дыхания и наступает смерть.

Для замещения некоторых функций почек используют аппарат под названием "искусственная почка". В основе работы прибора лежит принцип *гемодиализа* (отделение коллоидов от истинно растворенных веществ). Он представляет собой диализатор, в котором через поры полупроницаемой мембраны кровь очищается от шлаков, нормализует её состав. В этих аппаратах используют диализирующие пленки, через поры которых, как в почечных клубочках, проходят низкомолекулярные компоненты плазмы, но не проникают белки. По одну сторону пленки непрерывно протекает кровь пациента, поступающая из артерии и вливаемая потом в вену, по другую сторону находится диализирующий раствор. Этот раствор подобен плазме крови, но не содержит мочевины и других продуктов азотистого обмена. Вследствие этого эти вещества легко диффундируют в диализирующий раствор. Больной обычно подключается к такому аппарату 2-3 раза в неделю на несколько часов и жизнь может поддерживаться таким образом в течении нескольких лет. В клинике часто гемодиализ сочетается с гемосорбцией. В данном случае в качестве используют колонку, заполненную активированным углем, с помощью которого удаётся удалить из крови вредные вещества, которые в нормальных условиях расщепляются в почке.

**Гигиена органов выделения.** Для обеспечения нормальной функции почек следует избегать употребления алкоголя, острой пищи, соблюдать осторожность при работе с ядовитыми веществами. Почки стабилизируют концентрацию рН в плазме крови на уровне 7,36. Следует знать, что при избыточном употреблении мяса образуется больше кислот, поэтому моча становится кислой, а при потреблении растительной пищи рН мочи сдвигается в щелочную сторону.

Рефлекс задержки мочи образуется к концу 1-ого года жизни. Недержание мочи (энурез) встречается у 5-10% детей до 15 лет, чаще у мальчиков (70%). Причинами энуреза могут быть чрезмерное повышение возбудимости парасимпатической иннервации мочевого пузыря, нарушение режима и воспитания, психические травмы, плохие бытовые условия. Дети плохо переносят это заболевание, нервничают, долго не засыпают, а потом погружаются в глубокий сон, во время которого позывы к мочеиспусканию не воспринимаются. Профилактика энуреза состоит в правильном воспитании с самого раннего возраста, создании нормальных бытовых условий, физическом развитии, строгом соблюдении гигиены питания и сна.

## Физиология и гигиена половой системы

Половая система человека представлена наружными и внутренними мужскими и женскими половыми органами. Основной частью их являются половые железы: яички у мужчин и яичники у женщин. Половая система представлена мужскими и женскими половыми органами. Основной частью их являются половые железы: яички у мужчин и яичники у женщин. По расположению половые органы подразделяют на наружные и внутренние.

**Мужские половые органы.** К *внутренним мужским половым органам* относятся половые железы – яички (с их оболочками и придатками), где развиваются половые клетки (сперматозоиды) и вырабатываются половые гормоны, семявыносящие протоки, семенные пузырьки, предстательная и бульбоуретральные железы. Наружными половыми органами мужчины являются половой член и мошонка. Мужской мочеиспускательный канал служит не только для выведения мочи, но и для прохождения сперматозоидов, которые поступают в него из семявыбрасывающих протоков.

*Внутренние мужские половые органы.* Яичко (семенник) является парной половой железой, выполняет в организме две важнейшие функции. В яичках образуются сперматозоиды и половые гормоны, влияющие на развитие первичных и вторичных половых признаков. Поэтому яички одновременно являются железами внешней и внутренней секреции. Располагаются яички вместе с *придатками* вне брюшной полости в особом вместилище – в *мошонке*, отделены друг от друга соединительнотканной перегородкой. Яичко делится перегородками на множество долек, в каждой из которых располагается по 1-2 извитых канальца, где происходит образование сперматозоидов.

*Железы мужских половых органов* расположены на путях продвижения сперматозоидов (спермы) от места их образования в яичках до выведения из половых путей мужчины. Такими железами являются предстательная железа и бульбоуретральные железы.

*Предстательная железа* (простата) – непарный, железисто-мышечный орган, который по форме и размерам сравнивают с каштаном. Расположена предстательная железа под мочевым пузырем, через нее проходит начальная часть мочеиспускательного канала и оба семявыбрасывающих протока. Многочисленные протоки предстательной железы открываются в предстательную часть мочеиспускательного канала.

*Бульбоуретральная железа*, парная, величиной с горошину, расположена в толще мочеполовой диафрагмы, позади мочеиспускательного канала. Секрет этих желез поступает в мочеиспускательный канал и входит в состав спермы.

Секрет, вырабатываем эпителием канальцев придатка яичка, а также *семенных пузырьков*, расположенных возле мочевого пузыря, разжижает сперму и способствует активации сперматозоидов.

*Наружные мужские половые органы.* Половой член выполняет две функции – он служит для выведения мочи и для введения семени в женское влагалище. Состоит из задней части (*корень*), передней части (*тело полового члена*), утолщенной *головки*, на вершине которой располагается *наружное отверстие*

*мочеиспускательного канала.* У основания головки кожа полового члена образует циркулярную свободную складку – крайнюю плоть, скрывающую головку.

Половой член образован двумя пещеристыми и одним губчатым телами. Пещеристые и губчатое тела покрыты плотной соединительнотканной белочной оболочкой, от которой внутрь отходят соединительнотканые перекладины – *трабекулы*. Между трабекулами располагается система тонкостенных ячеек (*лакун, каверн*), которые представляют собой сосудистые полости, выстланные эндотелием. Эрекция полового члена возникает благодаря накоплению крови в ячейках.

*Мошонка* является вместилищем для яичек и придатков. У здорового мужчины мошонка сокращена благодаря наличию в ее стенках мышечных клеток. Она представляет собой как бы «физиологический термостат», поддерживающий температуру яичек на более низком уровне, чем температура тела. Это является необходимым условием нормального сперматогенеза.

**Возрастные особенности мужских половых органов.** К моменту рождения яички должны опуститься в мошонку. Однако при задержке опускания яичек у новорожденного они могут находиться в паховом канале (забрюшинно). В этих случаях яички опускаются в мошонку позже, причем правое яичко расположено выше, чем левое.

До полового созревания яичко растет медленно, а затем его развитие резко ускоряется. У новорожденного длина яичка равна 10 мм, масса — 0,4 г. К 14 годам длина яичка увеличивается в 2—2,5 раза а масса достигает 2 г. В 18—20 лет длина яичка равна 38—40 мм, а масса увеличивается до 20 г. В зрелом возрасте (22 года и позже) размеры и масса яичка возрастают незначительно, а после 60 лет несколько уменьшаются. Во все возрастные периоды правое яичко крупнее и тяжелее левого и расположено выше него.

У новорожденного семенные каналы, а также каналы сети яичка не имеют просвета, который появляется к периоду полового созревания. В юношеском возрасте диаметр семенных канальцев удваивается, у взрослых мужчин он увеличивается в 3 раза по сравнению с диаметром семенных канальцев у новорожденного.

Длина полового члена у новорожденного равна 2,0-2,5 см, крайняя плоть длинная, полностью закрывает головку полового члена. До полового созревания половой член растет медленно, затем рост его ускоряется. Мужской мочеиспускательный канал у новорожденного относительно длиннее (5-6 см), чем в другие возрастные периоды, из-за высокого его начала. Быстрый рост мочеиспускательного канала наблюдается в период полового созревания.

**Женские половые органы.** Их подразделяют на внутренние (яичники, маточные трубы, матка и влагалище), расположенные в полости малого таза, и наружные — преддверие влагалища, большие и малые половые губы, клитор.

*Внутренние женские половые органы.* *Яичники* — парные органы, которые, подобно яичку у мужчин, выполняет две функции: внешнесекреторную (образование яйцеклеток) и внутрисекреторную (продукция женских половых гормонов). Яичники расположены в малом тазу возле боковой стенки малого таза под свободным концом маточной трубы.

В корковом веществе яичника находятся многочисленные *фолликулы* — *растущие первичные* (созревающие) и *атретические* (подвергающиеся обратному развитию), а также *желтые тела* и *рубцы*. Каждый растущий фолликул содержит незрелую *яйцеклетку*, которая окружена слоем *фолликулярных клеток*. Эти клетки секретируют женские половые гормоны — эстрогены. Фолликул, достигший своего максимального развития, заполняется фолликулярной жидкостью. Такой созревший фолликул называют *пузырчатым фолликулом* (Граафовым пузырьком). При *овуляции* (выходе яйцеклетки из яичника) фолликул лопается, и яйцеклетка выходит в брюшную (брюшинную) полость. Из брюшинной полости яйцеклетка поступает в находящуюся вблизи маточную трубу через ее брюшинное отверстие. По маточной трубе яйцеклетка продвигается в сторону полости матки. Если в маточной трубе яйцеклетка встречается со сперматозоидом, то происходит ее оплодотворение. Оплодотворенная яйцеклетка по маточной трубе продвигается в полость матки, где она внедряется (имплантируется) в слизистую оболочку.

*Маточная труба*, или яйцевод (фаллопиева труба) — парный, цилиндрической формы орган, расположена в верхней части широкой связки матки. Маточные трубы служат для передвижения яйцеклетки из яичника в матку. Они имеют два отверстия: одно из них открывается в полость матки, другое — в полость брюшины, около яичника. Этот конец расширен в виде воронки и заканчивается выростами, которые называется бахромками. По этим бахромкам яйцеклетка после выхода из яичника попадает в маточную трубу. В ней и происходит оплодотворение.

*Матка* — непарный, полый, толстостенный грушевидной формы орган, расположена в малом тазу между мочевым пузырем спереди и прямой кишкой сзади. У матки выделяют *дно*, *тело* и *шейку*.

*Влагалище* представляет собой уплощенную в передне-заднем направлении трубку длиной 7—9 см, которая соединяет полость матки с наружными половыми органами женщины. *Наружное отверстие влагалища* открывается в его преддверие, у девственниц оно закрыто девственной плевой.

*Наружные женские половые органы*. Большие половые губы представляют собой толстые кожные складки, ограничивающие половую щель. Между ними расположены малые половые губы. В толще последних находятся *большие железы преддверия* (соответствуют мужским бульбоуретральным), секрет которых увлажняет преддверие влагалища. Такую же функцию выполняют и малые преддверные железы, находящиеся в стенках преддверия влагалища. Клитор (гомолог пещеристых тел полового члена) состоит из головки и ножек.

**Возрастные особенности женских половых органов.** У новорожденной девочки яичник имеет цилиндрическую форму, а в период второго детства (8-12 лет) форма яичника становится яйцевидной. Длина яичника у новорожденной равна 1,5-3 см, ширина 4-8 мм. В период первого детства длина становится равной 2,5 см. В подростковом и юношеском возрасте длина яичника увеличивается до 5 см, ширина достигает 3 см, толщина — 1,5 см. Масса яичников уменьшается у женщин после 40-50 лет, а после 60-70 лет происходит постепенная атрофия яичников. Поверхность яичников гладкая у новорожденных и в

грудном возрасте. В подростковом возрасте на их поверхности появляются неровности, бугристости, обусловленные набуханием созревающих фолликулов и наличием желтых тел в ткани яичника.

У новорожденной девочки в грудном возрасте и в период раннего детства (до 3 лет) матка имеет цилиндрическую форму, уплощена в передне-заднем направлении. В период второго детства матка становится округлой, ее дно расширяется. В подростковом возрасте матка становится грушевидной. Эта форма сохраняется и у взрослой женщины.

**Овуляция и менструальный цикл.** Созревший *пузырчатый фолликул* (Граафов пузырек) разрывает покровный эпителий. При этом яйцеклетка выпадает в брюшинную полость тела возле *брюшного отверстия маточной трубы*. Процесс разрыва пузырьчатого фолликула и выпадения из него яйцеклетки получил название *овуляции*.

На месте лопнувшего фолликула образуется *желтое тело*, которое служит временной железой внутренней секреции. Гормон желтого тела (*прогестерон*) задерживает следующую овуляцию. Под его влиянием утолщается слизистая оболочка матки, которая подготавливается к восприятию оплодотворенной яйцеклетки. Если оплодотворение яйцеклетки не происходит, *желтое тело (менструальное)* через 12-14 дней подвергается обратному развитию, его гормонообразовательная функция прекращается. В связи с этим слизистая оболочка матки отторгается, рвутся ее кровеносные сосуды, наступает кровотечение, которое принято называть *менструальным*. Очередная менструация происходит в среднем через каждые 28 дней. Продолжительность менструального цикла индивидуальная, может находиться в пределах от 21 до 30 дней. Начинается менструация у девочек в период полового созревания (11-16 лет) и продолжается до 40-50 лет. Средняя продолжительность менструации 2-3 суток — это *менструальная фаза*. В следующую за ней *постменструальную фазу* под влиянием эстрогена восстанавливается слизистая оболочка матки. Затем, с 14-15-го дня от начала менструации, с момента овуляции, наступает предменструальная фаза, в течение которой слизистая оболочка матки снова готовится принять оплодотворенную яйцеклетку.

Если яйцеклетка оплодотворяется и наступает беременность, то на месте лопнувшего пузырьчатого фолликула образуется крупное, до 5 см в диаметре, желтое тело *беременности*. Это желтое тело существует в течение 6 месяцев, выполняя важную эндокринную функцию, затем подвергается обратному развитию.

## Лекция 9

### Физиология и гигиена эндокринной системы

**Железы внутренней секреции. Значение гормонов.** Железы внутренней секреции — это специализированные органы, не имеющие выводных протоков и выделяющие вырабатываемые вещества (гормоны) непосредственно в кровь

или лимфу. Для них характерно обильное кровоснабжение, обеспечивающее быстрое поступление гормонов в кровь и доставку их к органам и тканям.

Гормонами называют биологически активные вещества, выделяемые железами внутренней секреции. Они оказывают целенаправленное действие на другие органы и ткани. Процесс выделения гормонов в тканевые жидкости называется внутренней секрецией.

**Гипофиз** делится на три доли или части: переднюю (аденогипофиз), среднюю и заднюю (нейрогипофиз). В передней доле гипофиза вырабатываются следующие гормоны: соматотропин (или соматотропный – гормон роста) адренокортикотропный гормон (АКТГ), тиреотропин (или тиреотропный гормон, стимулирующий функцию щитовидной железы), гонадотропные гормоны (андроген – мужской половой гормон и экстроген – женский), лактогенный гормон (или пролактин, стимулирующий выработку молока во время беременности).

В средней доле гипофиза вырабатывается меланоцитостимулирующий гормон (интермедин). Он стимулирует изменение окраски кожи при беременности и при недостаточности функции надпочечников.

Нейрогипоз вырабатывает гормоны вазопрессин (антидиуретический) и окситоцин. Первый вызывает сужение сосудов и снижает выделение мочи, второй – сокращение мускулатуры матки.

Гипофиз рассматривается как центральная железа внутренней секреции, поскольку контролирует деятельность других эндокринных желез. Тропные гормоны регулируют секрецию гормонов гипофизо-зависимых желез по принципу обратной связи: при снижении концентрации определенного гормона в крови соответствующие клетки передней доли гипофиза выделяют тропный гормон, который стимулирует образование гормона именно этой железой. И наоборот, повышение содержания гормона в крови является сигналом для клеток гипофиза, которые отвечают замедлением секреции.

Масса гипофиза новорожденного ребенка 0,12 г, к 10 годам она удваивается, к 15 утраивается, к 20 достигает максимума, а после 60 лет несколько уменьшается.

**Щитовидная железа** – выделяет гормоны тироксин и трийодтиронин, которые усиливают окислительные процессы, оказывают влияние на водный, белковый, углеводный, жировой, минеральный обмен (хлориды), рост, развитие и дифференцировку тканей.

Щитовидная железа начинает развиваться на 4-й неделе эмбрионального развития. У новорожденного ребенка масса железы 5-6 г, а к году она уменьшается до 2-2,5 г, затем постепенно возрастает, в старческом возрасте масса уменьшается.

В местностях, где почва и вода бедны йодом наблюдаются многочисленные случаи недостаточности функции щитовидной железы со значительным разрастанием ее ткани (зоб). Это сопровождается пучеглазием, повышением основного обмена и температуры тела, увеличением потребления пищи и вместе с тем похуданием. Недостаток тироксина в детском возрасте приводит к задержке роста, полового созревания, развития психики (заболевание кретинизм).

У взрослых недостаток тироксина приводит к снижению основного обмена, отечности, понижению температуры тела, замедлению речи, мышления, общей апатии (заболевание-микседема). В период полового созревания иногда наблюдается увеличение железы в размерах.

**Околощитовидные железы** – продуцируют паратгормон, регулирующий уровень кальция и фосфора в крови, оказывая влияние на возбудимость нервной и мышечной системы. Гормон действует на костную ткань, вызывая усиление функции остеокластов. Гипофункция желез приводит к судорогам дыхательных движений.

У новорожденных масса паращитовидных желез не превышает 10 мг, к году она достигает 20-30 мг, к 5 годам удваивается, а к 20 достигает постоянной величины, не изменяясь в течение всей жизни человека.

**Надпочечники** — парные железы, прилегающие к верхним концам почек, состоят из мозгового вещества и коры. Мозговое вещество выделяет гормоны адреналин и норадреналин, оказывающие влияние на сердце, мелкие артерии, кровяное давление, основной обмен, мускулатуру бронхов и желудочного тракта. Кора надпочечников выделяет три группы гормонов: минералокортикоиды (альдостерон, кортикостерон), регулирующие минеральный обмен; глюкокортикоиды (гидрокортизон, кортизон), регулирующие белковый, жировой и углеводный обмен; половые гормоны (андрогены, эстрогены), регулирующие деятельность половых органов. Нарушение секреции кортикостероидов приводит к изменению работы сердца, исхуданию, повышенной утомляемости, изменению окраски кожи (заболевание «бронзовая болезнь»).

**Поджелудочная железа** относится к числу смешанных желез. Внутрисекреторная ее функция осуществляется скоплениями специальных клеток (островки Лангерганса), продуцирующих гормоны инсулин и глюкагон, которые поступают в кровь и влияют на углеводный обмен. Повышение количества инсулина ведет к увеличению потребления глюкозы клетками тканей, отложению гликогена в печени и мышцах, снижению концентрации глюкозы в крови. Он необходим для расщепления гликогена до глюкозы. Поражение внутрисекреторной части поджелудочной железы вызывает повышение в крови количества сахара, он начинает выделяться с мочой (сахарная болезнь, или диабет см. лекцию № 6).

**Параганглии.** К параганглиям относятся межсонный (сонный) гломус, расположенный у начала наружной и внутренней сонных артерий, пояснично-аортальной – у передней поверхности брюшной части аорты. Они вырабатывают адреналин норадреналин.

Пояснично-аортальные параганглии имеются у новорожденных и грудных детей, после 1 года начинается их обратное развитие, к 2-3 годам они исчезают. Это небольшие тонкие полоски, расположенные по обеим сторонам аорты. Параганглии состоят из типичных хромоаффинных клеток, с возрастом происходит их соединительнотканное перерождение.

Хромоаффинные ганглии небольшие, имеют форму рисового зерна, расположены на задней или медиальной поверхности общей сонной артерии у места

ее деления на наружную и внутреннюю. Надсердечный параганглий непостоянный, расположен между легочным стволом и аортой. Параганглии встречаются также на подключичной и почечной артериях.

**Эндокринная часть половых желез.** Половые железы (яичко и яичник) вырабатывают половые гормоны, которые выбрасываются в кровь. Эту функцию в яичке осуществляют интерстициальные эндокриноциты, или *клетки Лейдига*. Это крупные клетки, которые располагаются скоплениями между семенными канальцами около кровеносных капилляров.

Мужские гормоны андрогены (тестостерон) оказывают влияние на развитие половых органов, вторичных половых признаков, опорно-двигательного аппарата. В яичках синтезируется и небольшое количество эстрогенов.

Женские половые гормоны вырабатываются в яичнике. Клетки фолликулярного эпителия вырабатывают эстрогены. Клетки жёлтого тела – лютеоциты вырабатывают прогестерон. Кроме того, в яичниках образуется небольшое число андрогенов. Эстрогены обеспечивают развитие организма по женскому телу. Прогестерон влияет на слизистую оболочку матки, подготавливая её к имплантации оплодотворённой яйцеклетки.

**Шишковидное тело** или эпифиз располагается в бороздке между верхними холмиками пластинки крыши (четверохолмия) среднего мозга. Он округлой формы, масса его у взрослого человека не превышает 0,2 г.

Эпифиз содержит железистые клетки, которые называются пинеалоциты. Функция пинеалоцитов имеет четкий суточный ритм: ночью синтезируется мелатонин, днем – серотонин. Этот ритм связан с освещенностью, при этом свет вызывает угнетение синтеза мелатонина.

У новорожденного ребенка масса эпифиза около 7 мг, в течение первого года она достигает 100 мг и удваивается к 10 годам, после чего практически не меняется. В пожилом возрасте в эпифизе могут возникать кисты, откладываться «мозговой песок», поэтому его масса увеличивается.

**Стресс в жизни современного человека.** Стресс (от англ. stress – напряжение) – это неспецифический ответ организма на любое предъявленное ему требование. Это требование состоит в адаптации к изменяющимся условиям окружающей среды. Такое определение дает Ганс Селье, создатель учения о стрессе. Наиболее частыми стрессорами (факторами, вызывающими стресс) у человека являются эмоциональные раздражители. Любое воздействие на организм, заболевание, травма, физические и психические нагрузки, инфекционные агенты вызывают стресс. Более ¼ случаев временной нетрудоспособности приходится на долю стресса.

Механизм стресса заключается в том, что под действием стрессового раздражителя гипофиз увеличивает секрецию адренокортикотропного гормона (АКТГ), стимулирующего деятельность коры надпочечников, в результате чего в кровь в большом количестве поступают гормоны – кортикостероиды. Мозговое вещество надпочечников при стрессе выделяет адреналин, норадреналин и другие гормоны, которые в свою очередь стимулируют приспособительные ме-

ханизмы. В концепции Г.Селье такие изменения в организме получили название общего адаптационного синдрома и выделением в его структуре трёх фаз: реакции тревоги, фазы сопротивления и фазы истощения.

Во время первой фазы от органов чувств в ЦНС поступает сигнал о действии повреждающего фактора. Это происходит с помощью специфических ощущений (зрительных, слуховых, обонятельных, осязательных и т.д.). Из коры головного мозга сигналы поступают в вегетативную нервную систему и гипоталамус. Вначале проходит возбуждение симпатической НС, выделяется адреналин и норадреналин которые, поступая в кровь, вызывают усиление секреции АКТГ, который разносится кровью и попадая в надпочечники, вызывает секрецию глюкокортикоидов. Последние создают в организме условия для адаптации и борьбы со стрессовым фактором.

В фазу сопротивления выработка глюкокортикоидов нормализуется, организм адаптируется, если действие стрессора совместимо с возможностями адаптации. При этом признаки реакции тревоги исчезают, а уровень сопротивления поднимается значительно выше обычного. Продолжительность этого периода зависит от врождённой приспособляемости организма и силы стрессора.

В фазу истощения, после длительного действия стрессора к которому организм приспособился, постепенно истощаются запасы адаптационной энергии, вновь появляются признаки реакции тревоги, но изменения в коре надпочечников и других органах уже необратимы, и, если воздействие стрессора продолжается, индивидуум погибает.

Стрессорами могут быть как физические (жара, холод, шум, травма, собственные болезни), так и социально-психологические (радость, опасность, семейная или служебная конфликтная ситуация, плохие условия труда и т.д.) факторы. Независимо от характера стрессора организм реагирует на любой такой раздражитель однотипными изменениями: учащением пульса, повышением артериального давления, увеличением содержания в крови гормонов надпочечников и др.

Особое место занимают эмоциональные стрессовые ситуации, которые при частом воздействии могут вызвать истощение функциональных возможностей организма. Эмоциональный стресс является основной причиной уменьшения продолжительности жизни, повышения смертности людей и, в частности, внезапной смерти.

Стресс является универсальной реакцией живого организма и может оказывать на человека не только отрицательное но и положительное влияние – эустресс. В некоторых случаях (например, в спорте, во время выступления перед большой аудиторией, при сдаче экзаменов) оно совершенно очевидно. Ответная реакция на стресс мобилизует, обостряет внимание, улучшает зрение, стимулирует работу мышц, ускоряет реакцию, может приводить к облегчению течения многих соматических заболеваний (язвенная болезнь, аллергия, ишемическая болезнь сердца и др.).

Но положительного эффекта от стресса можно ожидать в том случае, если он мобилизует энергетические возможности организма и не ведёт к их истощению, если уровень стресса не слишком высок и он не переходит во вредный

стресс – дистресс. В результате повышении уровня содержания адреналина и норадреналина в крови при дистрессе повышается артериальное давление, сужаются сосуды, учащаются пульс и дыхание, повышается уровень холестерина. Частое повторение этих реакций может привести к развитию гипертонии, язвы желудка и другим поражениям внутренних органов. При достаточно сильных и частых стрессах в реакцию дополнительно вовлекаются эндокринные системы, действие которых является ещё более длительным и может влиять отрицательно на внутренние органы (например, их активация повышает риска развития инфаркта миокарда, повышает активность щитовидной железы и т.д.).

## Лекция 10

### Физиология нервной системы

**Строение нервной системы.** Нервная система представлена морфо-функциональной совокупностью нервных клеток (нейронов), их отростков и других структур нервной ткани организма. Она обеспечивает наилучшее приспособление организма к воздействию внешней среды и его реакцию на внешние и внутренние факторы, как единого целого, а также осуществляет взаимосвязь между отдельными органами и системами органов. Она регулирует физиологические процессы, протекающие в клетках, тканях и органах организма (сокращение мышцы, работа сердца и т.д.). У человека нервная система составляет основу психической деятельности (памяти, мышления, речи и т.д.).

Нервная система подразделяется на два основных отдела:

1. Центральная нервная система, к которой относятся головной и спинной мозг.

2. Периферическая нервная система представлена нервами, отходящие от головного и спинного мозга (12 пар черепно-мозговых и 31 пара спинномозговых нервов). Кроме нервов сюда входят нервные узлы или ганглии – скопление нервных клеток вне спинного и головного мозга.

По функциональным свойствам нервную систему делят на две части:

1. Соматическая (цереброспинальную), иннервирующая скелетные мышцы.

2. Вегетативная нервная систем регулируют деятельность внутренних органов (сердце, легкие, желудок), гладких мышц сосудов и кожи, различных желез и обмен веществ (обладают трофическим влиянием на все органы, в том числе и на скелетную мускулатуру). В свою очередь, вегетативная нервная система делится на симпатическую и парасимпатическую.

Разделение нервной системы на центральную и периферическую во многом условно, т.к. она функционирует как единое целое.

**Биоэлектрические явления в нервной клетке.** Нервное волокно обладает такими важными свойствами, как раздражимость и возбудимость. *Раздражимость* – это способность клеток под влиянием факторов внешней и внутренней среды, так называемых раздражителей, переходить из состояния покоя в состояние активности. *Возбудимость* – это способность клеток воспри-

нимать изменения внешней среды и отвечать на них реакцией возбуждения. Это приводит к созданию электрических потенциалов (биопотенциалов) клетки.

В качестве внешних воздействий, вызывающих возбуждение, могут быть механические, химические, звуковые или световые стимулы. Для каждой возбудимой клетки все раздражители делятся на адекватные и неадекватные. *Адекватный* раздражитель соответствует данному виду клеток, он вызывает возбуждение даже при очень малой энергии воздействия. Таков свет — для фоторецепторов, звук — для звуковых рецепторов и т.д. Другие раздражители называются *неадекватными*. Так, сетчатка глаза реагирует на механические, электрические раздражители. Минимальная энергия раздражителя, необходимая для возбуждения нервной клетки, называется *пороговой*. Минимальную силу раздражения, при действии которой регистрируется самый малый ответ, называется *порогом раздражения*. Чем меньше его величина, тем больше возбудимость. Все силы, меньше порога, называются *подпороговыми*, все силы, больше порога — *надпороговыми*. Некоторые воздействия могут вызывать в клетках снижение возбудимости по отношению к раздражителю. Такие реакции называют *торможением*.

**Мембранный потенциал.** В клетках, на поверхностях их клеточной мембраны, возникает мембранный потенциал или *потенциал покоя*. Это разность потенциалов (электрических зарядов), существующая между наружной и внутренней поверхностями клеточной мембраны в условиях отсутствия раздражителя. Величина этого потенциала зависит от типа клетки и варьирует от 20 до 200 мВ.

Мембранный потенциал образуется вследствие различного ионного состава тканевой жидкости и цитоплазмы нейронов. Особо важное значение имеют ионы натрия, калия, хлора, а разная концентрация ионов может поддерживаться за счет неодинаковой проницаемости клеточной мембраны для них.

Снаружи, со стороны межклеточной жидкости, больше положительно заряженных ионов, а с внутренней стороны, в цитоплазме нейрона, больше отрицательных ионов.

Если нервную клетку подвергнуть действию достаточно сильного раздражителя (механического, химического, электрического и т.д.), происходит перезарядка мембраны. Внутренняя поверхность мембраны приобретает положительный заряд, а наружная — отрицательный. Так возникает *потенциал действия* — *нервный импульс*.

**Проведение возбуждения.** На дендритах нейронов имеются боковые отростки (шипики), которые являются местами наибольших контактов с другими нейронами. По дендритам возбуждение проходит от рецепторов или от других нейронов к телу клетки, а аксон передает возбуждение от одного нейрона к другому или рабочему органу. Нейроны различают по строению и функции.

Проведение возбуждения в виде нервных импульсов — одно из основных свойств нервного волокна. Скорость проведения нервных импульсов может достигать до 120 м/с. Нервные импульсы от одной нервной клетки к другой передаются через специализированные контакты — *синапсы*.

По способу передачи нервных импульсов выделяют *химические* и *электрические синапсы*. У химических синапсов передача нервных импульсов происходит при участии биологически активных веществ — *медиаторов* (адреналин, ацетилхолин и др.), способствующих передаче возбуждения с одного нейрона на другой. Через электрические синапсы импульсы проходят в виде *электрических сигналов*.

Синапс состоит из трех частей:

1. Пресинаптический отдел представлен окончанием отростка (в нем находится большое количество митохондрий и пузырьков-везикул, где содержатся медиаторы – вещества).

2. Постсинаптический отдел образуется мембраной тела нейрона или другого отростка, а в концевой пластинке – мембраной мышечного волокна.

3. Синаптическая щель.

Наиболее важным функциональным свойством химических синапсов является односторонняя проводимость нервного импульса – от пресинаптической мембраны к постсинаптической мембране. В химических синапсах медиатор синтезируется и накапливается в нервных окончаниях пресинаптической клетки (передающей), выбрасывается из нее в синаптическую щель и воспринимается специфическими рецепторами постсинаптической мембраны, в результате чего происходит передача нервных импульсов.

**Центральная нервная система.** Это основной отдел нервной системы человека, представленный спинным и головным мозгом, главной функцией которого является осуществление сложных и высокодифференцированных реакций – рефлексов.

*Рефлекс* – это ответная реакция организма на раздражение из внешней или внутренней среды, осуществляемая с участием центральной нервной системы. По происхождению рефлексы делятся на безусловные или врожденные (видовые рефлексы) и условные или приобретенные в процессе индивидуальной жизни.

Реализация рефлекса происходит с помощью совокупности нервных образований, составляющих *рефлекторную дугу*. В состав рефлекторной дуги входят нервные окончания, воспринимающие раздражение (рецепторы); чувствительное (центроостремительное) нервное волокно, несущее возбуждение к центральной нервной системе; нервный центр, который состоит из системы нейронов, воспринимающих и передающих возбуждение; вставочный нейрон, передающий возбуждение из нервного центра на двигательный (центробежный) нейрон; двигательный нейрон, передающий возбуждение к рабочему органу. Оказалось, что при одновременном раздражении нескольких рецепторов ответная реакция наступает на то из них, которое обладает наибольшей силой, рефлекторные реакции на остальные раздражения не наступают.

*Торможение* имеет большое биологическое значение, поскольку оно дает возможность организму реагировать в каждый отдельный момент лишь на те раздражения, которые в это время имеют для него наибольшее значение. Кроме того, торможение, не давая проявляться рефлексам, в определенный момент второстепенным, предохраняет нервную систему от переутомления. Наконец,

торможение, взаимодействуя с возбуждением, позволяет организму совершать строго координированные действия. Так, во время ходьбы возбуждение нейронов, посылающих импульсы к мышцам-сгибателям, сопровождается торможением нервных клеток, проводящих импульсы к другим мышцам – разгибателям того же сустава. В следующий момент возбуждение нейронов первой группы сменяется тормозной реакцией, а торможение второй – возбуждением.

*Спинальный мозг* представляет филогенетически древнюю часть центральной нервной системы, расположенную в позвоночном канале. Он представляет собой длинный тяж (у взрослого человека составляет около 45 см). Вверху он переходит в продолговатый мозг, а внизу на уровне 1-2 поясничных позвонков он суживается и переходит в концевую нить, присоединяющуюся к надкостнице копчика. Спинальный мозг состоит из серого и белого вещества. *Серое вещество* расположено внутри и от него отходят два задних и два передних рога. В передних рогах находятся двигательные нейроны, от которых отходят двигательные нервы. В задние рога через задние корешки входят аксоны чувствительных нейронов. *Белое вещество* лежит снаружи серого вещества. Оно образует шесть столбов: два передних, два боковых и два задних. В них расположены проводящие пути, по которым возбуждение передается от всех частей тела в головной мозг (восходящие пути) и от головного мозга на периферию (нисходящие пути).

Спинальный мозг имеет 31 сегмент: восемь шейных, 12 грудных, 5 поясничных, 5 крестцовых и 1 копчиковый. Каждый сегмент иннервирует определенный участок тела. При травме сегмента, нарушается рефлекторная реакция того участка тела, с которым он связан.

Спинальный мозг иннервирует всю скелетную мускулатуру, кроме мышц головы. Здесь находятся рефлекторные центры мускулатуры туловища, конечностей и шеи. В спинном мозге лежат так же рефлекторные центры сгибательного, разгибательного, сухожильного и других рефлексов, а также сосудодвигательный центр, центры потоотделения, дыхания, мочеотделения, дефекации и половой функции.

До первых трех месяцев внутриутробной жизни спинной мозг занимает позвоночный канал на всю его длину. В дальнейшем позвоночник растет быстрее, чем спинной мозг. Поэтому нижний конец спинного мозга поднимается в позвоночном канале. Спинальный мозг новорожденного имеет длину 14 см. К двум годам длина спинного мозга достигает 20 см, а к 10 годам, по сравнению с периодом новорожденности, удваивается. Быстрее всего растут грудные сегменты спинного мозга. Масса спинного мозга у новорожденного составляет около 5,5 г, у детей одного года – около 10 г. К трем годам масса спинного мозга превышает 13 г, к семи годам равна примерно 19 г. У новорожденного центральный канал шире, чем у взрослого.

*Головной мозг.* На ранних этапах эмбрионального развития из передней части спинного мозга образуются пять мозговых пузырей, из которых формируются пять отделов головного мозга: продолговатый, задний, средний, промежуточный и передний. Головной мозг расположен в полости черепа и состоит из трех отделов:

1. Ствол мозга представлен продолговатым мозгом, мостом, мозжечком и средним мозгом.

2. Подкорковый отдел состоит из структур промежуточного мозга и базальных ганглиев полушарий.

3. Кора больших полушарий.

Вес головного мозга у человека колеблется от 1000 до 2200 г., в среднем у мужчины составляет 1375 г, а у женщин 1245 г. Эта разница обусловлена меньшей массой тела у женщин. Связи между весом мозга и умственными способностями не отмечается. У новорожденного головной мозг относительно большой, масса его в среднем 385 г (340-430) у мальчиков и 355 г (330-370) у девочек, что составляет 12-13% массы тела (у взрослого примерно 2,5%). К концу первого года жизни масса головного мозга удваивается, а к 3-4 годам утраивается. В дальнейшем, где-то после 7 лет, масса головного мозга возрастает медленно и к 20-29 годам достигает максимального значения. В последующие годы вплоть до 60 лет у мужчин и 55 лет у женщин, масса мозга существенно не изменяется, а после 55-60 лет отмечается некоторое уменьшение ее.

*Продолговатый мозг* – самый нижний отдел головного мозга, расположенный над спинным мозгом. Продолговатый мозг не имеет строго разделения на серое и белое вещество. Серое вещество располагается в белом отдельными группами – ядрами. В нем располагаются ядра 9-12 пар черепномозговых нервов. Серое вещество продолговатого мозга также представлено оливами, центрами дыхания и кровообращения, ретикулярной формацией. Белое вещество образованно длинными и короткими волокнами, составляющими соответствующие проводящие пути.

Функции продолговатого мозга определяются наличием в нем жизненно важных центров, а также проходящими в нем центростремительными и центробежными проводниками вышележащих отделов головного мозга. В продолговатом мозге находятся центр дыхания, сердечной деятельности, сосудодвигательный, регулирующий обмен веществ, центр сосательных движений, слюноотделения, сокоотделения поджелудочной железы, центр жевания и глотания. С ним также связаны рефлексы положения тела и изменение тонуса шейных мышц и мышц туловища.

Регулирующее влияние центральной нервной системы на функции организма связано с ретикулярной формацией. Она расположена во всех отделах мозгового ствола и представляет собой скопление нейронов, различных по форме и размерам, волокна которых густо переплетается между собой и напоминают сеть. Ретикулярная формация связана со всеми органами чувств, двигательными и чувствительными областями коры мозга, таламусом и гипоталамусом, спинным мозгом. Она также регулирует уровень возбудимости и тонуса различных отделов центральной нервной системы, включая кору больших полушарий, участвует в регуляции уровня сознания, эмоции, сна и бодрствования, вегетативных функций, целенаправленных движений.

*Задний мозг* расположен между продолговатым и средним мозгом, включает мозжечок и варолиев мост. В задней части моста располагаются ядра от 8-5 пары черепно-мозговых нервов (слуховой, лицевой, отводящий, тройничный).

Мост принимает участие в регуляции различных сложных двигательных актов, таких, как сосательный рефлекс, жевание, глотание, кашель, чихание, а также в регуляции мышечного тонуса и равновесия тела.

В мозжечке различают два полушария и узкую соединяющую часть – червь. Полушария мозжечка покрыты тонким слоем серого вещества – корой. Мозжечок принимает участие в регуляции сложных двигательных актов, мышечного тонуса и равновесия тела. Под корой мозжечка находится белое вещество. В толще белого вещества мозжечка лежат отдельные скопления серого вещества, образующие зубчатое, шаровидное и другие ядра. Белое вещество внутри червя представлено двигательными и чувствительными волокнами, связывающими кору мозжечка с другими отделами мозга.

*Средний мозг* расположен между варолиевым мостом и промежуточным мозгом и состоит из четверохолмия и ножек мозга. В четверохолмии выделяют верхние, или передние, и нижние или задние, бугры четверохолмий. Два верхних бугра являются подкорковыми центрами зрения, а два нижних – подкорковыми центрами слуха. Они содержат серое вещество мозга. В небольшой канавке между верхними бугорками лежит шишковидное тело, или эпифиз.

Передняя поверхность среднего мозга представлена ножками мозга – это два белых пучка нервных волокон, расходящихся в стороны от варолиева моста и связывающих его с нижележащими отделами мозга. Ножки мозга состоят из основания и покрышки, между которыми находится черная субстанция, которая содержит сильно пигментированные клетки. Черная субстанция участвует в сложной координации точных и сложных движений (мышцы кисти). В покрышке ножек лежат ядра 3 и 4 пары черепно-мозговых нервов. А также в ней располагается красное ядро, которое связано с мозжечком и другими подкорковыми центрами больших полушарий. От него начинается самый важный двигательный пучок нервных волокон. Оно обеспечивает тонус мышц-сгибателей.

Ядра среднего мозга по функциональной деятельности принято делить на чувствительные и двигательные, которые имеют прямое влияние на тонус мускулатуры организма. Функция чувствительных ядер выражается в реакции на световые и слуховые раздражители.

На поперечном срезе видна полость среднего мозга. Она представляет собой узкий канал, называемый силвиевым водопроводом длиной 1,5-2 см. Он соединяет полость четвертого мозгового желудочка с третьим.

*Промежуточный мозг* расположен над средним мозгом, непосредственно под корой больших полушарий, и функционирует под ее контролем. Его делят на четыре основные области:

1. Зрительные бугры или таламус, состоящий из серого вещества, сгруппированного ядрами (около 40), к которым приходят афферентные пути почти от всех рецепторов (от кожи, зрительных и слуховых рецепторов, мышц, внутренних органов). Из зрительных бугров информация поступает в кору больших полушарий.

2. Гипоталамус располагается книзу и имеет около 32 ядер. Он связан с таламусом, корой больших полушарий, подкорковыми ядрами, ретикулярной формацией, с некоторыми железами внутренней секреции и гипофизом.

3. Надбугорная область, или эпифиз, состоит из шишковидного тела и задней спайки мозга. Это область относительно мала и связана с железой внутренней секреции – гипофизом.

4. Забугорная область, или метаталамус, состоит из парных образований – внутренних (подкорковый центр зрения) и наружных (подкорковый центр слуха) коленчатых тел.

По функциональному значению ядра таламуса делят на специфические, которые осуществляют регуляцию тактильной, температурной, болевой и вкусовой чувствительности, слуховых и зрительных ощущений, и неспецифические, передающие информацию к коре больших полушарий. А также таламус оказывает влияние на эмоциональное поведение (изменение мимики, жестов) и изменение функций внутренних органов.

В ядрах гипоталамуса расположены высшие подкорковые центры вегетативной нервной системы, с которыми связана регуляция водного обмена и обмена веществ. Гипоталамус принимает участие в изменении поведенческих реакциях, а также в регуляции сна и бодрствования. Гипоталамус связан с гипофизом, в результате чего образуются гипоталамо-гипофизная система, где происходит объединение нервной и гуморальной регуляции функций организма.

Функции надбугорной области связаны с восприятием обонятельных раздражений, а забугорная область участвует в регуляции слуха и зрения.

У новорожденного масса ствола мозга равна 10,0-10,5 г, что составляет примерно 2,7% массы тела (у взрослого - около 2%). К моменту рождения большинство его ядер хорошо развиты. Структуры среднего мозга к моменту рождения дифференцированы недостаточно. Красное ядро и черное вещество созревают в постнатальный период, а промежуточный мозг у новорожденного развит относительно хорошо, так как дифференцированы специфические и неспецифические ядра таламуса, благодаря, чему сформированы все виды чувствительности. Окончательное созревание таламических ядер заканчивается примерно к 13 годам. Структуры гипоталамуса у новорожденных недостаточно дифференцированы, в связи с чем у них несовершенны механизмы терморегуляции, регуляция обменных процессов. Дифференцировка ядер гипоталамуса происходит неравномерно. К 2-3 летнему возрасту большинство ядер сформировано, но их окончательное функциональное созревание происходит к 15-16 годам.

Масса мозжечка у новорожденного составляет 20 г, т.е. 5,4% массы мозга. К 5 месяцам жизни масса увеличивается в 3 раза, к 9 месяцам – в 4 раза. У годовалого ребенка масса мозжечка составляет 90г. К семи годам она достигает нижней границы массы мозжечка взрослого человека – 130г. Особенно интенсивное развитие структур мозжечка происходит в период полового созревания.

*Передний мозг* состоит из двух полушарий и соединяющей их пластинки – мозолистого тела. Оба полушария составляют 78-80% веса головного мозга. В состав каждого входит плащ или мантия, обонятельный мозг и базальные ганг-

лии. Поверхность полушария или плаща образована равномерным слоем серого вещества (1,3-4,5 мм.), содержащего нервные клетки. На поверхности полушарий видно множество извилин и борозд разной длины и глубины, которые увеличивают поверхность серого вещества и общую поверхность полушарий.

На поверхности каждого полушария выделяют следующие доли: лобную, теменную, височную и затылочную, которые отличаются по клеточному составу и строению. Кора обеспечивает взаимодействие организма с внешней средой, регулирует и координирует его функции. Отдельные ее доли осуществляют контроль различных функций организма.

*Лобная доля* занимает участок переднего полюса. Ее задней границей является роландова борозда, впереди от нее лежит одна из главных извилин мозга – передняя центральная извилина. Перпендикулярно к центральной извилине идут три извилины меньших размеров и масса мелких. На нижней поверхности доли более четко выделяется обонятельная борозда, в которой лежит луковица обонятельного нерва. В лобной доле находятся центры письма, речи и центр сочетанного поворота головы и глаз в одну сторону.

*Теменная доля* находится кзади от роландовой борозды. Она разделяется на три извилины – вертикальную и две горизонтальные: Здесь расположены центры стереогнозии (узнавания предметов на ощупь), праксии (целенаправленные навыки трудового и спортивного характера) и центр речи. Два последних располагается у правой и левой.

*Височная доля* занимает боковой полюс полушария. На ее поверхности выделяют верхнюю, среднюю и нижнюю височные извилины. В этой доле находятся центры обоняния и вкуса, сенсорный центр речи и ядро слухового анализатора.

*Затылочная доля* занимает задний полюс имеет изменчивые и непостоянные борозды. Здесь расположена зрительная зона коры.

*Островок* или пятая доля скрыт на дне сильвиевой ямки. Он имеет форму треугольника, верхушка которого обращена вперед и вниз. Поверхность покрыта короткими извилинами.

Внутри головного мозга имеются сообщающиеся между собой полости называемые желудочками. Их четыре: два боковых в больших полушариях, третий в промежуточном мозге и четвертый – общий для заднего и продолговатого мозга. В желудочках находится спинномозговая жидкость.

*Подкорковые ядра.* К ним относятся базальные ядра, которые располагаются внутри белого вещества больших полушарий, связаны между собой и посылают импульсы к коре больших полушарий, зрительным буграм и подбугорной области. К ним идут импульсы от коры больших полушарий, мозжечка, таламуса и от экстрорецепторов.

К базальным ганглиям относятся *полосатое тело* и *бледное ядро*. Полосатое тело является эфферентным ядром, которое оказывает на кору больших полушарий преимущественно тормозные влияния, регулирует ряд вегетативных функций (сосудистые реакции, обмен веществ, теплообразование и тепловыделение). Бледное тело регулирует сложные двигательные рефлекторные акты. С его участием осуществляется регуляция ориентировочных и оборони-

тельных рефлексов, а при его раздражении наблюдается сокращение мышц конечностей.

Начиная с четвертого месяца внутриутробной жизни происходит предварительная дифференцировка коры на клеточные слои, образуются первичные борозды и извилины. На пятом месяце внутриутробного периода проявляются первичные боковая, центральная, шпорная борозды и борозда мозолистого тела. Вторичные борозды (лобные, височные и т.д.) начинают появляться с шестого месяца, а с седьмого месяца – третичные борозды. Происходит значительное увеличение поверхности коры. К моменту рождения число нейронов достигает 14-16 млрд, как и у взрослого человека. В период от 3 до 10 лет увеличивается количество ассоциативных волокон, увеличивается толщина коры. В этот период в основном завершаются процессы развития корковых формаций. Однако тонкая дифференцировка в ассоциативных полях продолжается до 16-18 лет. К семилетнему возрасту происходят окончательное созревание базальных ядер и формирование их связей с корой, что и обеспечивает выполнение более точных и координированных произвольных движений.

**Периферическая нервная система.** Периферическая нервная система снабжает все мышцы, кости и кожу, иннервирует голову чувствительными и двигательными волокнами, регулирует деятельность внутренних органов. В ее состав входят 12 пар черепных и 31 пара спинномозговых нервов. Нерв (от греч. - жила) представляет собой собранные в виде тяжа и покрытые оболочками отростки нейронов. По структуре и функциям выделяют чувствительные нервы, образованные, как правило, дендритами, двигательные нервы, состоящие из аксонов и смешанные нервы, включающие и чувствительные, и двигательные волокна.

Рефлексы, заключительным моментом которых было то или иное движение осуществляются отделом нервной системы, который называется *соматическим*. Рефлексы, связанные в основном с деятельностью внутренних органов, например, выделение пищеварительных соков, изменение частоты и силы сердечных сокращений и т. д., связаны с деятельностью отдела нервной системы, называемого *вегетативным*.

Вегетативная нервная система, как и соматическая, состоит из центральных и периферических образований. Центры расположены в виде отдельных клеточных скоплений в области головного и спинного мозга. Периферическая часть включает нервные узлы и сплетения, которые отходят от этих узлов. Последние лежат впереди от позвоночника (предпозвоночные – превертебральные) и рядом с позвоночником (околопозвоночные — паравертебральные), а также вблизи крупных сосудов, возле органов и в их толще.

Вегетативные узлы находятся за пределами центральной нервной системы на пути к органам, а некоторые лежат в стенках органов. В узлах происходит переключение возбуждения с нейрона, лежащего в центрах (ядрах), на нейрон, отростки которого идут к органам. Таким образом, в вегетативной нервной системе путь от мозга до иннервируемого органа всегда состоит из двух нейронов. Тело первого нейрона лежит в ядрах ствола головного мозга и в боковых рогах спинного мозга, а отросток идет к узлам. В узлах находится тело второго ней-

рона, а его отросток идет к рабочему органу.

Вегетативная нервная система подразделяется на симпатическую и парасимпатическую части, которые иннервируют одни и те же органы, но вызывают противоположный эффект.

*Симпатическая нервная система* анатомически связана со спинным мозгом. Симпатическая иннервация вызывает повышение обмена веществ, учащение сокращения мышцы сердца, сужение сосудов, расширение зрачков, мобилизует силы организма на активную деятельность.

*Парасимпатическая нервная система* образована скоплениями нервных клеток в среднем и продолговатом мозге, крестцовом отделе спинного мозга, отходящими от них нервами, а также нервными узлами, расположенными или около иннервируемого органа или в его стенке. Она иннервирует слезные и слюнные железы, сердце, бронхи, желудочно-кишечный тракт, мочевой пузырь, половые органы, способствует восстановлению израсходованных запасов энергии, регулирует жизнедеятельность организма во время сна.

У новорожденных симпатический и парасимпатический отделы вегетативной нервной системы сформированы недостаточно. Однако преобладает влияние симпатического отдела, которое сохраняется на протяжении 6-7 лет после рождения. По мере созревания структур мозга усиливается влияние вегетативной нервной системы на деятельность внутренних органов.

## Лекция 11

### Физиология и гигиена анализаторов

**Понятие об анализаторах.** Анализатор представляет собой участок нервной системы, состоящий из чувствительных нервных клеток (рецепторов), промежуточных и центральных нервных клеток и связывающих их нервных волокон. Анализаторы являются системами входа информации в мозг и анализа этой информации. Работа анализатора начинается с восприятия рецепторами внешней для мозга химической и физической энергии, трансформации ее в нервные сигналы. Возбуждение от рецептора по нервам поступает в кору головного мозга, где в соответствующей зоне происходит различение раздражителей и возникают зрительные, звуковые и другие ощущения.

Существуют зрительный, слуховой, вкусовой, соматосенсорный, висцеральный, а так же анализаторы равновесия, осязания, и обоняния. Они обеспечивают человека информацией, что позволяет ему ориентироваться в постоянно изменяющихся условиях окружающей среды.

**Орган зрения.** Периферическим отделом зрительного анализатора является глазное яблоко. У детей оно имеет шаровидную форму, у взрослых немного вытянутую в длину. Стенки глазного яблока образованы тремя оболочками: наружной – белочной, средней – сосудистой и внутренней – сетчаткой. Сетчатка является частью мозга, вынесенного на периферию, представляет собой внутреннюю оболочку глаза, имеющую многослойное строение. Наружный её слой, наиболее удаленный от зрачка назван пигментным. Он образован пигментным

эпителием и содержит пигмент - фусцин. Последний поглощает свет, препятствует его отражению и рассеиванию, что способствует четкости зрения. Сетчатка содержит светочувствительные рецепторы – палочки и колбочки. Палочки ответственны за восприятие света, сумеречное зрение, колбочки – за цветовосприятие, дневное зрение. При этом сначала лучи света проходят через светопреломляющие среды глаза – роговицу, хрусталик и стекловидное тело, после чего на сетчатке образуется обратное уменьшенное изображение объекта.

По зрительному нерву возбуждение передается в зрительные центры, расположенные в затылочной доле коры больших полушарий (центральная часть анализатора), где и происходит различение раздражения.

Из всех светопреломляющих сред только хрусталик может изменять свою кривизну, при этом меняется угол проходящих через него лучей, что позволяет получать на сетчатке четкое изображение объектов, находящихся на разных расстояниях от глаза. Когда человек смотрит вдаль, изображение предметов фокусируется на сетчатке и они видны ясно, зато близкие видны расплывчато, т.к., лучи собираются за сетчаткой. Видеть одновременно далекие и близкие предметы невозможно. Приспособление глаза к ясновидению называется аккомодацией.

Механизм аккомодации сводится к сокращению ресничных мышц, которые изменяют выпуклость хрусталика. Хрусталик заключен в капсулу, переходящую в связки, и находится постоянно в натянутом состоянии, ресничные мышцы иннервируются парасимпатическими волокнами глазодвигательного нерва.

Для здорового глаза дальняя точка ясного видения лежит в бесконечности. Далёкие предметы он рассматривает без аккомодации, т.е. сокращения ресничной мышцы. Ближайшая точка ясного видения находится на расстоянии 10 см от глаза.

Зрачок – это отверстие в центре радужной оболочки, через которое лучи проходят внутрь глаза. Он способствует четкости изображения, пропуская только центральные лучи и устраняя периферические. Мускулатура радужки изменяет величину зрачка, регулируя поток света, попадающий в глаз. Изменение диаметра зрачка изменяет световой поток в 17 раз. В радужке 2 вида мышечных волокон: кольцевые, иннервируемые парасимпатическими волокнами глазодвигательного нерва; радиальные, иннервируемые симпатическими нервами. Парасимпатические вызывают сужения зрачка, симпатические – его расширение. При эмоциях (ярость, страх), когда происходит возбуждение, ЦНС, а также во время боли зрачки расширяются. Это признак патологического состояния, например, болевого шока.

Для рассматривания любых предметов имеет значение движение глаза. Оно осуществляется с помощью 6 мышц, прикрепленных к глазному яблоку. Это 2 косые и 4 прямые мышцы - наружная, внутренняя, верхняя и нижняя. Только наружная поворачивает глаз прямо наружу, а внутренняя - прямо внутрь. Верхняя и нижняя вместе с косыми поворачивают глаз не только вверх и вниз, но и внутрь.

Выявлено, что одни колбочки максимально поглощают красно-оранжевые лучи, другие - зеленые, третьи - синие лучи. Трехкомпонентная теория также объясняет такие факты как последовательные цветовые образы и цветовую слепоту. При длительном действии лучей определенной длины волны в колбочках происходит расщепление соответствующего светочувствительного вещества. Цветовая слепота. Открыта физиком Дальтоном в 18 веке, который сам страдал этим заболеванием. Отсюда и название. Страдают 8% мужчин. Это генное заболевание, связанное с отсутствием определенных генов в непарной X-хромосоме. Определяют с помощью цветковых таблиц и важны для некоторых профессий.

Существует 3-и разновидности цветовой слепоты:

1. Протанопия - "краснослепые", не воспринимают красного цвета, синего-голубые лучи кажутся им бесцветными.
2. Дейтеранопия - "зеленослепые", не отличают зеленого цвета от темно-красного и голубого.
3. Тританопия - редко встречается, не воспринимаются лучи синего и фиолетового цвета.

Все эти аномалии хорошо объясняются 3-компонентной теорией. Каждая из них - результат отсутствия одного из трёх цветовоспринимающих веществ, располагающихся в колбочках.

Бывает и полная цветовая слепота. Это уже возникает в результате повреждения всего колбочкового аппарата. Все предметы черно-белые. Так как цвет имеет волновую энергетическую природу, человек испытывает его воздействие. Самая большая длина волны у красного цвета. Он оказывает наибольшее воздействие на сетчатку, поэтому мы замечаем его раньше других. Красный цвет действует возбуждающе (учащается пульс, артериальное давление, дыхание). Синий цвет оказывает противоположное воздействие, улучшает умственную деятельность, снижает аппетит (в природе практически нет плодов синего цвета). Поэтому рекомендуется окрашивать стены классных комнат в синий цвет, а столовых – в оранжевый, который является стимулятором аппетита. Для комнат отдыха подходит светло-зеленый цвет, обладающий успокаивающим эффектом.

**Гигиена органов зрения.** При нарушении аккомодации могут развиваться близорукость или дальнозоркость. При сильном преломлении световых лучей они фокусируются перед сетчаткой вследствие увеличения кривизны хрусталика либо удлинения глазного яблока, что и вызывает близорукость. Дальнозоркость обусловлена слабым преломлением световых лучей и фокусировкой их позади сетчатки. Она возникает из-за укороченности глазного яблока или уплощения хрусталика. Хрусталик с возрастом становится менее эластичным, связки ослабевают и аккомодация становится слабой. Ближайшая точка ясного видения отодвигается - это старческая дальнозоркость, хотя длина глазного яблока не изменяется.

Нарушение зрения как при близорукости, так и при дальнозоркости исправляется подбором оптических линз.

Для сохранения нормального зрения разработан комплекс гигиенических правил. Глаз следует оберегать от механических воздействий, читать в хорошо освещенном помещении, держа книгу на определенном расстоянии (до 33-35 см от глаз). Свет должен падать слева. При работе в условиях яркого освещения необходимо пользоваться светозащитными стеклами, так как яркий свет разрушает световоспринимающие клетки. Нельзя читать в движущемся транспорте. При недостатке витамина А нарушается сумеречное зрение и развивается так называемая «куриная слепота». Факторами, нарушающими зрение, являются также никотин, алкоголь, наркотики и другие ядовитые вещества.

Наиболее благоприятен для зрения и для концентрации внимания учащихся рассеянный свет. Поэтому источник искусственного освещения должен быть снабжен специальной светорассеивающей арматурой. Каким бы ни было освещение в учебном помещении – естественным, искусственным или смешанным, к нему предъявляется ряд общих требований. Этими требованиями являются: достаточность, равномерность, отсутствие теней на рабочем месте, отсутствие слепимости (блескости), отсутствие перегрева помещения.

Большую роль в освещенности классных помещений играет окраска стен, столов учащихся и классной доски. Для стен лучше всего выбирать светло-желтые тона, отражающие примерно 60% падающего на них света. Столы учащихся целесообразнее всего окрашивать светло-зеленым цветом, а классные доски — темно-зеленым. Такие доски поглощают значительную часть падающего на них света, контрастно выделяя записи и рисунки, сделанные мелом.

**Слуховой и вестибулярный анализаторы.** Периферический отдел слухового анализатора представлен слуховым органом, состоящим из наружного, среднего и внутреннего уха. Если два первых отдела выполняют вспомогательные функции, то восприятие звуковых раздражений осуществляется в части внутреннего уха, называемого *улиткой*. Функция наружного уха, образованного *ушной раковиной* и *наружным слуховым проходом*, заключается в улавливании и проведении звуковых волн к *барабанной перепонке*, которая начинает колебаться синхронно им. В среднем ухе находится передаточный механизм — три слуховые косточки – *молоточек*, *наковальня* и *стремя*, последовательно сочленяющиеся между собой. Внутреннее ухо образовано *костным лабиринтом*, расположенным в толще височной кости, в котором, как в футляре, находится соединительнотканый *перепончатый лабиринт*, повторяющий в основном очертания костного и заполненный эндолимфой.

Перепончатый лабиринт образован двумя мешочками преддверия, от одного мешочка отходят три взаимно перпендикулярных *полукружных канала*, а от другого – *улитка*. Полукружные каналы образуют вестибулярный аппарат, не связанный с функцией слуха, а обеспечивающий ориентировку в пространстве и равновесие.

Информация о звуковом раздражителе, поступает от улиток с обеих сторон головы в слуховые ядра обеих половин мозгового ствола и в слуховую кору обоих полушарий. В коре найдены три слуховые проекционные зоны со слож-

ными взаимосвязями. После этого информация передается в ядра латеральной петли и нижние бугорки четверохолмия среднего мозга.

В полукружных каналах заложен периферический конец вестибулярного анализатора, волокна от вестибулярных рецепторов впадают в VIII нерв. Отсюда меньшая часть волокон направляется к коре червя мозжечка, а большая часть заканчивается в преддверных ядрах ромбовидной ямки (4 мозговой желудочек). Ядерная зона вестибулярного анализатора располагается в височной области.

Острота слуха у детей ниже, чем у взрослых. Она постепенно увеличивается вплоть до 14-19 лет. Заметно изменяется и порог слышимости речи. У детей младшего школьного возраста он выше, чем у взрослых. Способность различать высоту тонов зависит от разных причин, в том числе и от врожденных особенностей. Музыкально одаренные дети уже в раннем возрасте способны не только различать высоту тонов, но и безошибочно определять каждый из них. Наибольшая слуховая чувствительность у человека наблюдается в полосе частот от 1 до 4 кГц, весь диапазон — от 12 Гц до 20 кГц. Начиная с 35-40 лет, происходит повышение порогов слышимости на высоких частотах примерно на 80 Гц каждые полгода. Это происходит в результате уменьшения эластичности тканей уха. Абсолютная чувствительность уха настолько велика, что человек почти способен слышать удары молекул воздуха о барабанную перепонку и в то же время ухо способно выдерживать очень сильные по интенсивности удары звуковых волн, вызывающих вибрацию всего тела, например при взрывах.

**Вкусовой анализатор.** Вкусовые рецепторы расположены на языке, а также на определенных участках мягкого нёба и задней стенки глотки. Эти рецепторы носят название *вкусовых сосочков*. Одни вкусовые рецепторы воспринимают сладкое, другие – горькое, третьи – кислое, четвертые – соленое. Эти вкусовые клетки являются периферическим отделом вкусового анализатора. Проводниковый отдел состоит из волокон тройничного, блуждающего и языкоглоточного нервов. Импульсы поступают на ядра одиночного пути в продолговатом мозге, далее в вентральное ядро зрительного бугра и в заднюю центральную извилину новой коры.

**Обонятельный анализатор.** Кроме того, в определении того, что в быту называется вкусом пищи, участвуют обонятельные раздражения. Орган обоняния образован рецепторами, расположенными в эпителии верхней части носовой полости (периферическая часть анализатора). По отросткам обонятельных клеток, входящих в состав обонятельного нерва (проводниковая часть), возбуждение передается в обонятельную зону височной доли коры (центральная часть анализатора). Раздражителями обонятельных рецепторов являются вещества, находящиеся в газообразном состоянии во вдыхаемом воздухе. Во время приема пищи обонятельные ощущения дополняют вкусовые.

**Кожный анализатор.** Рецепторы кожи воспринимают несколько видов ощущений. Это боль, тепло, холод, прикосновение и давление. Каждое из этих ощущений воспринимается специфическими рецепторами. Рецепторы прикосновения и давления носят название тактильных.

Ближе к поверхности кожи располагаются болевые и осязательные рецепторы, а температурные залегают глубже.

Заложенные в коже рецепторы служат периферическим отделом кожного анализатора. В мышцах, сухожилиях, связках заложены проприорецепторы, представленные мышечными и сухожильными веретёнами (это периферический отдел двигательного анализатора). Центральным отделом кожно-мышечной чувствительности являются центральные области больших полушарий. Импульсы от температурных и болевых рецепторов поступают в задне-центральные области коры головного мозга.

Организм соприкасается с внешней средой через кожу. Кожа, кроме чувствительной, выполняет защитную, выделительную, и терморегулирующую функции. Следует знать, что кожа ребенка тоньше, чем кожа взрослых и менее устойчива к повреждениям, поэтому важен вопрос гигиены одежды. Наиболее защищены от холода должны быть поясница (почки), горло, ноги, у девочек – нижняя часть туловища.

Для повышения устойчивости организма к неблагоприятным климатическим условиям большое значение имеет закаливание. В качестве средств закаливания используются естественные факторы среды: вода, воздух, солнце. УФ часть спектра способствует выработке в коже витамина Д, необходимого для регуляции фосфорно-кальциевого обмена. Его недостаток – одна из причин рахита.

**Мышечно-суставной анализатор.** В мышцах, в одевающих их соединительнотканых оболочках, в сухожилиях и суставных сумках есть *проприорецепторы*. Одни из них раздражаются сокращением мышц, натяжением их соединительнотканых оболочек, сухожилий, суставных сумок, а другие – расслаблением мышц и уменьшением натяжения перечисленных элементов.

Импульсы, передающиеся от проприорецепторов, позволяют человеку без помощи зрения ощущать положение своего тела и его частей, что играет большую роль в ориентировке организма в пространстве. При нарушении проприорецептивной деятельности люди лишаются возможности определять без помощи зрения положение своего тела.

**Висцеральный анализатор.** Обеспечивает регуляцию работы внутренних органов, взаимосвязь и координацию их деятельности. Огромная роль в его функционировании принадлежит интерорецепторам. Импульсы, передающиеся от интерорецепторов поступают в ряд структур ствола мозга и подкорковые образования. Высшим отделом висцерального анализатора является кора большого мозга, проводниковый отдел представлен, в основном, блуждающим, чревным и тазовыми нервами.

## Лекция 12

### Высшая нервная деятельность. Гигиена умственного труда школьников.

**Высшая нервная деятельность.** Это деятельность высших отделов центральной нервной системы, обеспечивающая наиболее совершенное приспособление

собление животных и человека к окружающей среде. Структурную основу высшей нервной деятельности у человека составляет кора больших полушарий вместе с ближайшими к ней подкорковыми образованиями. Функции этих отделов – осуществление сложных рефлекторных реакций.

**Безусловные рефлексы** относительно постоянны, проявляются в ответ на адекватное раздражение и служат основой для формирования многочисленных условных рефлексов. Безусловные рефлексы обеспечивают координированную деятельность, направленную на поддержание внутренней среды и взаимодействие организма с внешней средой.

Безусловные рефлексы – это врожденные, наследственно передающиеся реакции организма. Прежде всего, они делятся на простые и сложные. Особой группой были выделены сложнейшие безусловные рефлексы к числу которых были отнесены индивидуальные (пищевой, оборонительный, исследовательский и др.) и видовые (половой и родительский).

Особое место среди безусловных рефлексов занимает ориентировочный рефлекс или рефлекс на новизну. Он возникает в ответ на любое достаточно быстро происходящее изменение окружающей среды и выражается внешне в настораживании, прислушивании, повороте глаз и головы, а иногда и всего тела в сторону появившегося нового раздражителя и т.п. Отличием ориентировочного рефлекса от других безусловно рефлекторных реакций является то, что он сравнительно быстро ослабевает - угасает при повторных – применениях одного и того же раздражителя.

Таким образом, безусловный рефлекс - это реакция организма на непосредственно действующие раздражители, способствующая взаимодействию организма с окружающей средой и имеющая адаптивное значение для него.

**Условные рефлексы.** Условные рефлексы - реакции, приобретенные организмом в процессе индивидуального развития на основе «жизненного опыта». Носят приспособительный характер, что делает поведение наиболее пластичным, приспособленным к конкретным условиям среды. Любые условные рефлексы требуют для своего участия высших отделов головного мозга, приобретаются и отменяются в индивидуальной жизни каждой конкретной особи, имеют сигнальный характер, т.е. предупреждают последующее возникновение безусловного рефлекса, подготавливая к нему организм.

Условные рефлексы, различающиеся по особенностям безусловного Для выработки условного рефлекса необходимы условия:

- условный раздражитель должен предшествовать безусловному,
  - значимость безусловного раздражителя должна быть больше условного,
  - нормальное функционирование головного мозга.
- подкрепления.

В зависимости от наличия или отсутствия подкрепления условные рефлексы делятся на положительные (подкрепляемые), вызывающие соответствующую реакцию организма, и отрицательные или тормозные (неподкрепляемые), которые не только не вызывают соответствующей реакции, но и ослабляют ее.

Если условный рефлекс выработан на базе безусловного, то он является рефлексом первого порядка. Если же на базе ранее выработанного условного

рефлекса, то его именуют условным рефлексом второго порядка. Соответственно возможны условные рефлексы более высоких порядков. У детей описаны рефлексы 6-го порядка. У взрослых людей формируются условные рефлексы 2-20-го порядка.

**Различия безусловных и условных рефлексов.** Безусловные рефлексы являются видовыми, т.е. свойственными всем представителям данного вида. Условные рефлексы индивидуальны: у одних представителей одного и того же вида они могут быть, а у других отсутствуют.

Безусловные рефлексы относительно постоянны; условные непостоянны и в зависимости от определенных условий могут вырабатываться, закрепиться или исчезнуть.

Осуществляются безусловные рефлексы в ответ на адекватные раздражения, приложенные к определенному рецептивному полю. Условные рефлексы могут образовываться на любые воспринимаемые организмом раздражения любого рецептивного поля.

Условные рефлексы вырабатываются на базе безусловных. Они являются преимущественно функцией коры большого мозга. Безусловные рефлексы могут осуществляться на уровне спинного мозга и мозгового ствола.

**Возрастные особенности условных рефлексов.** Условные рефлексы в период новорожденности носят очень ограниченный характер. Уже в первые дни жизни ребенка можно отметить образование натурального условного рефлекса на время кормления, выражающееся в пробуждении детей и повышенной двигательной активности. При строгом режиме кормления на 6-7 день у младенцев происходит условно-рефлекторное повышение количества лейкоцитов уже за 30 минут до кормления, и повышается газообмен перед приемом пищи.

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.

У детей дошкольного возраста значительно возрастает роль подражательного и игрового рефлекса. Так играя в куклы, дети точно копируют жесты, слова, манеры, воспитателей, родителей и т.д.

Скорость образования условных рефлексов у детей старше 10 лет и у взрослых практически не отличается. В подростковом периоде затрудняется образование временных связей, а также уменьшается скорость образования условных рефлексов. Поэтому особенности высшей нервной деятельности требуют внимательного к ним отношения, продуманной организации учебно-воспитательного процесса.

Взаимодействие процессов возбуждения и торможения в центральной нервной системе обеспечивает точность и гибкость высшей нервной деятельности. По своему внешнему проявлению торможение противоположно возбуждению. Различают безусловное и условное торможение.

**Внешнее торможение.** Безусловное торможение называют внешним или индукционным и оно свойственно всем элементам нервной системы и является врожденным. Этот вид торможения представляет собой процесс экстренного

ослабления или прекращения отдельных поведенческих реакций при действии раздражителей, поступающих из внешней или внутренней среды.

Внешнее торможение часто встречается в условиях повседневной жизни человека. Это постоянно наблюдаемое снижение активности, нерешительность действий в новой, необычной обстановке, снижение эффекта той или иной деятельности при действии каких-либо необычных посторонних раздражителей. Например, болевое раздражение или сигнал о нем резко тормозит пищевые условные рефлексы.

В школьной практике условные рефлексы детей, связанные, например, с письмом, тормозятся, если на учащихся действует какой-либо достаточно сильный посторонний раздражитель. Таким раздражителем может быть, например, удар грома, громкий окрик учителя, чувство голода, духота и т. п.

Внешнее торможение включает в себя гаснущий и постоянный тормоз, а так же запредельное торможение.

*Гаснущий тормоз.* Всякий неожиданный посторонний раздражитель содержит новую для организма информацию и для ее более полного восприятия выполняется ориентировочный рефлекс. В момент возникновения этого рефлекса возникает торможение двух рефлексов. Неоднократное повторное раздражение вызывает ориентировочный рефлекс меньшей интенсивности, который затем в силу привыкания к этому раздражению пропадает.

*Постоянный тормоз* - отличается постоянством своего эффекта на тот или иной тормозной рефлекс. К таковым относятся оборонительные безусловные рефлексы на разные вредящие раздражения, включая болевые. В естественных условиях обитания в определенные периоды жизни половое поведение оказывается более сильным и тормозит другие вид рефлексов (весной студенты учатся хуже, чем осенью, что объясняется проявляемой половой доминанты).

*Запредельное (охранительное) торможение.* Если увеличить интенсивность какого-либо раздражения, то вызываемый им эффект увеличивается. Однако дальнейшее усиление раздражения приведет к падению или полному исчезновению эффекта. В основе этого результата лежит не утомление, а запредельное торможение. Запредельное торможение развивается также при одновременном действии нескольких несильных раздражителей, когда суммарный эффект раздражителей начинает превышать предел работоспособности корковых клеток.

Безусловное торможение проявляется уже в первые дни жизни ребенка. Ребенок не ест, плачет, если у него что-то болит. В связи с низкими функциональными возможностями нервных клеток дети грудного возраста легко впадают в запредельное торможение и сон. В возрасте от 3 до 5 лет внешнее торможение перерастает играть такую большую роль, как это было ранее. Все большее значение приобретает внутреннее торможение, хотя прочность получаемого тормозного эффекта все еще невелика.

**Внутреннее торможение.** Является приобретенным и проявляется в форме задержки, угасания, устранения условных реакций. Условное торможение свойственно, главным образом, высшим отделам нервной системы. Оно возни-

кает внутри центральных нервных структур самих условных рефлексов, а отсюда и его название - внутреннее (т.е. не наведенное извне).

Условное торможение зависит от физиологической силы безусловного рефлекса, подкрепляющего положительный условный сигнал, развивается при неподкреплении раздражителей. Заторможенный условный рефлекс может самопроизвольно восстанавливаться и это важно при воспитании в раннем возрасте.

Известно 4 вида условного торможения: угасательное, дифференцировочное, условный тормоз, торможение запаздывания.

*Угасательное торможение* возникает тогда, когда условный раздражитель предъявляется несколько раз без подкрепления. Оно представляет собой очень распространённое явление и имеет большое биологическое значение, т.к. помогает человеку избавиться от выработанной привычки. Угасанием можно объяснить временную утрату трудового навыка, непрочность знаний учебного материала, если он не закрепляется повторением.

*Дифференцировочное торможение* развивается при неподкреплении раздражителей, близких по свойствам к подкрепляемому сигналу. Оно ведет к различию положительного (подкрепляемого) сигнала и отрицательного (дифференцированного). В этом случае работа внутреннего торможения направлено на то, чтобы «не путать» сходные раздражители.

Дифференцировочное торможение служит основой анализа действующих на организм раздражителей, различения предметов и явлений окружающей действительности. Процесс обучения и воспитания опирается на выработку дифференцировочного торможения: чрезвычайно важное его значение при изучении букв и звуков родного и иностранного языков, на уроках математики, пения и др. Время начала различения раздражителей у детей бывает разным. Оно зависит от «возрастной зрелости» мозговой коры, предыдущей подготовки, степени утомления организма.

*Условный тормоз* образуется при неподкреплении комбинации из положительного условного сигнала и соответствующего раздражителя. Если у ребенка положительный условный рефлекс на учителя, то он хорошо усваивает материал, проявляет интерес к предмету, если контакт между учителем и учеником отсутствует, отрицательное отношение к преподавателю переносится на предмет и, как следствие, плохая успеваемость.

При выработке *торможения запаздывания* подкрепление соответствующим безусловным рефлексом не отменяется, а значительно отодвигается от начала действия условного раздражителя. Подкрепляется лишь последний период действия сигнала, а предшествующий ему значительный период его действия лишается подкрепления.

Типичным примером приспособительного значения торможения запаздывания может служить условное выделение желудочного сока. Благодаря торможению запаздывания избегается бесполезное и вредное наполнение пустого желудка кислым желудочным соком, сок вовремя встречает поступающую в желудок пищу, обеспечивая полноценное ее переваривание.

Условное торможение у грудных детей уже начинает вырабатываться, но в силу слабости возбудительного процесса, выраженности ориентировочного рефлекса, этот процесс идет трудно, с большими индивидуальными различиями. Во второй половине первого года жизни у ребенка начинает развиваться запаздывающее торможение.

**Сон и сновидения.** Сон – это состояние, характеризующееся значительным ослаблением связей с внешним миром. Сон играет роль восстановительного процесса. Во время сна снижается интенсивность обменных процессов, мышечный тонус, уменьшается частота сердечных сокращений. Сон необходим для нормальной умственной работы. Это не просто отдых, а активное восстановление сил организма.

Сон и внутреннее торможение по своей природе являются единым процессом. Однако, внутреннее, торможение во время бодрствования охватывает лишь отдельные группы клеток, а во время сна распространяется по коре больших полушарий и на нижележащие отделы головного мозга, обеспечивая необходимый покой и возможность восстановления.

Он состоит из двух больших стадий, которые закономерно и циклически сменяются: 1) сон медленный, длительностью 60-90 минут и 2) сон быстрый (парадоксальный) – 10-20 минут. Медленный сон также сложно организован и в свою очередь состоит из нескольких фаз. Для быстрого же сна характерны сновидения – те сновидения, которые мы помним после пробуждения. В это время отмечается движение глазных яблок, сокращение мимических мышц, учащение дыхания и пульса, повышение давления. Мозг во время парадоксального сна работает очень напряженно, напоминая своей активностью период бодрствования. Медленный сон сопровождается снижением вегетативного тонуса, сужаются зрачки, розовеет кожа, усиливается потоотделение, снижается слезоотделение и слюноотделение, снижается активность сердечно-сосудистой, дыхательной, пищеварительной и выделительной системы. Для медленного сна характерны и медленные движения глаз.

Быстрый сон, очевидно, более древнее приобретение в эволюции человека, так как за него отвечают более глубокие структуры мозга. У маленьких детей быстрый сон доминирует, и лишь с возрастом увеличивается доля медленного сна. Медленный сон связан с более молодыми эволюционными структурами мозга, более сложно организован и сложнее регулируется.

У взрослого человека наблюдается монофазный сон (1раз в сутки) или дифазный, у ребенка - полифазный сон. Новорожденный спит 21 час, до года 14 часов, 10 лет - 10 часов, - 7-8 часов. Не спать более 3-5 суток невозможно. Субъективные ощущения при 40-80 часовом лишении сна очень неприятны. Возникает эмоциональная неуравновешенность, повышенная утомленность, бредовые идеи, нарушается зрение, вестибулярная функция. Через 90 ч. лишения сна появляются галлюцинации. Человек в среднем спит 8 часов в сутки, что представляет примерно, одну треть суток, а следовательно, одну треть жизни, т.е. из 75 лет он спит 25 лет.

**Память.** Образование условных рефлексов возможно благодаря особому свойству мозга – памяти. *Память* – это способность организма, воспринимая

воздействие извне, закреплять, сохранять и в последующем воспроизводить вызываемые этими воздействиями изменения функционального состояния и структуры.

Информационные сигналы вначале воздействуют на органы чувств, вызывая в них изменения, которые держатся, как правило, не более 0,5 секунды. Эти изменения называют *сенсорной памятью* – она позволяет человеку сохранять, например, зрительный образ во время мигания или просматривать кинофильм, воспринимая единство изображения, несмотря на сменяющиеся кадры. В процессе тренировки продолжительность действия этого вида памяти может удлиниться до десятков минут – в этом случае говорят об эйдетической памяти, когда ее характер становится подконтрольным сознанию (по крайней мере, частично).

Следующей за сенсорной памятью по длительности хранения информации выделяют *краткосрочную память*, которая позволяет оперировать информацией десятки секунд. В ее основе лежит временное повышение проводимости в синапсах и электрофизиологические механизмы, связанные с многократным циркулированием импульсов по замкнутой системе нейронов. Забывание материала стирается при его замене старой информацией на новую.

Наиболее же важная и значимая часть информации храниться в *долговременной памяти*, которая обеспечивает эти функции годы и десятилетия. Долговременная память формируется при обязательном участии систем подкрепления, т.е. она имеет условно-рефлекторную природу. Долговременная память формируется на основе синтеза молекул - нуклеиновых кислот и белков - и происходит с участием генетического аппарата нервной клетки, в результате чего возникают изменения в мембранах нейронов и межнейронных связях.

Лежащее в основе памяти *запоминание* может происходить неосознанно и сознательно. В первом случае воспроизвести информацию обычными способами сложно, во втором – легче. Механизм запоминания можно представить себе в виде цепочки: потребность (или интерес) мотивация выполнение – концентрация внимания – организация информации – запоминание. При этом нарушение любого участка цепи ухудшает память. Кроме того, в связи с особенностями восприятия могут преобладать образные формы памяти (зрительная, слуховая и т.д.). В связи с функциональной асимметрией мозга можно выделить *вербальную* форму памяти и *образную*, поэтому в младших классах, например, большее значение имеет иллюстративная и эмоциональная подача информации, а в старших — логическая.

Детская память обладает фотографичностью. Взрослый, пропустив в сказке деталь или какую-либо подробность, тут же будет поправлен ребенком. Ребенок обычно связывает по случайному признаку отдаленные предметы или события. Кроме того, необходимо, чтобы память ребенка приобрела готовность к запоминанию. Т.е. ученик должен заранее знать, когда и как пригодится ему заученный материал.

Расстройства памяти (ослабление, усиление, искажение, амнезия и др.) могут возникать вследствие возрастных изменений психической деятельности,

при физических и эмоциональных нагрузках (утомление, стресс), травмах головного мозга, ряде психических заболеваний (психозы).

**Первая и вторая сигнальные системы.** Рассмотренные закономерности рефлекторной деятельности являются общими как для высших животных, так и для человека, поскольку они рефлекторно отвечают на конкретные сигналы внешней среды (звук, свет, температуру и др.). Для животных – это единственная сигнальная система, а для человека – только первая. Высшая нервная деятельность человека принципиально отличается от высшей нервной деятельности животных благодаря труду и членораздельной речи. Слово для человека приобрело значение сигнала и составило специфически человеческую вторую сигнальную систему. Оно стало таким же условным раздражителем, как и все другие, составляющие *первую сигнальную систему*. На протяжении первых месяцев жизни у ребенка проявляются условные рефлексы, не связанные со смысловым значением слов. И только в конце первого года жизни ребенка слово приобретает для него смысловое значение.

С этого момента работа головного мозга ребенка становится на ступень выше, чем у животных. Через членораздельно произнесенное слово ребенок входит в контакт с социальной, чисто человеческой средой.

Возникновение второй сигнальной системы, связанной со словесной сигнализацией, коренным образом изменило высшую нервную деятельность человека. Раздражители *второй сигнальной системы* – слова – обеспечивают более высокую степень обобщения, нежели раздражители первой сигнальной системы. Наличие второй сигнальной системы способствует осуществлению любой условно-рефлекторной реакции и становится фундаментом всей мыслительной деятельности человека, ибо человек мыслит словами. Сознательно овладевать языком ребенок начинает только в школе, когда знакомится с высшей формой его проявления – письменной речью. У детей дошкольного возраста словарный запас составляет 300-500 слов, у детей младшего школьного возраста – 3000-4000 слов, а у взрослого человека – 11000 и более слов.

Развитие и совершенствование второй сигнальной системы происходит непрерывно в процессе обучения и воспитания. Для нормального функционирования ее необходимо взаимодействие различных зон коры головного мозга. При нарушении этих связей возникают различные патологические явления. Так, при болезненных изменениях левого полушария, в котором в лобной доле расположены центры речи и письма, забываются отдельные слова, теряется возможность правильно произносить их, нарушается механизм письма. Деятельность всей коры головного мозга находится в сложных взаимоотношениях с подкоркой, причем вторая сигнальная система выступает как «высший регулятор поведения», поэтому она может подавлять и сдерживать оборонительные, пищевые, половые, болевые рефлексы.

Речь значительно повысила способность мозга человека отражать действительность и обеспечила высшие формы анализа и синтеза: сознание и мышление.

*Сознанием* называют высшую, свойственную лишь человеку форму отражения объективной деятельности. Оно представляет единство психических

процессов, активно участвующих в осмыслении человеком объективного мира и своего бытия. Сознание возникает в процессе трудовой, общественно-производственной деятельности людей и неразрывно связано с речью.

*Мышлением* называется процесс познавательной деятельности человека, характеризующийся обобщенным и опосредованным отражением внешнего мира и внутренних переживаний.

Первый этап в организации мышления у детей состоит в построении сенсомоторных схем (до 2х лет). Сенсомоторная схема представляет собой выполнение организованной последовательности действий, составляющих определенную форму поведения; (ходьба, еда, речь и т.д.). Оно связано не только с биологической эволюцией человека, но и с его общественным развитием. Вторая фаза (период 7-10 лет) представляет собой способность к логическому рассуждению и использование конкретных понятий в пределах реальных событий. В третью фазу появляется способность к формальным операциям, к оценке гипотез (11-15 лет). Считают, что в этот период завершается формирование связей лобной коры с другими отделами мозга.

Мысленное моделирование человеком различных событий составляет сущность его мышления. Человек оценивает свои действия, ведущие к поставленной им цели, условия которые приводят к успешному результату.

**Типы высшей нервной деятельности.** Как известно, различные люди в определенных жизненных ситуациях ведут себя неодинаково. Это объясняется тем, что психическая деятельность каждого человека сугубо индивидуальна. Еще в глубокой древности ученые пытались классифицировать людей по темпераментам, но первая научная классификация была предложена И. П. Павловым. Согласно этому учению нервная система характеризуется тремя основными свойствами: силой, уравновешенностью и подвижностью процессов возбуждения и торможения. Характер взаимодействия этих трех свойств нервной системы обуславливает индивидуальные особенности высшей нервной деятельности человека, его работоспособность и поведение.

И. П. Павлов выделил четыре типа высшей нервной деятельности: сильный неуравновешенный; сильный уравновешенный, подвижный; сильный уравновешенный, малоподвижный, или инертный; слабый, пониженно возбудимый.

*Сильный неуравновешенный тип.* Люди такого типа отличаются высокой эмоциональной возбудимостью, вспыльчивостью, аффектами, двигаются порывисто, говорят быстро. У них наблюдается легкое образование условных рефлексов, зато торможение значительно ослаблено, процессы возбуждения преобладают над процессами торможения.

У детей данного типа не хватает усидчивости, настойчивости в труде. Они очень подвижны, возбудимы, говорят громко, неадекватно сильно реагируют даже на слабые болевые раздражения, малодисциплинированы, нередко агрессивны. Среди таких детей встречаются очень способные, эмоциональные, темпераментные..

Другая группа детей данного типа отличается агрессивным поведением. Они очень вспыльчивы, вспышки гнева у них часты, но длятся недолго. Нако-

нец, третья группа сильного неуравновешенного типа – это трудновоспитуемые дети. У них тормозные процессы настолько понижены, что они не в состоянии подавлять свои инстинкты и нередко нарушают при этом эстетические нормы поведения. Воздействие на них родителей и педагогов становится новым раздражителем и вызывает еще более развитый процесс возбуждения, доходящий до агрессивности.

*Сильный уравновешенный, подвижный тип.* Речь у таких людей быстрая, но плавная, с подвижной мимикой и жестикуляцией, с большим словарным запасом. Они обычно общительны и эмоциональны, жизнерадостны, инициативны и быстро осваиваются с незнакомой обстановкой. Характерно быстрое образование условных рефлексов, прочность которых значительна, процессы возбуждения и торможения достаточно сильны, уравновешены и обладают хорошей подвижностью.

Учатся дети этого типа успешно, дисциплинированы, имеют хорошо развитую речь, с богатым словарным запасом, отличаются высокой работоспособностью.

*Сильный уравновешенный, малоподвижный (инертный) тип.* У людей данного типа процессы возбуждения и торможения сильны и уравновешены, но переход от одних видов деятельности к другим затруднен, условные рефлексы образуются медленно, но прочны. Они малоподвижны, усидчивы и достаточно настойчивы в преодолении трудностей.

У таких детей спокойная речь, правильная, с достаточным словарным запасом, но без избыточной мимики и жестикуляции. Они успешно занимаются в школе, и добросовестны в выполнении заданий, малоподвижны, усидчивы на уроках, дисциплинированы.

*Слабый, пониженно возбудимый тип.* Условные связи у людей данного типа образуются медленнее, угасшие рефлексы восстанавливаются также медленно, слабее выражен контроль коры над безусловными рефлексами и эмоциями. Они активны и стойки при преодолении трудностей.

Для образования условных рефлексов у детей такого типа требуется большое количество сочетаний с безусловным раздражителем. Поэтому они образуются медленно. Сильные или продолжительные раздражения вызывают у таких детей запредельное торможение, они легко утомляются. Посторонние раздражители легко вызывают у них внешнее торможение.

Однако, тип высшей нервной деятельности ребенка нельзя рассматривать как нечто неизменное. Он отличается значительной пластичностью, относительно небольшой функциональной устойчивостью, а это создает благоприятные условия для направленного формирования в учебно-воспитательном процессе типологических черт.

**Гигиенические требования к организации умственного труда.** Под *работоспособностью* понимают способность человека развить максимум энергии и, экономно ее расходуя, выполнять работу качественно и эффективно.

*Утомлением* называют совокупность изменений, происходящих в организме в период выполнения работы и приводящих к невозможности ее продолжения. Биологическая роль утомления чрезвычайно высока. Во-первых, оно не-

сет защитную функцию, предохраняя организм от истощения при слишком длительной или слишком напряженной работе. Во-вторых, повторное утомление, не доводимое до чрезмерной величины, является средством повышения функциональных возможностей организма. В целостном организме утомление в первую очередь возникает в центральной нервной системе. В то же время происходят определенные сдвиги и на периферии, т.е. в собственно рабочих органах - мышцах. Различают три степени утомления.

1. Проявляется в снижении умственной и физической работоспособности, возникновении двигательного беспокойства, развиваются вялость и сонливость, внимание и восприимчивость. Это говорит о торможении ориентировочных рефлексов, которые всегда связаны с новизной раздражителя.

2. Появляются головные боли, происходит дальнейшее ослабление внимания на уроках, понижение аппетита, нарушение сна.

3. Нарушение сна, усиление головных болей, раздражительность, резкое падение работоспособности, снижение сопротивляемости организма к инфекционным заболеваниям

*Переутомление*, в отличие от утомления, это уже длительное и глубокое снижение работоспособности, сопровождающееся нарушением деятельности систем жизнеобеспечения и требующее для своего устранения длительного отдыха, а в ряде случаев и специальных лечебных мероприятий.

И утомление, и переутомление у детей возникают быстрее, чем у взрослых, что объясняется особенностями деятельности центральной нервной системы. В то же время причины развития утомления у младших школьников несколько отличны от таковых у средних и старших школьников. Утомление в начальной школе возникает в первую очередь в связи с тем, что школьники должны овладеть тремя основными школьными навыками: навыком письма, навыком чтения и навыком длительного неподвижного сидения. Под навыком понимают закрепленное многократным повторением (упражнением) умение выполнять то или иное действие. Переход от умения к навыку заключается в образовании устойчивых и прочных связей в центральной нервной системе. В процессе формирования навыка выполнение действия ускоряется, действие становится более точным и более экономным; ряд элементов деятельности автоматизируется.

Чтобы предупредить нарастание утомления, необходимо организовать учебную работу так, чтобы дети переходили от умственной деятельности к физической, а от последней — к умственной. Возбуждение новых очагов в коре ведет к тому, что центры, бывшие возбужденными при предыдущем виде работы, затормаживаются. Это ведет к восстановлению их работоспособности.

Большую роль в снижении утомляемости детей играют положительные эмоции, например радость, восторг. Отрицательные эмоции, такие, как обида, страх, приводят детей в состояние угнетения, что создает предпосылки для быстрого утомления.

Работоспособность учащихся всех возрастов на первом уроке невелика: происходит вработывание в учебный труд после периода ночного отдыха. В течение урока, вхождение в работу происходит на первом уроке 10 мин., на по-

следующих – 5. Длительность устойчивого рабочего состояния для младших школьников – 15-20 мин., для среднего школьного возраста - 25-30 мин., для старшекласников – 30-35 мин. Наиболее рациональны перемены – 10-15 мин.

Наивысших за учебный день показателей работоспособность достигает на втором и третьем уроках. У младших школьников уже на четвертом уроке отмечается заметное снижение работоспособности, которое скорее всего, носит защитный характер. У средних и старших школьников аналогичная реакция возникает к пятому и шестому урокам соответственно. Вот почему на последних уроках умственная работа оказывается малопродуктивной, а для части учеников даже становится фактором, вызывающим психическое перенапряжение. Анализ характера работоспособности учащихся предполагает, что нецелесообразно ставить два или даже три сложных урока подряд, а лучше чередовать трудные предметы с менее трудными, требующие значительных умственных усилий (математика, иностранный язык, химия, физика) - с преимущественно физическими нагрузками, связанные с письмом или записыванием (русский, иностранный язык) - с преимущественным с объяснением учителя (история, география) и т.д.

В течении учебной недели также происходят закономерные изменения активности физиологических систем организма и работоспособности учащегося. В понедельник его работоспособность относительно невелика: в это время происходит вработывание после воскресного отдыха. Что касается расписания учебных занятий *на неделю*, то здесь следует исходить из суммарной нагрузки учебных дней в такой же закономерности, какая была отмечена для отдельного дня. При учебной пятидневке в расписании может быть предусмотрено одно двухдневное плато оптимальной работоспособностью в среду и четверг.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Курс лекций по «Возрастной физиологии и школьной гигиене» предназначен для студентов небиологических специальностей. Возрастная физиология изучает процессы становления и развития физиологических функций организма в онтогенезе, их особенности на каждом возрастном этапе. Она является самостоятельной отраслью физиологии, тесно связана с другими физиологическими науками и базируется на достижениях анатомии, цитологии и гистологии. Физиологические процессы во время внутриутробного развития объясняются с позиций эволюционной теории, эмбриологии и генетики. С другой стороны, возрастная физиология влияет на развитие возрастной психологии и педагогики, педиатрии, антропологии и геронтологии.

Возрастная физиология имеет большое значение и для понимания особенностей психологии ребёнка. Изучение закономерностей функционирования высшей нервной деятельности, развития желез внутренней секреции даёт возможность определить специфику осуществления психических и психофизиологических функций на разных этапах онтогенеза. Особенно важным для обуче-

ния и воспитания ребёнка является определение динамики развития его внимания, мышления, памяти, силы воли, восприятия информации.

Школьная гигиена изучает взаимоотношения организма школьника с окружающей средой. Она дает научно обоснованные гигиенические нормативы по организации учебно-воспитательного процесса, режима дня и отдыха детей, условий их питания. Школьная гигиена развивается на основе возрастной физиологии и поэтому в вузах эти две дисциплины рассматриваются совместно.

Адаптивные возможности ребёнка к большинству факторов окружающей среды значительно ниже, чем у взрослого человека, поэтому для школьников существуют другие гигиенические нормы, которые изменяются с возрастом в зависимости от степени морфофункционального развития органов и систем.

В данном лекционном курсе приводятся гигиенические нормативы и требования, направленные на гармоническое развитие и увеличение функциональных возможностей ребёнка, а также на рационализацию процесса обучения, проведение профилактики заболеваний.

Задача объединённого курса «Возрастная физиология и школьная гигиена» заключается в том, чтобы дать студентам вузов современные знания о возрастных особенностях строения и функций организма, научить их учитывать эти особенности в своей профессиональной деятельности и создавать благоприятные гигиенические условия для обучения и воспитания ребёнка.

## **Рекомендуемая литература**

1. Абрамова Г.С. Возрастная психология: Учебное пособие для студентов вузов. 4-е изд., стереотип. М., ИЦ “Академия”, 1999.
2. Агаджанян Н.А. Практикум по нормальной физиологии: Учеб. пособие для мед. вузов. М.: Высш. шк., 1983.
3. Калинин М.Н. Питание. Здоровье. Двигательная активность. – Киев: Наук. Думка, 1990.
4. Комаров И.В. Все ли вы знаете о курении? – М.: Высш. шк., 1989.
5. Комаров Ф.И. Хронобиология и хрономедицина. – М.: Медицина, 1989.
6. Лаптенко Л.В. Диетическое питание. – Мн.: Полымя, 1985.
7. Матюшонок М.Т., Турик Г.Г., Крюкова А.А. Физиология детей и подростков. - Мн., Высш. шк., 1975.
8. Мицык В.Е. Рациональное питание и пищевые продукты. – Киев: Урожай, 1994.
9. Петришина О.А. , Попова Е.П. Анатомия, физиология и гигиена детей младшего школьного возраста. – М.: Просвещение, 1979.

- 10.Рохлов В.С. Практикум по анатомии и физиологии человека. ИЦ “Академия”, 1999.
- 11.Санюкевич Л.И. Лабораторные занятия по анатомии и физиологии ребенка с основами школьной гигиены. - Мн., Высш. шк., 1985.
- 12.Физиология человека /Под ред. Г.И. Косицкого. – М.: Медицина, 1985.
- 13.Шапошникова В.И. Биоритмы - часы здоровья. М.: Сов. спорт, 1991.

Репозиторий ВГУ