

Министерство образования и науки Российской Федерации  
*Амурский государственный университет*

Л.Г. Нахамчен

ВОЗРАСТНАЯ АНАТОМИЯ  
ФИЗИОЛОГИЯ И ГИГИЕНА

*Учебное пособие*

Благовещенск  
Издательство АмГУ

2011

ББК 57.31 я73

Н12

*Рекомендовано  
учебно-методическим советом университета*

*Рецензент:*

*А.Г.Приходько, д-р мед. наук, ведущий научный сотрудник Дальневосточного научного центра физиологии и патологии дыхания Сибирского отделения РАМН*

Н12 Нахамчен Л.Г. Возрастная анатомия, физиология и гигиена: Учебное пособие / Л.Г. Нахамчен. – Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2011. – 99 с.

Пособие подготовлено на основании Государственного стандарта профессионального образования специальности 050711 «Социальная педагогика». Содержит лекционный материал и тематику семинарских занятий по указанному курсу, тестовые задания, примерные контрольные вопросы, тематику рефератов для студентов, список рекомендуемой литературы.

ББК 57.31 я73

## **ВВЕДЕНИЕ**

Предлагаемое учебное пособие подготовлено с целью оказания помощи студентам, обучающимся по специальности «Социальная педагогика», в освоении курса «Возрастная анатомия, физиология и гигиена». Пособие составлено в соответствии с требованиями государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования специальности «Социальная педагогика» и входит в блок общепрофессиональных дисциплин.

**Цель** курса – сформировать у студентов знания об анатомо-физиологических особенностях организма человека в разные возрастные периоды.

**Задачи** изучения дисциплины:

- охарактеризовать основные категории возрастной анатомии и физиологии, особенности строения и функционирования организма человека;
- сформировать представления о связи анатомо-физиологических особенностей растущего организма и заболеваемости;
- ознакомить с принципами здорового питания, гигиены и профилактики заболеваний в разные возрастные периоды;
- научить осмысленно применять научные гигиенические правила, обеспечивающие предотвращение нарушений функционирования отдельных органов и систем организма;

**Требования к уровню освоения содержания курса**

В результате изучения курса «Возрастная анатомия, физиология и гигиена» студент обязан **знать**:

- закономерности роста и развития организма человека;
- структурное и функциональное становление систем органов в онтогенезе;
- иерархию регуляторных систем, роль нервной системы в обеспечении адекватного взаимодействия с внешней средой и поддержания его целостности;
- типологические особенности ребенка;
- основы высшей нервной деятельности; понятие функциональных систем и доминанты;
- гигиенические требования к организации процесса обучения в образовательных учреждениях.

Студент обязан **уметь**:

- разбираться в системе координации реакций организма и рефлекторной деятельности с целью использования адекватных методов для образовательно-воспитательной работы;
- учитывать возрастные особенности функционирования организма ребенка при организации учебного процесса, и оценивать его соответствие гигиеническим требованиям;
- применять методы определения физического развития детей и подростков.

Основное содержание дисциплины изучается в ходе лекций, семинаров, самостоятельной работы под руководством преподавателя, работы с рефератами, контрольных аттестаций.

В ходе **лекций** даются основы систематизированных знаний по дисциплине, раскрываются ее наиболее важные теоретические положения.

На **семинарских занятиях** у обучаемых формируются навыки применения полученных знаний. В ходе семинаров осуществляется также формирование целостного, обобщающего видения студентами своего места и роли как будущих специалистов в разрешении социальных проблем клиентов различных возрастных групп, в уточнении организационной стороны предстоящей деятельности с учетом современного опыта.

Во время **самостоятельной работы** основной упор делается на изучение студентами учебной и научной литературы, периодических изданий, оформление тематических докладов и т.п.

Проверить качество освоения материала по данной дисциплине помогут предлагаемые **тестовые задания**.

## **Тема 1. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗВИТИЯ АНАТОМИИ ЧЕЛОВЕКА И НОРМАЛЬНОЙ ФИЗИОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА. ГИГИЕНА КАК НАУКА**

*Краткая характеристика развития анатомии человека и нормальной физиологии человека. Вклад отечественных ученых в развитие анатомии и физиологии.*

*Анатомия* (от греч. *anatome* – рассечение), наука о строении (преимущественно внутреннем) организма, раздел морфологии. Различают анатомию животных и анатомию растений. Самостоятельными являются анатомия человека (с ее основными разделами – нормальной анатомией и патологической анатомией) и сравнительная анатомия животных. Основовкладчики анатомии животных и человека в античный период – Аристотель, К. Гален, современной анатомии – А. Везалий и У. Гарвей.

*Физиология* – наука о жизнедеятельности целостного организма и его отдельных частей – клеток, органов, функциональных систем. Физиология стремится вскрыть механизм осуществления функций живого организма (рост, размножение, дыхание и др.), их связь между собой, регуляцию и приспособление к внешней среде, происхождение и становление в процессе эволюции и индивидуального развития особи

*Возрастная анатомия и физиология* являются самостоятельными отраслями научного знания. Они изучают особенности строения и жизнедеятельности организма в различные периоды *онтогенеза* (греч. *Ontos* – существо, особь; *genesis* – развитие, происхождение; индивидуальное развитие особи с момента зарождения в виде оплодотворенной яйцеклетки до смерти), функции органов, систем органов и организма в целом по мере его роста и развития, своеобразие этих функций на каждом возрастном этапе.

Для человека предложена следующая *возрастная периодизация*:

1. Новорожденный (от 1 до 10 суток).
2. Грудной возраст (от 10 суток до 1 года).
3. Детство: а) раннее (1-3 года), б) первое (4-7 лет), в) второе (8-12 лет мальчики, 8-11 лет девочки).
4. Подростковый возраст (13-16 лет мальчики, 12-15 лет девочки).
5. Юношеский возраст (17-21 год юноши, 16-20 лет девушки).
6. Зрелый возраст: 1-й период (22-35 лет мужчины, 21-35 лет женщины); 2-й период (36-60 лет мужчины, 36-55 лет женщины).
7. Пожилой возраст (61-74 года мужчины, 56-74 года женщины).
8. Старческий возраст (75-90 лет). 9. Долгожители (90 лет и выше).

Первоначальные сведения из области анатомии и физиологии были получены в глубокой древности на базе эмпирических наблюдений натуралистов и врачей и особенно анатомических вскрытий трупов животных и людей. На протяжении многих веков во взглядах на организм и его отправления господствовали идеи *Гиппократ* (5 в. до н. э.) и *Аристотеля* (4 в. до н. э.). Однако наиболее существенный прогресс был определен широким внедрением вивисекционных экспериментов, начало которых было положено ещё в Древнем Риме *Галеном* (2 в. до н. э.). В средние века накопление биологических знаний определялось запросами медицины. В эпоху Возрождения развитию физиологии способствовал общий прогресс наук.

Современная анатомия и физиология как науки ведут свое начало от работ английского врача У. Гарвея, который открыл кровообращение (1628). Гарвеем были сформулированы представления о большом и малом кругах кровообращения и о сердце как двигателе крови в организме. Гарвей первый установил, что кровь по артериям течёт от сердца и по венам возвращается к нему. Основу для открытия кровообращения подготовили исследования анатомов А. Везалия, испанского учёного М. Сервета (1553), итальянского – Р. Коломбо (1551), Г. Фаллопия и др. Итальянский биолог М. Мальпиги, впервые (1661) описавший капилляры, доказал правильность представлений о кровообращении.

Ведущим достижением явилось открытие в 1-й половине 17 в. французским учёным Р. Декартом и позже (в 18 в.) чешским врачом Й. Прохаской рефлекторного принципа, согласно которому всякая деятельность организма является отражением – рефлексом – внеш-

них воздействий, осуществляющихся через центральную нервную систему. Декарт предполагал, что чувствительные нервы являются приводами, которые натягиваются при раздражении и открывают клапаны на поверхности мозга. Через эти клапаны выходят «животные души», которые направляются к мышцам и вызывают их сокращение.

В 18 в. внедряются физические и химические методы исследования. Особенно активно применялись идеи и методы механики. Так, итальянский учёный Дж.А.Борелли ещё в конце 17 в. использовал законы механики для объяснения движений животных, механизма дыхательных движений. Он же применил законы гидравлики к изучению движения крови в сосудах. Английский учёный С.Гейлс определил величину кровяного давления (1733). Французский учёный Р.Реомюр и итальянский натуралист Л.Спалланцани исследовали химизм пищеварения. Французский учёный А.Лавуазье, исследовавший процессы окисления, пытался на основе химических закономерностей приблизиться к пониманию дыхания. Итальянский учёный Л.Гальвани открыл «животное электричество», т.е. биоэлектрические явления в организме.

К 1-й половине 18 в. относится начало развития анатомии и физиологии в России. В открытой в 1725 г. Петербургской Академией Наук была создана кафедра анатомии и физиологии. Возглавлявшие её Д.Бернулли, Л.Эйлер, И.Вейтбрехт занимались вопросами биофизики движения крови. Важными были исследования М.В.Ломоносова, придававшего большое значение химии в познании физиологических процессов.

Ведущую роль в развитии анатомии и физиологии в России сыграл медицинский факультет Московского университета, открытого в 1755 г. Преподавание основ анатомии и физиологии вместе с другими медицинскими специальностями было начато С.Г.Зыбелиным. В 1798 была основана Петербургская медико-хирургическая академия (ныне Военно-медицинская академия им. С.М.Кирова), где в дальнейшем анатомия и физиология также получили значительное развитие.

В 19 в. физиология окончательно отделилась от анатомии. Определяющее значение для развития физиологии в это время имели достижения органической химии, открытие закона сохранения и превращения энергии, клеточного строения организма и создание теории эволюционного развития органического мира.

В начале 19 в. считали, что химические соединения в живом организме принципиально отличны от неорганических веществ и не могут быть созданы вне организма. В 1828 немецкий химик Ф.Вёлер синтезировал из неорганических веществ органическое соединение – мочевины и тем самым подорвал виталистические представления об особых свойствах химических соединений организма. Вскоре Ю.Либих, а затем и многие другие учёные синтезировали различные органические соединения, встречающиеся в организме, и изучили их структуру. Эти исследования положили начало анализу химических соединений, участвующих в построении организма и обмене веществ. Развернулись исследования обмена веществ и энергии в живых организмах. Были разработаны методы прямой и непрямой калориметрии, позволившие точно замерять количество энергии, заключённой в различных пищевых веществах, а также освобождаемой животными и человеком в покое и при работе (работы В.В.Пашутина, А.А.Лихачева в России, М.Рубнера в Германии, Ф.Бенедикта, У.Этуотера в США и др.); определены нормы питания (К.Фойт и др.).

Значительное развитие получили анатомия и физиология нервно-мышечной ткани. Этому способствовали разработанные методы электрического раздражения и механической графической регистрации физиологических процессов. Немецкий учёный Э.Дюбуа-Реймон предложил санный индукционный аппарат, физиолог К.Людвиг изобрёл (1847) кимограф, поплавковый манометр для регистрации кровяного давления, кровяные часы для регистрации скорости кровотока и пр. Французский учёный Э.Марей первый применил фотографию для изучения движений и изобрёл прибор для регистрации движений грудной клетки, итальянский учёный А.Моссо предложил прибор для изучения кровенаполнения органов (плетизмография), прибор для исследования утомления (эргограф) и весовой стол для изучения перераспределения крови.

Были установлены законы действия постоянного тока на возбудимую ткань (нем. учёный Э.Пфлюгер, рус. – Б.Ф.Вериго,), определена скорость проведения возбуждения по нерву (Г.Гельмгольц). Гельмгольц же заложил основы теории зрения и слуха.

Применив метод телефонического выслушивания возбуждённого нерва, русский физиолог Н.Е.Введенский внёс значительный вклад в понимание основных физиологических свойств возбудимых тканей, установил ритмический характер нервных импульсов. Он показал, что живые ткани изменяют свои свойства как под действием раздражителей, так и в процессе самой деятельности. Сформулировав учение об оптимуме и пессимуме раздражения, Введенский впервые отметил реципрокные отношения в центральной нервной системе. Он первый начал рассматривать процесс торможения в генетической связи с процессом возбуждения, открыл фазы перехода от возбуждения к торможению. Исследования электрических явлений в организме, начатые итальянским учёными Л.Гальвани и А.Вольта, были продолжены немецкими учёными – Дюбуа-Реймоном, Л.Германом, а в России – Введенским. И.М.Сеченов и В.Я.Данилевский впервые зарегистрировали электрические явления в центральной нервной системе.

Развернулись исследования нервной регуляции физиологических функций с помощью методик перерезок и стимуляции различных нервов. Нем. учёные братья Э.Г. и Э.Вебер открыли тормозящее действие блуждающего нерва на сердце, рус. Физиолог И.Ф.Цион – учащающее сердечные сокращения действие симпатического нерва, И.П.Павлов – усиливающее действие этого нерва на сердечные сокращения. А.П.Вальтер в России, а затем К.Бернар во Франции обнаружили симпатические сосудосуживающие нервы. Людвиг и Цион обнаружили центростремительные волокна, идущие от сердца и аорты, рефлекторно изменяющие работу сердца и тонус сосудов. Ф.В.Овсянников открыл сосудодвигательный центр в продолговатом мозге, а Н.А.Миславский подробно изучил открытый ранее дыхательный центр продолговатого мозга.

В 19 в. сложились представления о трофической роли нервной системы, т. е. о её влиянии на процессы обмена веществ и питание органов. Французский учёный Ф. Мажанди в 1824 описал патологические изменения в тканях после перерезки нервов, Бернар наблюдал изменения углеводного обмена после укола в определённый участок продолговатого мозга («сахарный укол»), Р.Гейденгайн установил влияние симпатических нервов на состав слюны, Павлов выявил трофическое действие симпатических нервов на сердце.

Продолжалось становление и углубление рефлекторной теории нервной деятельности. Были подробно изучены спинномозговые рефлексы и проведён анализ рефлекторной дуги. Шотландский учёный Ч.Белл в 1811, а также Мажанди в 1817 и нем. учёный И.Мюллер изучили распределение центробежных и центростремительных волокон в спинномозговых корешках (закон Белла – Мажанди). Белл в 1826 высказал предположение об афферентных влияниях, идущих от мышц при их сокращении в центральную нервную систему. Эти взгляды затем были развиты русскими учёными А.Фолькманом, А.М.Филомафитским. Работы Белла и Мажанди послужили толчком для развития исследований по локализации функций в мозге и составили основу для последующих представлений о деятельности физиологических систем по принципу обратной связи. В 1842 французский физиолог П.Флуранс, исследуя роль различных отделов головного мозга и отдельных нервов в произвольных движениях, сформулировал понятие о пластичности нервных центров и ведущей роли больших полушарий головного мозга в регуляции произвольных движений.

Выдающееся значение для развития анатомии и физиологии имели работы Сеченова, открывшего в 1862 процесс торможения в центральной нервной системе. Он показал, что раздражение мозга в определённых условиях может вызывать особый тормозной процесс, подавляющий возбуждение. Сеченовым было также открыто явление суммации возбуждения в нервных центрах. Работы Сеченова, показавшего, что «... все акты сознательной и бессознательной жизни, по способу происхождения, суть рефлексы», способствовали утверждению материалистической физиологии. Под влиянием исследований Сеченова С.П.Боткин и И.П.Павлов ввели понятие нервизма, т.е. представление о преимущественном значении

нервной системы в регулировании физиологических функций и процессов в живом организме (возникло как противопоставление понятию о гуморальной регуляции). Изучение влияния нервной системы на функции организма стало традицией русской и советской физиологии.

Во 2-й половине 19 в. с широким применением метода экстирпации (удаления) было начато изучение роли различных отделов головного и спинного мозга в регуляции физиологических функций. Возможность прямого раздражения коры больших полушарий была показана нем. учёными Г.Фричем и Э.Гитцигом в 1870, а успешное удаление полушарий осуществлено Ф.Гольцем в 1891 (Германия). Широкое развитие получила экспериментально-хирургическая методика (работы В.А.Басова, Л.Тири, Л.Велла, Р.Гейденгайна, И.Павлова и др.) для наблюдения над функциями внутренних органов, особенно органов пищеварения, И.Павлов установил основные закономерности в работе главных пищеварительных желёз, механизм их нервной регуляции, изменение состава пищеварительных соков в зависимости от характера пищевых и отвергаемых веществ. Исследования Павлова, отмеченные в 1904 Нобелевской премией, позволили понять работу пищеварительного аппарата как функционально целостной системы.

В 20 в. начался новый этап в развитии анатомии и физиологии, характерной чертой которого был переход от узкоаналитического понимания жизненных процессов к синтетическому. Открытие И.П.Павловым условного рефлекса позволило на объективной основе приступить к изучению психических процессов, лежащих в основе поведения животных и человека. На протяжении 35-летнего исследования высшей нервной деятельности Павловым установлены основные закономерности образования и торможения условных рефлексов, физиология анализаторов, типы нервной системы, выявлены особенности нарушения высшей нервной деятельности при экспериментальных неврозах, разработана корковая теория сна и гипноза, заложены основы учения о двух сигнальных системах. Работы Павлова составили материалистический фундамент для последующего изучения высшей. В.М.Бехтерев показал роль подкорковых структур в формировании эмоциональных и двигательных реакций животных и человека, открыл проводящие пути спинного и головного мозга, функции зрительных бугров и т.д. А.А.Ухтомский сформулировал учение о доминанте как о ведущем принципе работы головного мозга; это учение существенно дополнило представления о жёсткой детерминации рефлекторных актов и их мозговых центров. Ухтомский установил, что возбуждение мозга, вызванное доминирующей потребностью, не только подавляет менее значимые рефлекторные акты, но и приводит к тому, что они усиливают доминирующую деятельность.

Применение струнного гальванометра голландским учёным В.Эйнтховеном, а затем советским исследователем А.Ф.Самойловым дало возможность регистрировать биоэлектрические потенциалы сердца. С помощью электронных усилителей, позволивших в сотни тысяч раз усиливать слабые биопотенциалы, американский учёный Г.Гассер, английский – Э.Эдриан и русский физиолог Д.С.Воронцов зарегистрировали биопотенциалы нервных стволов.

В начале 20 в. сложилось новое учение о деятельности желёз внутренней секреции – *эндокринология*. Были выяснены основные нарушения физиологических функций при поражениях желёз внутренней секреции. Сформулированы представления о внутренней среде организма, единой *нейрогуморальной регуляции*, *гомеостазе*, барьерных функциях организма (работы Кеннона, советских учёных Л.А.Орбели, Г.Н.Кассиля и др.).

Исследованиями Орбели и его учеников (А.В.Тонких, А.Г.Гинецинского и др.) адаптационно-трофической функции симпатической нервной системы и её влияния на скелетную мускулатуру, органы чувств и центральную нервную систему, а также школой А. Д. Сперанского – влияние нервной системы на течение патологических процессов – было развито представление И.П.Павлова о трофической функции нервной системы. В.Н.Черниговский, И.А.Булыгин и др. развили учение о кортико-висцеральной физиологии и

патологии. Кроме того, они показали роль условных рефлексов в регуляции функций внутренних органов.

В середине 20 в. значительных успехов достигла физиология питания. Были изучены энерготраты людей различных профессий и разработаны научно обоснованные нормы питания (советские. учёные М.Н.Шатерников, О.П.Молчанова, нем. исследователь К.Фойт, американский физиолог Ф.Бенедикт и др.). А.М.Уголев открыл механизм пристеночного пищеварения.

В связи с космическими полётами и исследованиями водного пространства развиваются космическая и подводная физиологии. Во 2-й половине 20 в. активно разрабатывается физиология сенсорных систем (А.Л.Вызов, Г.В.Гершуни, Р.А.Дуринян, Р.Гранит, В.Амасян). Были открыты центральные гипоталамические механизмы регуляции голода и насыщения (Дж.Бробек, Б.Ананд и многие др.).

На развитие физиологии и медицины оказали влияние работы канадского патолога Г.Селье, сформулировавшего (1936) представление о стрессе как неспецифической адаптивной реакции организма при действии внешних и внутренних раздражителей. Начиная с 60-х гг. в анатомии и физиологии всё шире внедряется системный подход. Достижением является разработанная П.К.Анохиным теория функциональной системы, согласно которой различные органы целого организма избирательно вовлекаются в системные организации, обеспечивающие достижение конечных, приспособительных для организма результатов. Системные механизмы деятельности мозга успешно разрабатывались рядом советских исследователей (М.Н.Ливанов, А.Б.Коган и др.).

Необходимость для педагогов и воспитателей знания возрастных особенностей функционирования организма ребенка неоднократно подчеркивалась учеными. Педагогическая эффективность воспитания и обучения находится в тесной зависимости от того, в какой мере учитываются анатомо-физиологические особенности детей и подростков, периоды развития, для которых характерна наибольшая восприимчивость к воздействию тех или иных факторов, а также периоды повышенной чувствительности и пониженной сопротивляемости организма. Знание физиологии ребенка необходимо при физическом воспитании для определения эффективных методов обучения двигательным действиям на уроках физической культуры, для разработки методов формирования двигательных навыков, развития двигательных качеств, для определения содержания физкультурно-оздоровительной работы в школе.

Важное значение возрастная анатомия и физиология имеют для понимания возрастных особенностей психологии ребенка. Объективное изучение функций мозга детей разного возраста позволяет выявить механизмы, определяющие специфику осуществления психических и психофизиологических функций на разных этапах развития детского организма, установить этапы, наиболее чувствительные к корректирующим педагогическим воздействиям, направленным на развитие таких важных для педагогического процесса функций, как восприятие информации, внимание, познавательные потребности.

*Гигиена.* Гигиена - медицинская наука, изучающая влияние окружающей среды и производственной деятельности на здоровье человека и разрабатывающая оптимальные, научно -обоснованные требования к условиям жизни и труда населения. Это сложная, разносторонняя наука, охватывающая все стороны постоянно изменяющейся и развивающейся жизнедеятельности человека.

Важную роль в развитии гигиены сыграли основоположники отечественной медицины С.Г. Зыбелин и М.Я. Мудров, которые обобщили и разработали систему гигиенических мероприятий по предупреждению многих болезней, и основоположники отечественной гигиенической науки Ф.Ф. Эрисман, В.Г. Хлопин и др. Самобытный характер развития гигиены в России был связан с деятельностью земских санитарных учреждений. Однако гигиеническая наука в царской России, несмотря на усилия прогрессивных ученых, не могла решить задач по укреплению здоровья народных масс; состояние здоровья населения находилось на крайне низком уровне. Ежегодно умирало около 1 млн. человек от эпидемических заболеваний и почти 2 млн. детей в возрасте до 1 года, или четвертая часть всех родившихся. В нача-



ле 20 века положение коренным образом изменилось. В нашей стране были определены основные принципы советского здравоохранения, в частности профилактическая направленность здравоохранения. Проводимые в первые годы советской власти санитарно-гигиенические мероприятия приобрели государственное значение и послужили началом становления советской гигиенической науки. Постепенно из общей гигиены, в которой рассматривались фактически все санитарно-гигиенические проблемы, выделились ее разделы: коммунальная гигиена, гигиена питания, гигиена труда, гигиена детей и подростков, военная гигиена, а в дальнейшем радиационная гигиена, космическая гигиена и т.д.

Гигиена детей и подростков - раздел гигиены, изучающий проблемы охраны и укрепления здоровья детей и подростков, разрабатывающий гигиенические рекомендации для постановки учебно-воспитательного и трудового процесса в школах, профтехучилищах и детских учреждениях.

В нашей стране гигиена детей и подростков получила принципиально иное, новое направление по сравнению со школьной гигиеной, которая существует в ряде других стран и занимается решением частных проблем школ. У нас исследования в области гигиены детей и подростков направлены на гигиеническое обоснование организации учебно-воспитательного и трудового процесса, на изучение комплексного влияния факторов окружающей среды на организм детей и подростков, на обоснование санитарных норм строительства детских учреждений. Важное место в работе медиков, работающих в области гигиены детей и подростков, отводится мероприятиям по профилактике утомления и переутомления, по разработке наиболее благоприятных режимов учебных и производственных занятий для учащихся, обучающихся в средних учебных заведениях различных отраслей промышленности.

Врачи школьных отделов СЭС и врачи, работающие в школах, контролируют физическое состояние и развитие детей и подростков, следят за правильной организацией физкультурных занятий, за учебной нагрузкой, а также за санитарным режимом школ и детских учреждений.

## **Тема 2. ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА И ЕГО ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ И РЕГУЛЯЦИИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ**

*Организм. Физиологические реакции и свойства целостного организма. Обице свойства живой материи. Физиологические процессы, функции, механизмы. Рефлекторные реакции. Понятие о гомеостазе. Адаптация. Организм как сложная живая система. Системные принципы регуляции физиологических функций. Целостность как принцип работы организма*

*Организм* – живое существо, обладающее совокупностью свойств, отличающих его от неживой материи. Большинство организмов имеют клеточное строение. Формирование целостного организма – процесс, состоящий из дифференциации структур (клеток, тканей, органов) и функций и их интеграции.

*Физиологические реакции и свойства целостного организма.* Являясь самостоятельной единицей живой материи, организм отвечает на внешние и внутренние воздействия как единой целое. Следовательно, он может рассматриваться как целостная саморегулирующая система. Способность к саморегуляции – одно из основных свойств организма, которое позволяет осуществлять адаптивные реакции при сохранении динамического постоянства его внутренней среды (относительное динамическое постоянство состава и свойств внутренней среды и устойчивость основных физиологических функций живого организма – гомеостаз).

Основой жизнедеятельности организма является *обмен веществ*. В живой материи обмен веществ приобрел принципиально новое качественное содержание. Разрушая в процессе обмена органические вещества внешней среды, организм синтезирует новые вещества, в которых аккумулируется свободная энергия. Т.е., организм, благодаря процессу накопления энергии, противопоставляет себя разрушающим влияниям среды, сохраняет свое качественно новое, живое состояние. Источником получения энергии для организма животных и

человека служат пищевые вещества. Они используются для синтеза жиров, углеводов и видоспецифических белков.

Общим свойством живой материи является *раздражимость* – способность живой системы (клетки, ткани, органа, организма) реагировать на действие раздражителей изменением уровня физиологической активности. Раздражители вызывают раздражение при определенных условиях (сила, длительность, уровень возбудимости живой ткани). Все живые ткани возбудимы, однако мера специфичности регистрируемых ответных реакций у них различна. Наибольшей специфичностью отличаются ответные реакции нервной, мышечной и железистой тканей. Так нервная и мышечная ткани отвечают на действия раздражителей специфическим волновым физиологическим процессом – *возбуждением*.

*Возбудимость* – способность клетки, ткани, целостного организма отвечать на действия раздражителя реакцией возбуждения.

*Возбуждение* – форма ответной реакции на действия раздражителей, сопровождающееся генерацией волнового, распространяющегося потенциала действия. Внутренним содержанием возбуждения является изменение интенсивности процессов жизнедеятельности в клетках возбудимых тканей. Для нервной ткани процесс возбуждения – основная форма проявления жизнедеятельности, а для мышечной и железистой тканей – лишь начальный этап их специфической активности, т.е. сократительной или секреторной функции. В нервной ткани возбуждению противостоит противоположный по физиологическому содержанию процесс – *торможение* (самостоятельная форма электрической активности клеточной мембраны). Минимальная сила раздражителя, которая способна вызвать возбуждение – *пороговая сила или порог раздражения* (мера возбудимости). Возбудимость тем выше, чем ниже порог раздражения. Наиболее высока возбудимость к *адекватным раздражителям*, т.е. к раздражителям, ставшим специфическими для того или иного воспринимающего аппарата.

*Физиологические процессы, функции, механизмы.* Основой жизнедеятельности организма являются физиологические процессы – сложная форма взаимодействия и единства биохимических и физиологических реакций, получившая в живой материи качественно новое (биологическое) содержание. Эти процессы лежат в основе физиологических функций, в которых проявляется жизнедеятельность как целостного организма, так и отдельных его частей. Физиологические функции условно делят на соматические (телесные, свойственные животным) и вегетативные (свойственные и животным, и растениям). Соматические функции – ответные реакции организма на действия раздражителей внешней и внутренней среды; вегетативные – это функции, обеспечивающие рост, размножение, обмен веществ.

*Рефлекторные реакции.* Одной из форм проявления жизнедеятельности является *рефлекс* – реакция организма на раздражение, реализуемая через центральную нервную систему. Развитие рефлекторной теории – наглядный пример изменения взглядов на существование одного и того же явления. В пору ее возникновения (Р.Декарт, середина XVII века) рефлекс рассматривался как машиноподобный акт, осуществляемый по принципу отражения организмом действия внешней причины. В начале XX века рефлекторная теория обрела биологическое содержание. Рефлекс стал рассматриваться как адаптивный акт, через который реализуются потребности организма и обеспечивается его выживание. В настоящее время рефлекс рассматривается как система ответных реакций организма на внешние воздействия, обусловленная не только сигналами внешней среды, но и обратными связями, приходящими в центральную нервную систему от исполнительного аппарата. Выделение начального (пускового) и конечного (исполнительного) звена рефлекса с прямыми и обратными связями – это схематическая картина сложных взаимодействий в рефлекторном ответе, осуществляющемся по кольцевому принципу.

Одно из важнейших условий жизни организма – *гомеостаз* – относительное динамическое постоянство состава и свойств внутренней среды. Физико-химические и физиологические процессы поддержания гомеостаза на клеточном уровне направлены на устранение или существенное изменение возмущающих влияний внутренней и внешней среды. Нарушение клеточного гомеостаза ведет к повреждению структурных элементов клетки с после-

дующей её гибелью или перерождением. Клеточный, тканевой, органный и другие формы гомеостаза координируются нейрогуморальными факторами, а также общим изменением уровня обменных процессов. Поддержание гомеостаза – единственно возможный способ существования любой открытой системы, находящейся в постоянном контакте с внешней средой. Способность поддерживать внутреннее постоянство в условиях непрерывного общения с внешней средой – свойство, которое определяет *коренное отличие живого от неживого*. Активное проявление этого свойства в значительной мере снизило зависимость организма от внешних влияний, сделали его самостоятельной единицей живой материи, способной к выживанию в меняющихся условиях внешней среды.

Совокупность приспособительных реакций и морфологических изменений, позволяющих организму сохранять относительное постоянство внутренней среды в изменяющихся условиях внешней среды – *адаптация*. У человека адаптация выступает как свойство организма, которое обеспечивается автоматизированными самонастраивающимися, саморегулирующимися системами – сердечно-сосудистой, дыхательной и т.д. Конечный смысл адаптации – повышение устойчивости системы к факторам среды. В адаптации выделяют две противоборствующие тенденции: с одной стороны, отчетливые изменения, затрагивающие в разной мере все системы организма, с другой – сохранение гомеостаза, перевод организма на новый уровень функционирования при неизменном условии – поддержании динамического равновесия. Согласно представлениям П.К.Анохина, адаптацию следует рассматривать как формирование новой функциональной системы, в которой заложен приспособительный эффект. Системная организация адаптивных реакций предполагает возможность их осуществления как на уровне физиологически зрелого организма, так и задолго до наступления физиологической зрелости. Концепция системогенеза П.К.Анохина дает объяснение этому: в ходе индивидуального развития в первую очередь формируются системы, обеспечивающие выживание ребенка после рождения.

*Организм как сложная живая система. Системные принципы регуляции физиологических функций.* Объективные возможности для изучения физиологических функций организма создает теория систем. *Система* – целое, составленное из частей, их соединение. *Функциональная система* – это совокупность взаимосвязанных органов и элементов управления физиологическими реакциями, обеспечивающих единую функцию с положительным конечным результатом. Общая теория систем вошла в историю науки с именем Л.Берталанфи в конце 40-х годов прошлого столетия. В рамках самого понятия систем следует выделить основополагающие системные принципы: а) *целостность* – несводимость свойств системы к сумме её частей, б) *структурность* – возможность описание системы через её структуру, в) *иерархичность* – соподчиненность составляющих элементов системы, г) *взаимосвязь системы и среды*. Понятие функциональной системы в современную физиологию ввел П.К.Анохин. Под функциональной системой он понимал такое объединение различных органов, структурных образований организма, благодаря которому достигается положительный приспособительный результат. По мнению П.К.Анохина свойство добиваться положительный адаптивного результата возникло на самых ранних ступенях эволюции, Свое завершение оно получило только у высших животных. Появление устойчивых систем с чертами саморегуляции стало возможно потому, что возник первый полезный результат этой саморегуляции в виде устойчивости, способности к противодействию факторам внешней среды. Взаимодействие различных структур в складывающейся функциональной системе обуславливает ее дальнейшее развитие на основе частных механизмов интеграции (нервных, гуморальных, эндокринных). В свою очередь, сложившаяся функциональная система детерминирует деятельность отдельных органов, поднимая их работу на новую качественную ступень. Внутреннее единство их функций является необходимым условием формирования функциональной системы управления жизнедеятельностью целостного организма.

*Целостность как принцип работы организма.* Живой организм представляет собой единое целое, в котором частные физиологические процессы подчинены закономерностям работы сложной целостной системы. В тоже время, необходимо понять, что процесс позна-

ния физиологических закономерностей немислим без глубокого изучения структуры органа или системы органов. Поэтому изучение макро- и микроструктуры органа – необходимый этап познания сущности физиологических процессов. При этом речь идет о глубоком понимании связи между структурой и функцией живого органа или целостной живой системы. Каждый орган или система органов выполняет специфическую функцию. Однако самостоятельность системы или органа в поведенческом акте является относительной. Так, в реализации пищевой поведенческой реакции проявления физиологической активности оказываются подчиненными решению главной задачи – удовлетворению потребности в пище.

Потребности живого организма могут быть удовлетворены только в результате активного взаимодействия его с внешней средой. Благодаря этому взаимодействию растет, развивается, накапливает энергию в виде пластических веществ и богатых энергией химических соединений. Эта энергия расходуется на выполнение различных видов работ, свойственных живому организму: механической, химической, электрической, осмотической и т.д. Программа работы энергетической системы организма осуществляется внешними и внутренними управляющими системами. *Внутреннее управление* заложено в самой функциональной системе. В основе этой формы управления лежат внутренние по своей природе механизмы, подчиняющиеся общим физико-химическим законам. *Внешнее управление* воздействует на энергетическую систему через ядерную ДНК, информосомы, информационную РНК, а так же посредством нейросекреторных, эндокринных и других химических регуляторов, т.е. внешнее управление вырабатывается специальными механизмами, обособленными от управляемого элемента. Генетическая управляющая система выступает регулятором не по отношению к самой себе, а к элементам лежащим вне её. ДНК структурных генов через систему информосом и РНК передает закодированную в ней информацию для синтеза ферментов, определяющих метаболические реакции и процесс биосинтеза белка.

Управление процессами жизнедеятельности в организме строится по принципу системной иерархичности: элементарные процессы жизнедеятельности подчинены сложным системным зависимостям. Не случайно нервная система у человека и высших животных построена по принципу соподчинения низших отделов высшим. Низшие уровни управления обеспечиваются автоматическими системами регуляции, поддерживающими заданный ритм жизнедеятельности. *Высший уровень* регуляции физиологических функций целостного организма и взаимоотношения организма и среды обеспечиваются центральной нервной системой (ЦНС). *Второй уровень* регуляции обеспечиваются вегетативной нервной системой (ВНС). Она регулирует функции внутренних органов, главным образом их специфическую активность. *Третий уровень* регуляции осуществляется эндокринной системой. Эндокринные железы выделяют в кровь гормоны – химически активные вещества, активизирующие или тормозящие работу ферментных систем, а через них - физиологические функции целостного организма. *Четвертый уровень* регуляции. Неспецифическая регуляция осуществляется жидкими средами организма (кровь, лимфа).

В целостном организме все эти уровни регуляции находятся во взаимной связи, обеспечивая получение полезного результата функционирования как отдельного органа, системы, так и организма в целом. В этом проявляется системность регуляции физиологических функций целостного организма.

### **Тема 3. АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА**

*Кость как орган. Строение и свойства костей. Классификация костей. Скелет. Функции скелета. Типы соединений костей. Классификация суставов. Скелетные мышцы, их строение и функции. Функциональные свойства мышц. Возрастные особенности развития мышц. Меры профилактически нарушений функций опорно-двигательного аппарата.*

Одна из функций человеческого организма – изменение положения частей тела, передвижение в пространстве. Движения происходят при участии костей (пассивная часть), вы-

полняющих функции рычагов, и скелетных мышц (активная часть), которые вместе с костями и их соединениями образуют опорно-двигательный аппарат.

*Кость как орган.* Каждая кость как орган состоит из всех видов тканей, однако главное место занимает костная ткань, являющаяся разновидностью соединительной ткани. Химический состав костей сложный. Они состоят из органических и неорганических веществ. Первые составляют 65—70% сухой массы кости и представлены главным образом солями фосфора и кальция. Вторые, получившие название оссеин, составляют 30—35% сухой массы кости - костные клетки, коллагеновые волокна. Эластичность, упругость кости зависит от ее органических веществ, а твердость — от минеральных солей. Сочетание неорганических и органических веществ в живой кости придает ей необычайные крепость и упругость. В молодом возрасте, у детей кости более эластичные, упругие, в них больше органических веществ и меньше неорганических. У пожилых, старых людей в костях преобладают неорганические вещества, кости становятся более ломкими.

У каждой кости выделяют *плотное {компактное}* и *губчатое* вещество. Распределение компактного и губчатого вещества зависит от функции костей. *Компактное вещество* находится в тех костях и в тех их частях, которые выполняют функции опоры и движения, например в диафизах трубчатых костей. В местах, где при большом объеме требуется сохранить легкость и прочность, образуется губчатое вещество (эпифизы трубчатых костей). *Губчатое вещество* находится также в коротких (губчатых) и плоских костях. Костные пластинки образуют в них неодинаковой толщины перекладины (балки), пересекающиеся между собой в различных направлениях. Полости между перекладинами (ячейки) заполнены красным костным мозгом. В трубчатых костях *костный мозг* находится в канале кости, называемом *костномозговой полостью*, У взрослого человека различают красный и желтый костный мозг. Красный костный мозг заполняет губчатое вещество плоских костей и эпифизов трубчатых костей, желтый костный мозг находится в диафизах трубчатых костей.

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

*Типы костей.* Различают кости трубчатые (длинные и короткие), губчатые, плоские, смешанные и воздухоносные (рис.1).

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

*Губчатые {короткие} кости* состоят из губчатого вещества, покрытого тонким слоем компактного вещества. Они имеют форму неправильного куба или многогранника располагаются в местах, где боль-

Рис. 1. Виды костей.

1 — длинная (трубчатая) кость, 2 — плоская кость, 3 — губчатые (короткие) кости, 4 — смешанная кость.

шая нагрузка сочетается с большой подвижностью (кости запястья, предплюсны).

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

*Смешанные кости* имеют сложную форму, состоят из нескольких частей, имеющих различное строение (позвонки, кости основания черепа).

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

Кости и соединения костей составляют пассивную часть опорно-двигательного аппарата, а мышцы, выполняющие функции сокращаться и изменять положение костей, - активную часть.

*Скелет*, skeleton (от греч. skeletos - высохший, высушенный), представляет собой совокупность костей, образующих в теле человека твердый остов, обеспечивающий выполнение ряда важнейших функций (рис. 2). В учебных целях специально обработанные, обезжиренные, высушенные (мацерированные) кости соединены друг с другом искусственно и являются учебным пособием. Такой «сухой» скелет имеет массу 5-6 кг, что составляет 8-10 % от массы всего тела. Кости живого человека значительно тяжелее; их общая масса равна 1/5-1/7 массы тела человека.

*Основные функции скелета.* Скелет и образующие его кости, имеющие сложное строение и химический состав, обладают большой прочностью. Они выполняют в организме функции опоры, передвижения, защиты, являются депо солей кальция, фосфора и др. *Опорная функция скелета* состоит в том, что кости поддерживают прикрепляющиеся к ним мягкие ткани (мышцы, фасции и другие органы), участвуют в образовании стенок полостей, в которых помещаются внутренние органы. Без скелета тело человека, на которое действуют силы притяжения (силы тяжести), не могло бы занимать определенное положение в пространстве.

К костям прикрепляются фасции, связки и т. п., являющиеся элементами мягкого остова, или мягкого скелета, который также принимает участие в удержании органов возле костей, образующих твердый скелет (остов).

Кости скелета выполняют *функции длинных и коротких рычагов*, приводимых в движение мышцами. В результате части тела обладают способностью к передвижению.

Скелет образует *вместилища для жизненно важных органов, защищает их от внешних воздействий*. Так, в полости черепа находится головной мозг, в позвоночном канале – спинной мозг; Грудная клетка защищает сердце, легкие, крупные сосуды; костный таз – органы половой и мочевой систем и т. д. Кости содержат значительное количество солей кальция, фосфора, магния и других элементов, которые участвуют в минеральном обмене. В состав скелета входит более 200 костей, из

Рис. 2. Скелет человека. Вид спереди

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

них 33-34 непарные, остальные парные; 29 костей образуют череп, 26 – позвоночный столб, 25 костей составляют ребра и грудину, 64 кости образуют скелет верхних конечностей и 62-скелет нижних конечностей. Позвоночный столб, череп и грудную клетку относят к осевому скелету, кости верхних и нижних конечностей называют добавочным скелетом.

*Типы соединения костей.* Все соединения костей делятся на три большие группы. Это *непрерывные соединения*, *полусуставы*, или симфизы, и *прерывные соединения*, или синовиальные соединения. Непрерывные соединения костей образованы с помощью различных видов соединительной ткани. Эти соединения прочные, эластичные, но имеют ограниченную подвижность. Непрерывные соединения костей делятся на *фиброзные*, *хрящевые* и *икостные*. К фиброзным соединениям относятся синдесмозы, швы и «вколачивания». Синдесмозы — это соединения костей с помощью различной формы связок и мембран. Например, межкостные перепонки предплечья и голени, желтые связки, соединяющие дуги позвонков, связки, укрепляющие суставы. Швы — это соединения краев костей черепа между собой тонкими прослойками волокнистой соединительной ткани. Различают швы

зубчатые (между теменными костями), чешуйчатые (соединение чешуи височной кости с теменной) и плоские (между костями лицевого черепа). К хрящевым соединениям (синхондрозам) относятся соединения с помощью хрящей (соединения тел позвонков друг с другом, ребер с грудиной). Костные соединения (синостызы) появляются по мере окостенения синхондрозов между эпифизами и диафизами трубчатых костей, отдельными костями основания черепа, костями, составляющими тазовую кость, и др. Симфизы также являются хрящевыми соединениями. В толще образующего их хряща имеется небольшая щелевидная полость, содержащая немного жидкости (лобковый симфиз).

*Суставы, или синовиальные соединения*, представляют собой прерывные соединения костей, прочные и отличающиеся большой подвижностью. Все суставы имеют следующие обязательные анатомические элементы: суставные поверхности костей, покрытые суставным хрящом; суставная капсула; суставная полость; синовиальная жидкость (рис. 3). Суставные поверхности покрыты упругим гиалиновым хрящом. Лишь у височно-нижнечелюстного и грудино-ключичного суставов хрящ волокнистый. Толщина суставного хряща колеблется в пределах от 0,2 до 6,0 мм и находится в прямой зависимости от функциональной нагрузки, испытываемой суставом: чем больше нагрузка, тем толще суставной хрящ. Суставная капсула имеет плотный наружный слой — фиброзную мембрану, прикрепляющуюся к костям вблизи краев суставных поверхностей, где она переходит в надкостницу. Внутренний тонкий слой суставной капсулы образован синовиальной мембраной, образующей складки, ворсинки, увеличивающие ее сво-

Рис.3. Схема строения сустава.

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

бодную поверхность, обращенную в полость сустава. Фиброзный слой суставной капсулы местами утолщен, образует внутрикапсульные связки; связки могут быть вне капсулы, рядом с нею (внекапсульные связки). Связки укрепляют сустав и направляют его движения, они также ограничивают движения суставов. Связки чрезвычайно прочные: прочность на разрыв подвздошно-бедренной связки достигает 350 кг, а длинной связки подошвы — 200 кг.

Суставная полость в норме у живого человека представляет собой узкую щель, в которой содержится синовиальная жидкость. Даже у таких крупных суставов, как коленный или тазобедренный, ее количество не превышает 2—3 см<sup>3</sup>.

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

#### Классификация суставов

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

Форма сочленяющихся поверхностей обуславливает количество осей, вокруг которых может совершаться движение, В зависимости от этого суставы делятся на одно-, двух- и многоосные (рис. 4).

Для удобства форму суставной поверхности сравнивают с отрезком тела вращения. При этом каждый сустав имеет одну, две или три оси движения. Так, *цилиндрические* и *блоковидные суставы* одноосные. Примерами одноосных суставов (цилиндрических) являются срединный атлантоосевой, проксимальный и дистальный лучелоктевой. У блоковидного сустава на поверхности цилиндра имеются бороздка или гребень, расположенные перпендикулярно оси цилиндра, и соответствующее углубление или выступ на другой суставной поверхности. Примерами блоковидных суставов служат меж-фаланговые суставы кисти. Разновидностью блоковидного сустава является винтообразный сустав. Отличие винта от блока состоит в том, что борозда расположена не перпендикулярно оси сустава, а по спирали. Примером винтообразного сустава служит плечелоктевой сустав. Эллипсоидные, мыщелковые и седловидные суставы являются двухосными. Лучезапястный сустав является эллипсоидным. Мыщелковый по форме близок к эллипсоидному, его суставная головка — подобие эллипса, одна из его суставных поверхностей располагается на мыщелке. Например, коленный и атлантозатылочный суставы являются мыщелковыми (первый является также комплексным, второй — комбинированным).

Рис. 4. Схематическое изображение суставных поверхностей.  
Суставы: А — блоковидный, Б — эллипсоидный, В — седловидный, Г — шаровидный

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

Шаровидные и плоские суставы многоосные. Кроме движения по трем осям у многоосных суставов совершаются и круговые движения. Примером многоосных суставов служат плечевой и тазобедренный суставы. Последний считают чашеобразным благодаря значительной глубине суставной ямки. К многоосным суставам относятся также плоские суставы. Плоская поверхность является отрезком шара больших размеров. Движения плоских суставов могут производиться вокруг трех осей, но отличаются малым объемом. К плоским суставам относятся межзапястные, предплюсне-плюсневые суставы.

Движения в суставах определяются формой суставных поверхностей. В суставах вокруг фронтальной оси производятся сгибание и разгибание (движение происходит в сагиттальной плоскости); вокруг сагиттальной оси — приведение и отведение (движение происходит во фронтальной плоскости); вокруг вертикальной оси (продольной) — вращение. Величина подвижности в суставах зависит от соответствия конгруэнтности сочленяющихся поверхностей. Чем соответствие больше, тем подвижность в суставе меньше (тазобедренный сустав), и наоборот, чем меньше соответствуют суставные поверхности друг другу, тем большая подвижность в таком суставе (плечевой сустав).

Величина подвижности в суставах определяется разницей угловых размеров суставных поверхностей сочленяющихся костей. Так, если величина угловых размеров суставной впадины составляет  $150^\circ$ , а угловых размеров суставной головки —  $230^\circ$ , то дуга возможного движения равна  $80^\circ$ . Чем больше разность кривизны суставных поверхностей, тем больше возможный размах движения в данном суставе. На подвижность в суставах влияет также натянутость суставной капсулы, связочный аппарат, развитие мышц и степень их эластичности, а также половые и возрастные особенности, характер труда и вид спорта.

Соединения костей связывают кости скелета в единое целое. Они удерживают их друг возле друга и обеспечивают им большую или меньшую подвижность.

Активной частью опорно-двигательного аппарата являются скелетные мышцы.

*Строение и классификация скелетных мышц.*

В организме человека насчитывается около 600 скелетных мышц (рис. 5). Форма и величина мышц зависят от выполняемой ими работы. Различают мышцы длинные, широкие,



короткие и круговые. Длинные мышцы располагаются на конечностях, короткие – там, где размах движения мал (между позвонками). Широкие мышцы располагаются преимущественно на туловище, в стенках полостей тела (мышцы живота, спины, груди). Круговые мышцы называют сфинктерами.

Рис. 5. Мышцы тела человека.

1 - двуглавая мышца, 2 - трехглавая мышца, 3 - мышцы предплечья, 4 - мышцы кисти, 5 - икроножная мышца, 6 - ягодичная мышца, 7 - мышцы затылка, 8 - большая грудная мышца, 9 - мышцы брюшного пресса, 10 - мимические мышцы лица

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

В процессе развития ребенка отдельные мышечные группы растут неравномерно. У грудных детей, прежде всего, развиваются мышцы живота, позднее – жевательные. К концу первого года жизни в связи с ползанием и началом ходьбы заметно растут мышцы спины и конечностей. За весь период роста ребенка масса мускулатуры увеличивается в 35 раз.

В период полового созревания (12-16 лет) наряду с удлинением трубчатых костей удлиняются интенсивно и сухожилия мышц. Мышцы в это время становятся длинными и тонкими, и подростки выглядят длинноногими и длиннорукими. В 15-18 лет продолжается дальнейший рост поперечника мышц. Развитие мышц продолжается до 25-30 лет.

*Основные функциональные свойства мышц.* Мышца обладает тремя важнейшими свойствами: *возбудимостью, проводимостью и сократимостью.* Сократимость является специфическим свойством мышц. Возбуждение и сокращение мышц вызывается нервными импульсами, поступающими из нервных центров. Нервные импульсы, приходящие в область нервно-мышечного синапса (место контакта нерва и мышцы), приводят к выделению в постсинаптической мембране медиатора ацетилхолина, вызывающего потенциал действия. Под влиянием потенциала действия происходит высвобождение кальция, запускающего всю систему мышечного

сокращения. В присутствии ионов Са под влиянием активного фермента миозина начинается расщепление аденозинтрифосфата (АТФ), являющегося основным источником энергии при мышечном сокращении. При передаче этой энергии на миофибриллы белковые нити начинают перемещаться относительно друг друга, в результате чего изменяется длина миофибрилл – мышца сокращается.

*Работа и сила мышц.* Сокращаясь, мышцы выполняют работу. Работа мышц зависит от их силы. Мышца тем сильнее, чем больше в ней мышечных волокон, т. е. чем она толще. При пересчете на 1 см<sup>2</sup> поперечного сечения мышца способна поднять груз до 10 кг. Сила мышц зависит и от особенностей прикрепления их к костям. Кости вместе с прикрепляющимися к ним мышцами являются своеобразными рычагами, и мышца может развивать тем большую силу, чем дальше от точки опоры рычага и ближе к точке приложения силы тяжести она прикрепляется. Человек может длительное время сохранять одну и ту же позу. Это статическое напряжение мышц. При статическом усилии мышца находится в состоянии напряжения. При некоторых упражнениях на кольцах, параллельных брусьях, при удержании поднятой штанги статическая работа требует одновременного сокращения почти всех мышечных волокон и, естественно, может быть очень непродолжительной из-за развивающегося утомления. При динамической работе поочередно сокращаются различные группы мышц. Мышцы, производящие динамическую работу, быстро сокращаются и, работая с большим напряжением, скоро утомляются. Но обычно различные группы мышечных волокон при динамической работе сокращаются поочередно, что дает возможность мышце длительное время совершать работу. Нервная система, управляя работой мышц, приспособливает их работу к текущим потребностям организма. Это дает им возможность работать экономно, с высоким коэффициентом полезного действия. Для каждого вида мышечной деятельности можно подобрать некоторый средний (оптимальный) ритм и величину нагрузки, при которых будет выполнена наибольшая величина работы, а утомление будет развиваться постепенно.

*Меры профилактически нарушений функций опорно-двигательного аппарата у детей.* Эффективной мерой предупреждения нарушений развития костного аппарата растущего организма является обеспечение детям оптимальных условий работы (учебы). Один из важнейших компонентов, направленных на профилактику нарушений осанки – правильный подбор мебели в образовательных учреждениях (ГОСТ 11015-93 «Столы ученические»; ГОСТ 11016-93 «Стулья ученические»).

Наряду с другими мерами учебно-воспитательного процесса профилактику травматизма обеспечивает выполнение ряда гигиенических требований. При оборудовании учебных помещений соблюдаются следующие размеры проходов и расстояния между предметами оборудования в см:

- между рядами двухместных столов - не менее 60;
- между рядом столов и наружной продольной стеной - не менее 50 - 70;
- между рядом столов и внутренней продольной стеной (перегородкой) или шкафами, стоящими вдоль этой стены - не менее 50 - 70;
- от последних столов до стены (перегородки), противоположной классной доске - не менее 70, от задней стены, являющейся наружной - не менее 100; а при наличии оборотных классов - 120;
- от демонстрационного стола до учебной доски - не менее 100.

Существенное значение для детей школьного возраста имеют занятия по физической культуре. За счет самостоятельной двигательной активности учащиеся 1-11 классов выполняют лишь половину необходимой нормы двигательной активности (при 2-х, 3-х кратном снижении двигательной активности по сравнению с гигиеническими нормами наступает так называемый «двигательный голод» - гиподинамия). Работа мышц – необходимое условие их существования. Тренировка, т. е. систематическая, не чрезмерная работа мышц, способствует увеличению их объема, возрастанию силы и работоспособности, что важно для физического развития всего организма.

#### **Тема 4. АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ**

*Понятие «дыхание». Значение дыхания для организма. Органы дыхания. Дыхательные движения. Структура жизненной емкости легких. Минутный объем дыхания. Мертвое пространство. Газообмен в легких. Транспорт газов кровью. Возрастные особенности строения и функции органов дыхания.*

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

*Дыхательная система человека* включает: воздухоносные пути, к которым относятся полость носа, носоглотка, гортань, трахея, бронхи, легкие, состоящие из бронхиол, альвеолярных мешочков и богато снабженные сосудистыми разветвлениями (рис. 6), костно-мышеч-

Рис. 6. Схема строения дыхательных путей человека.

1 - носовая полость, 2 - носоглотка, 3 - гортань, 4 - трахея, 5 - бронх, 6 - бронхиола, 7 - альвеолы, 8 - диафрагма, 9 - пристенная плевра, 10 – легочная плевра, 11 - три доли правого легкого

чный аппарат, обеспечивающую дыхательные движения (относятся ребра, межреберные и другие вспомогательные мышцы, диафрагма). Все звенья дыхательной системы претерпевают с возрастом существенные структурные преобразования, что определяет особенности дыхания детского организма на разных этапах развития.

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

Одним из факторов, затрудняющих дыхание через нос, являются аденоиды. «Заложенный» нос влияет на речь, вызывая закрытую гнусавость, косноязычие. При «заложенном» носе воздух недостаточно очищается от вредных примесей, пыли, недостаточно увлажняется, отчего возникают частые воспаления гортани и трахеи. Ротовое дыхание вызывает кислородное голодание, застойные явления в грудной клетке и черепной коробке, деформацию грудной клетки, понижение слуха, частые отиты, бронхиты, сухость слизистой полости рта, неправильное (высокое) развитие твердого неба, нарушение нормального положения носовой перегородки и формы нижней челюсти.

Из полости носа воздух попадает в *носоглотку* – верхнюю часть глотки. В глотку открываются также полость носа, гортань и слуховые трубы, соединяющие полость глотки со средним ухом. Глотка ребенка отличается меньшей длиной, большей шириной и низким расположением слуховой трубы. Особенности строения носоглотки приводят к тому, что заболевания верхних дыхательных путей у детей часто осложняются воспалением среднего уха, так как инфекция легко проникает в ухо через широкую и короткую слуховую трубу. Заболевания миндалевидных желез, расположенных в глотке, серьезно отражаются на здоровье ребенка.

Следующее звено воздухоносных путей – *гортань*. Скелет гортани образован хрящами, соединенными между собой суставами, связками и мышцами. Полость гортани покрыта слизистой оболочкой, которая образует две пары складок, замыкающих вход в гортань во время глотания. Нижняя пара складок покрывает голосовые связки. Пространство между голосовыми связками называют *голосовой щелью*. Таким образом, гортань не только связывает глотку с трахеей, но и участвует в речевой функции.

От нижнего края гортани отходит *трахея*. Длина ее увеличивается в соответствии с ростом туловища, максимальное ускорение роста трахеи отмечено в возрасте 14 – 16 лет. Окружность трахеи увеличивается соответственно увеличению объема грудной клетки. Трахея разветвляется на два *bronха*, правый из которых более короткий и широкий. Наибольший рост бронхов происходит в первый год жизни и в период полового созревания.

Слизистая оболочка воздухоносных путей у детей более обильно снабжена кровеносными сосудами, нежна и ранима, она содержит меньше слизистых желез, предохраняющих ее от повреждения. Эти особенности слизистой оболочки, выстилающей воздухоносные пути, в детском возрасте в сочетании с более узким просветом гортани и трахеи обуславливают подверженность детей воспалительным заболеваниям органов дыхания.

*Легкие*. С возрастом существенно изменяется и структура основного органа дыхания – легких. Первичный бронх, вступив в ворота легких, делится на более мелкие бронхи, которые образуют бронхиальное дерево. Самые тонкие веточки его называют *бронхиолами*. Тонкие бронхиолы входят в легочные дольки и внутри них делятся на конечные бронхиолы. Бронхиолы разветвляются на альвеолярные ходы с мешочками, стенки которых образованы множеством легочных пузырьков – *альвеол*. Альвеолы являются конечной частью дыхательного пути, их стенки состоят из одного слоя плоских эпителиальных клеток. Каждая альвеола окружена снаружи густой сетью капилляров. Через стенки альвеол и капилляров происходит обмен газами – из воздуха в кровь переходит кислород, а из крови в альвеолы поступают углекислый газ и пары воды. В легких насчитывают до 350 млн. альвеол, а их поверхность

достигает  $150 \text{ м}^2$ . Большая поверхность альвеол способствует лучшему газообмену. По одну сторону этой поверхности находится альвеолярный воздух, постоянно обновляющийся в своем составе, по другую – непрерывно текущая по сосудам кровь. Через обширную поверхность альвеол происходит диффузия кислорода и углекислого газа. Чем больше общая поверхность альвеол, тем интенсивнее происходит диффузия газов.

Каждое легкое покрыто серозной оболочкой, называемой *плеврой*. У плевры два листка. Один плотно сращен с легким, другой приращен к грудной клетке. Между обоими листками – небольшая *плевральная полость*, заполненная серозной жидкостью (около 1-2 мл), которая облегчает скольжение листков плевры при дыхательных движениях. В альвеолах осуществляется газообмен: кислород из альвеолярного воздуха переходит в кровь, из крови углекислый газ поступает в альвеолы. Газообмен зависит от поверхности, через которую осуществляется диффузия газов, и разности парциального давления диффундирующих газов. При глубоком вдохе альвеолы растягиваются, и их поверхность достигает  $100 \times 150 \text{ м}^2$ . Также велика и поверхность капилляров в легких.

*Дыхательные движения.* Обмен газов между атмосферным воздухом и воздухом, находящимся в альвеолах, происходит благодаря ритмическому чередованию актов вдоха и выдоха. В легких нет мышечной ткани, и поэтому активно они сокращаться не могут. Активная роль в акте вдоха и выдоха принадлежит дыхательным мышцам. При вдохе сокращаются наружные межреберные мышцы и диафрагма. Межреберные мышцы приподнимают ребра и отводят их несколько в сторону. Объем грудной клетки при этом увеличивается. При сокращении диафрагмы ее купол уплощается, что также ведет к увеличению объема грудной клетки. При глубоком дыхании принимают участие и другие мышцы груди и шеи. Легкие, находясь в герметически закрытой грудной клетке, пассивно следуют во время вдоха и выдоха за ее движущимися стенками, так как при помощи плевры они приращены к грудной клетке. Этому способствует и отрицательное давление в грудной полости. Отрицательное давление – это давление ниже атмосферного. Во время вдоха оно ниже атмосферного на 9-12 мм рт. ст., а во время выдоха – на 2-6 мм рт. ст.

В ходе развития грудная клетка растет быстрее, чем легкие, отчего легкие постоянно (даже при выдохе) растянуты. Растянутая эластичная ткань легких стремится сжаться. Сила, с которой ткань легкого стремится сжаться за счет эластичности, противодействует атмосферному давлению. Вокруг легких, в плевральной полости, создается давление, равное атмосферному минус эластическая тяга легких. Так вокруг легких создается отрицательное давление. За счет отрицательного давления в плевральной полости легкие следуют за расширившейся грудной клеткой. Легкие при этом растягиваются. Атмосферное давление действует на легкие изнутри через воздухоносные пути, растягивает их, прижимает к грудной стенке. В растянутом легком давление становится ниже атмосферного, и за счет разницы давления атмосферный воздух через дыхательные пути устремляется в легкие. При расслаблении дыхательных мышц ребра опускаются до исходного положения, купол диафрагмы приподнимается, объем грудной клетки, а, следовательно, и легких уменьшается и воздух выдыхается наружу. В глубоком выдохе принимают участие мышцы живота, внутренние межреберные и другие мышцы.

*Структура жизненной емкости легких.* При спокойном дыхании человек вдыхает и выдыхает около 500 мл воздуха. Это количество воздуха называют *дыхательным объемом*. При глубоком (дополнительном) вдохе в легкие поступит еще примерно 1500 мл воздуха. Это *резервный объем вдоха*. При равномерном дыхании после спокойного выдоха человек при напряжении дыхательных мышц может выдохнуть еще около 1500 мл воздуха. Это *резервный объем выдоха*. Объем воздуха, складывающийся из дыхательного объема, резервного объема вдоха, резервного объема выдоха, называют *жизненной емкостью легких* (около 3500 мл). У тренированных, физически развитых людей жизненная емкость легких может достигать 7000—7500 мл. Эта характеристика состояния системы внешнего дыхания является важным показателем физического развития. У женщин в связи с меньшей массой тела жизненная емкость легких меньше, чем у мужчин. После того как человек выдохнет ды-

хательный объем, а затем резервный объем выдоха в его легких все еще остается примерно 1200 мл *остаточного объема воздуха*.

Из 500 мл вдыхаемого воздуха (дыхательный объем) только 360 мл проходит в альвеолы и отдает кислород в кровь. Остальные 140 мл остаются в воздухоносных путях и в газообмене не участвуют. Поэтому воздухоносные пути называют «мертвым пространством».

В течение одной минуты человек вдыхает и выдыхает 5—8 л воздуха. Это *минутный объем дыхания*, который при интенсивной физической нагрузке может достигать 80—120 л в минуту.

*Газообмен в легких.* В легких происходит газообмен между поступающим в альвеолы воздухом и протекающей по капиллярам кровью. Газообмену способствует малая толщина так называемого *аэрогематического барьера*. Этот барьер образован стенкой альвеолы и стенкой кровеносного капилляра, его толщина — около 2,5 мкм. Стенки альвеол построены из однослойного плоского эпителия, покрытого изнутри тонкой пленкой фосфолипида — *сурфактантом*, который препятствует слипанию альвеол при выдохе и понижает поверхностное натяжение. Альвеолы оплетены густой сетью кровеносных капилляров, что сильно увеличивает площадь, на которой совершается газообмен. Во вдыхаемом воздухе концентрация (парциальное давление) кислорода намного выше (100 мм рт. ст.), чем в венозной крови (40 мм рт. ст.), протекающей по легочным капиллярам. Поэтому кислород легко выходит из альвеол в кровь, где он быстро вступает в соединение с гемоглобином эритроцитов. Одновременно углекислый газ, концентрация которого в венозной крови капилляров высокая (47 мм рт. ст.), диффундирует в альвеолы, где его парциальное давление значительно ниже (40 мм рт. ст.). Таким образом, разница в давлении (напряжение) кислорода и углекислого газа в альвеолярном воздухе, в артериальной и венозной крови дает возможность кислороду диффундировать из альвеол в кровь, а из крови в альвеолы — углекислому газу.

*Транспорт газов кровью.* Благодаря особому свойству гемоглобина вступать в соединение с кислородом и с углекислым газом кровь способна поглощать эти газы в значительном количестве. В 100 мл артериальной крови содержится до 20 мл кислорода и до 52 мл углекислого газа. Одна молекула гемоглобина способна присоединить к себе четыре молекулы кислорода, образуя неустойчивое соединение *оксигемоглобин*. Известно, что 1 мл гемоглобина связывает 1,34 мл кислорода. В 100 мл крови содержится 15 г гемоглобина. В тканях организма в результате непрерывного обмена веществ, интенсивных окислительных процессов расходуется кислород и образуется углекислый газ. При поступлении крови в ткани организма гемоглобин отдает клеткам, тканям кислород. Образовавшийся при обмене веществ углекислый газ диффундирует из тканей в кровь и присоединяется к гемоглобину. При этом образуется непрочное соединение — *карбгемоглобин*. Быстрому соединению гемоглобина с углекислым газом способствует находящийся в эритроцитах фермент *карбоангидраза*.

Гемоглобин эритроцитов способен соединяться и с другими газами. Так, например, с окисью углерода, образующейся при неполном сгорании угля или другого топлива, гемоглобин соединяется в 150—300 раз быстрее, чем с кислородом. При этом образуется довольно прочное соединение *карбоксигемоглобин*. Поэтому даже при малом содержании в воздухе окиси углерода (СО) гемоглобин соединяется не с кислородом, а с окисью углерода. При этом снабжение организма кислородом, его транспорт к клеткам, тканям нарушается, прекращается. Человек в этих условиях задыхается и может погибнуть из-за непоступления кислорода в ткани организма.

*Возрастные особенности строения и функции органов дыхания*

*Полости носа.* У новорожденного полость носа низкая (высота ее 17,5 мм) и узкая. Носовые раковины относительно толстые, носовые ходы развиты слабо. Нижняя носовая раковина касается дна полости носа. Общий носовой ход остается свободным, и через него осуществляется дыхание новорожденного, хоаны низкие. К 6 месяцам высота полости носа увеличивается до 22 мм и формируется средний носовой ход, к 2 годам — нижний, после 2

лет верхний. К 10 годам полость носа увеличивается в длину в 1,5 раза, а к 20 годам — в 2 раза по сравнению с новорожденным. Из околоносовых пазух у новорожденного имеется только верхнечелюстная, она развита слабо. Остальные пазухи начинают формироваться после рождения. Лобная пазуха появляется на втором году жизни, клиновидная — к 3 годам, ячейки решетчатой кости — к 3—6 годам. К 8—9 годам верхнечелюстная пазуха занимает почти все тело кости. Лобная пазуха к 5 годам имеет размеры горошины. Размеры клиновидной пазухи у ребенка 6—8 лет достигают 2—3 мм. Пазухи решетчатой кости в 7-летнем возрасте плотно прилежат друг к другу; к 14 годам по строению они похожи на решетчатые ячейки взрослого человека.

Гортань. Гортань новорожденного имеет сравнительно большие размеры, она короткая, широкая, воронкообразная, располагается выше, чем у взрослого человека (на уровне II—IV позвонков). Пластинки щитовидного хряща располагаются под тупым углом друг к другу. Выступ гортани отсутствует. Вследствие высокого расположения гортани у новорожденных и детей грудного возраста надгортанник находится несколько выше корня языка, поэтому при глотании пищевой комков (жидкость) обходит надгортанник латерально. В результате этого ребенок может дышать и глотать (пить) одновременно, что имеет важное значение при акте сосания.

Вход в гортань у новорожденного относительно шире, чем у взрослого. Преддверие короткое, поэтому голосовая щель находится высоко, она имеет длину 6,5 мм (в 3 раза короче, чем у взрослого), Голосовая щель заметно увеличивается в первые три года жизни ребенка, а затем в период полового созревания. Мышцы гортани у новорожденного и в детском возрасте развиты слабо, Наиболее интенсивный их рост наблюдается в период полового созревания. Гортань быстро растет в течение первых четырех лет жизни ребенка. В период полового созревания (после 10—12 лет) вновь начинается активный рост, который продолжается до 25 лет у мужчин и до 22—23 лет у женщин. Вместе с ростом гортани (она постепенно опускается) в детском возрасте расстояние между ее верхним краем и подъязычной костью увеличивается. К 7 годам нижний край гортани находится на уровне верхнего края VI шейного позвонка. Положение, характерное для взрослого человека, гортань занимает после 17—20 лет.

Половые отличия гортани в раннем возрасте не наблюдаются. В дальнейшем рост гортани у мальчиков идет несколько быстрее, чем у девочек. После 6—7 лет гортань у мальчиков крупнее, чем у девочек того же возраста. В 10—12 лет у мальчиков становится заметным выступ гортани. В период полового созревания размеры гортани, длина голосовых связок у мальчиков больше, чем у девочек.

Хрящи гортани, тонкие у новорожденного, с возрастом становятся более толстыми, однако долго сохраняют свою гибкость. В пожилом и старческом возрасте в хрящах гортани, кроме надгортанника, откладываются соли кальция; хрящи окостеневают, становятся хрупкими и ломкими.

Трахея и бронхи. У новорожденного длина трахеи составляет 3,2—4,5 см, ширина просвета в средней части — около 0,8 см. Перепончатая стенка трахеи относительно широкая, хрящи трахеи развиты слабо, тонкие, мягкие. В пожилом и старческом возрасте (после 60—70 лет) хрящи трахеи становятся плотными, хрупкими, при сдавлении легко ломаются.

После рождения трахея быстро растет в течение первых 6 месяцев, затем рост ее замедляется и вновь ускоряется в период полового созревания и в юношеском возрасте. К 3—4 годам жизни ребенка ширина просвета трахеи увеличивается в 2 раза. Трахея у ребенка 10—12 лет вдвое длиннее, чем у новорожденного, а к 20—25 годам длина ее утраивается.

Слизистая оболочка стенки трахеи у новорожденного тонкая, нежная. У ребенка 1—2 лет верхний край трахеи располагается на уровне IV—V шейных позвонков, в 5—6 лет — кпереди от V—VI позвонков, а в подростковом возрасте — на уровне VI шейного позвонка» Бифуркация трахеи к 7 годам жизни ребенка находится кпереди от IV—V грудных позвонков, а после 7 лет постепенно устанавливается на уровне V грудного позвонка, как у

взрослого человека. Главные бронхи особенно быстро растут на первом году жизни ребенка и в период полового созревания.

Легкие. Легкие у новорожденного неправильной конусовидной формы, верхние доли относительно небольших размеров, средняя доля правого легкого по размерам равна верхней доле, а нижняя сравнительно велика. Масса обоих легких новорожденного составляет в среднем 57 г (от 39 до 70 г), объем 67 см<sup>3</sup>. Плотность недышавшего легкого составляет 1,068 (легкие мертворожденного ребенка тонут в воде), а плотность легкого дышавшего ребенка — 0,490. Бронхиальное дерево к моменту рождения в основном сформировано. На первом году жизни наблюдается его интенсивный рост (размеры долевых бронхов увеличиваются в 2 раза, а главных — в 1,5 раза). В период полового созревания рост бронхиального дерева снова усиливается. Размеры всех его частей к 20 годам увеличиваются в 3,5—4 раза по сравнению с бронхиальным деревом новорожденного. У людей 40—45 лет бронхиальное дерево имеет наибольшие размеры. Возрастная инволюция бронхов начинается после 50 лет. В пожилом и старческом возрасте длина и диаметр просвета сегментарных бронхов немного уменьшаются, иногда появляются четкообразные выпячивания их стенок. Легочные ацинусы у новорожденного имеют небольшое количество мелких легочных альвеол. В течение второго года жизни ребенка и позже ацинус растет за счет появления новых альвеолярных ходов и образования новых легочных альвеол в стенках уже имеющихся альвеолярных ходов; образование новых разветвлений заканчивается к 7—9 годам, легочных альвеол — к 12—15 годам. К этому времени размеры альвеол увеличиваются вдвое. Формирование легких завершается к 15—25 годам. В период от 25 до 40 лет строение легочного ацинуса практически не меняется. После 40 лет постепенно начинается старение легочной ткани: легочные альвеолы становятся крупнее, часть межальвеолярных перегородок исчезает. В процессе роста и развития легких после рождения увеличивается их объем: в течение первого года в 4 раза, к 8 годам — в 8 раз, к 12 годам — в 10 раз, к 20 годам — в 20 раз по сравнению с объемом легких новорожденного.

Типы дыхания. Постепенность созревания костно-мышечного аппарата дыхательной системы и особенности его развития у мальчиков и девочек определяют возрастные и половые различия типов дыхания. У детей раннего возраста ребра имеют малый изгиб и занимают почти горизонтальное положение. Верхние ребра и весь плечевой пояс расположены высоко, межреберные мышцы слабые. В связи с такими особенностями у новорожденных преобладает *диафрагмальное дыхание с* незначительным участием межреберных мышц. Диафрагмальный тип дыхания сохраняется до второй половины первого года жизни. По мере развития межреберных мышц и роста ребенка грудная клетка опускается вниз и ребра принимают косое положение. Постепенно дыхание грудных детей становится грудобрюшным, с преобладанием диафрагмального, причем в верхнем отделе грудной клетки подвижность остается все еще небольшой. В возрасте от 3 до 7 лет в связи с развитием плечевого пояса все более начинает преобладать *грудной тип дыхания*, и к 7 годам он становится выраженным. В 7-8 лет выявляются половые отличия в типе дыхания: у мальчиков становится преобладающим *брюшной тип дыхания*, у девочек — *грудной*. Заканчивается половая дифференцировка дыхания к 14-17 годам. Следует заметить, что тип дыхания у юношей и девушек может меняться в зависимости от занятий спортом, трудовой деятельности.

Глубина и частота дыхания. Возрастные особенности строения грудной клетки и мышц обуславливают особенности глубины и частоты дыхания в детском возрасте. Взрослый человек делает в среднем 15-17 дыхательных движений в минуту, за один вдох при спокойном дыхании вдыхается 500 мл воздуха. Объем воздуха, поступающий в легкие за один вдох, характеризует глубину дыхания. Дыхание новорожденного ребенка частое и поверхностное — 48-63 дыхательных цикла в минуту во время сна. У детей первого года жизни частота дыхательных движений в минуту во время бодрствования 50-60, а во время сна — 35-40. У детей 1-2 лет во время бодрствования частота дыхания 35-40, у 2-4-летних — 25-35 и у 4-6-

летних – 23-26 циклов в минуту. У детей школьного возраста происходит дальнейшее урежение дыхания (18-20 раз в минуту). Большая частота дыхательных движений у ребенка обеспечивает высокую легочную вентиляцию. Объем вдыхаемого воздуха у ребенка в 1 месяц жизни составляет 30 мл, в 1 год – 70 мл, в 6 лет – 156 мл, в 10 лет – 239 мл, в 14 лет – 300 мл. За счет большой частоты дыхания у детей значительно выше, чем у взрослых, минутный объем дыхания (в пересчете на 1 кг массы). У новорожденного минутный объем дыхания составляет 0,65-0,70 л воздуха, к концу первого года жизни – 2,60-2,70 л, к 6 годам – 3,50 л, у 10-летнего ребенка – 4,30 л, у 14-летнего – 4,90 л, у взрослого человека – 5,00-8,00л.

Важной характеристикой функционирования дыхательной системы является *жизненная емкость* легких. Она меняется с возрастом, зависит от длины тела, степени развития грудной клетки и дыхательных мышц, пола. Так как измерение жизненной емкости легких требует активного и сознательного участия самого ребенка, то она может быть определена лишь после 4-5 лет. К 16-17 годам жизненная емкость легких достигает величин, характерных для взрослого человека.

Важным условием нормального функционирования дыхательной системы и профилактики заболеваний органов дыхания, особенно в детском возрасте, является *соблюдение гигиенических требований к воздушной среде учебных заведений*

Отопление, вентиляцию, кондиционирование воздуха в общеобразовательных учреждениях следует предусматривать в соответствии с гигиеническими требованиями к общественным зданиям и сооружениям. Теплоснабжение зданий должно обеспечиваться от ТЭЦ, паровое отопление не используется. Печное отопление допускается только в одноэтажных малокомплектных сельских школах (не более 50 человек). Топка устраивается в коридоре. Не следует устанавливать железные печи. Во избежание загрязнения воздуха помещений окисью углерода печные трубы закрываются не ранее полного сгорания топлива и не позднее, чем за 2 ч до прихода учащихся.

В качестве нагревательных приборов могут применяться радиаторы, трубчатые нагревательные элементы, встроенные в бетонные панели, а также допускается использование конвекторов с кожухами. Отопительные приборы ограждаются съемными деревянными решетками (профилактика ожогов), располагаются под оконными проемами и имеют регуляторы температуры. Не следует устраивать ограждений из древесно-стружечных плит и других полимерных материалов. Средняя температура поверхности нагревательных приборов не должна превышать 80°C.

При проектировании в школьном здании воздушного отопления, совмещенного с вентиляцией, следует предусматривать автоматическое управление системами для поддержания в помещении в рабочее время расчетных уровней температуры и относительной влажности воздуха в пределах 40 - 60%.

Температура воздуха, поддерживаемая в системе воздушного отопления, в рабочее время не должна превышать 40°C. В учебных помещениях рециркуляция воздуха в системах воздушного отопления не используется.

Отдельные системы вытяжной вентиляции следует предусматривать для следующих помещений (групп помещений): классных комнат и учебных кабинетов (при отсутствии воздушного отопления), лабораторий, актовых залов, бассейнов, тиров, столовой, медпункта, киноаппаратной, санитарных узлов, помещений для обработки и хранения уборочного инвентаря.

Воздухообмен в школьных столовых рассчитывается на поглощение теплоизбытков, выделяемых технологическим оборудованием кухни. Асбестоцементные воздухопроводы в учебных учреждениях не применяются.

Площадь фрамуг и форточек в учебных помещениях должна быть не менее 1/50 площади пола. Фрамуги и форточки должны функционировать в любое время года.

Учебные помещения проветриваются во время перемен, а рекреационные - во время уроков. До начала занятий и после их окончания необходимо осуществлять сквозное провет-



ривание учебных помещений. В теплые дни целесообразно проводить занятия при открытых фрамугах и форточках.

Во внеучебное время в помещении поддерживается температура не ниже 15°C. Температура воздуха в зависимости от климатических условий должна составлять: в классных помещениях, учебных кабинетах, лабораториях - 18 - 20°C при их обычном остеклении и 19 - 21°C - при ленточном остеклении; в учебных мастерских - 15 - 17°C; в актовом зале, лекционной аудитории, классе пения и музыки, клубной комнате - 18 - 20°C; в дисплейных классах - оптимальная 19 - 21°C, допустимая 18 - 22°C; в спортзале и комнатах для проведения секционных занятий - 15 - 17°C; в раздевалке спортивного зала - 19 - 23°C; в кабинетах врачей - 21 - 23°C; в рекреациях - 16 - 18°C; в библиотеке - 17 - 21°C; в вестибюле и гардеробе - 16 - 19°C.

Уроки физкультуры следует проводить в хорошо аэрируемых залах. Для этого необходимо во время занятий в зале открывать одно - два окна с подветренной стороны при температуре наружного воздуха выше 5°C и слабом ветре. При более низкой температуре и большей скорости движения воздуха занятия в зале проводятся при открытых фрамугах, а сквозное проветривание - во время перемен при отсутствии учащихся. При достижении в помещении температуры воздуха в 15 - 14°C проветривание зала следует прекращать.

В туалетах, помещениях кухни, душевых и мастерских оборудуется вытяжная вентиляция.

Вытяжные вентиляционные решетки следует ежемесячно очищать от пыли.

В школьных учебно-производственных мастерских, где работа на станках и механизмах связана с выделением большого количества тепла и пыли, оборудуется механическая вытяжная вентиляция. Кратность воздухообмена составляет не менее 20 м<sup>3</sup> в час на 1 ребенка. Станки и механизмы должны отвечать требованиям санитарных норм и иметь соответствующие защитные приспособления.

## **Тема 5. АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ. ЛИМФАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА.**

*Органы системы кровообращения. Строение сердца человека. Камеры сердца. Перикард. Возрастные особенности сердца и перикарда. Сердечный цикл. Свойства сердечной мышцы. Проводящая система сердца. Основные характеристики работы сердца. Общая схема кровообращения. Классификация кровеносных сосудов. Возрастные особенности кровеносных сосудов. Лимфатическая система.*

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

Сердце и кровеносные сосуды образуют замкнутую систему, по которой кровь движется благодаря ритмичным сокращениям сердечной мышцы. Кровеносные сосуды представлены *артериями*, несущими кровь от сердца, *венами*, по которым кровь течет к сердцу, и *микроциркуляторным руслом*.

*Сердце* представляет собой полый мышечный орган, расположенный слева в грудной клетке. Длинная ось сердца ориентирована косо сверху вниз, справа налево, сзади наперед. Положение и масса сердца зависят от типа телосложения, формы грудной клетки, пола и возраста человека, дыхательных движений и даже профессии. У людей высоких, долихоморфного типа телосложения сердце занимает более вертикальное положение. У лиц брахиморфного типа телосложения, невысоких, коренастых, сердце располагается почти горизонтально, даже «ложится» на диафрагму. У людей мезоморфного (среднего) типа телосложения наблюдается косо положение длинной оси сердца. У женщин чаще, чем у мужчин, наблюдается горизонтальное положение сердца и его размеры меньше, чем у мужчин. Развитие мускулатуры тела также влияет на величину и форму сердца. Так, величина и масса сердца у лиц, занятых физическим трудом, и у спортсменов больше, чем у пред-

ставителей умственного труда. У физически развитых людей резервные возможности сердца больше, чем у тех, кто не занимается спортом, не любит физический труд. Большое значение в положении сердца живого человека имеет положение диафрагмы, которое меняется в зависимости от фазы дыхания. В момент вдоха сердце опускается вместе с диафрагмой, при выдохе поднимается диафрагмой. У тучных людей, а также в пожилом и в старческом возрасте сердце расположено выше. Форма сердца напоминает слегка уплощенный конус.

Размеры сердца здорового человека зависят от размеров его тела, а также интенсивности обмена веществ. Средняя масса сердца у женщин 250 г, у мужчин — 300 г.

Сердце представляет собой полый мышечный орган, разделенный внутри на четыре полости. Это правое и левое предсердия, правый и левый желудочки, границы между которыми видны на поверхности сердца (рис. 7). У сердца человека выделяют две поверхности: это *грудино-реберная поверхность* — передняя и *диафрагмальная* — нижняя. Широкая верхняя часть сердца — его *основание*, оно образовано предсердиями, обращено вверх, вправо и кзади. Вниз и влево обращена *верхушка сердца*, его суживающаяся часть. В венечной, передней и задней межжелудочковых бороздах располагаются артерии и вены, кровоснабжающие сердце.

Стенки сердца состоят из трех слоев. Внутренний слой (*эндокард*) выстилает полости предсердий и желудочков, он покрыт тонкими, плоскими эндотелиальными клетками. Средний слой (*миокард*) образован сердечной мышечной тканью — *кардиомиоцитами*. В стенках предсердий миокард более тонкий, состоит из двух мышечных слоев. Миокард в стенках желудочков более толстый, *трехслойный*, особенно у левого желудочка, из которого выходит аорта. Миокард предсердий и желудочков не переходит друг в друга. Между мышечными пучками этих отделов сердца находятся *фиброзные кольца*. Эти кольца отделяют предсердия от желудочков и служат местом прикрепления клапанов сердца.

Рис. 7. Строение сердца. Схема продольного (фронтального) разреза.

1 — аорта, 2 — левая легочная артерия, 3 — левое предсердие, 4 — левые легочные вены, 5 — правое предсердно-желудочковое отверстие, 6 — левый желудочек, 7 — клапан аорты, 8 — правый желудочек, 9 — клапан легочного ствола, 10 — нижняя полая вена, 11 — правое предсердно-желудочковое отверстие, 12 — правое предсердие, 13 — правые легочные вены, 14 — правая легочная артерия, 15 — верхняя полая вена. Стрелки — направление тока крови в камерах сердца

*Кардиомиоциты миокарда* соединены плотно друг с другом при помощи так называемых вставочных дисков, которые обеспечивают механическую прочность мышечной оболочки сердца, а также осуществляют быстрое проведение возбуждения (потенциалов действия) к каждой отдельной мышечной клетке. Проведение возбуждения в миокарде сразу ко всем кардиомиоцитам выполняет проводящая система.

Наружный слой сердца (*эпикард*) покрывает его снаружи и продолжается на начальную часть аорты, легочного ствола и на конечные отделы верхней и нижней полых вен и переходит в серозный перикард.

*Предсердия (правое и левое)* занимают верхнюю часть сердца, *желудочки* — нижнюю. Каждое предсердие сообщается с одноименным желудочком, правым или левым через соответствующее предсердно-желудочковое отверстие.

*Правое предсердие* имеет кубовидную форму, в него впадают верхняя и нижняя полые вены, а также венечный синус сердца, несущие к сердцу венозную кровь. Кпереди и вправо предсердие имеет выпячивание — *правое ушко*. Внутренняя поверхность стенок правого предсердия гладкая, на ней имеются две складки. Одна складка (*заслонка нижней полых вен*) находится у места впадения этой вены в предсердие, другая — у места впадения венечного синуса (*заслонка венечного синуса*). На внутренней поверхности правого ушка и прилегающей к нему части передней стенки правого предсердия находятся несколько складок, в толще которых располагаются *гребенчатые мышцы*. На *межпредсердной перегородке* видно уг-

лубление — овальная ямка, здесь находилось отверстие, через которое во внутриутробном периоде сообщались предсердия.

В *левое предсердие* открываются четыре легочные вены, по две с каждой стороны, несущие к сердцу от легких артериальную кровь. Кпереди и влево предсердие имеет выпячивание — *левое ушко*.

Венозная кровь из правого предсердия поступает в правый желудочек через *правое предсердно-желудочковое отверстие*. В этом отверстии расположен *правый предсердно-желудочковый (трехстворчатый) клапан*, состоящий из трех створок (передней, задней и перегородочной). Створки образованы складками эндокарда, своим основанием они прикрепляются к фиброзному кольцу, окружающему правое предсердно-желудочковое отверстие. К створкам клапана прикрепляются *сухожильные хорды*, отходящие от *сосочковых мышц*, которых в правом желудочке три. Передняя, задняя и перегородочная сосочковые мышцы расположены на внутренней поверхности правого желудочка. Эти мышцы вместе с сухожильными хордами при сокращении (систоле) желудочка удерживают створки клапана и препятствуют обратному току крови в предсердие. Из правого желудочка выходит крупный сосуд — *легочный ствол*, в основании которого находится *клапан легочного ствола*. Клапан состоит из трех *полулунных заслонок* (левой, правой и передней), он свободно пропускает кровь из желудочка в легочный ствол и препятствует обратному току крови.

Левый желудочек имеет форму конуса, стенки его в 2—3 раза толще стенок правого желудочка. Это связано с большей работой, производимой левым желудочком. Полость левого предсердия сообщается с левым желудочком через *левое предсердно-желудочковое отверстие с предсердно-желудочковым двухстворчатым клапаном (митральным)*. На внутренней поверхности левого желудочка, подобно правому, имеются покрытые эндокардом *мясистые трабекулы*, а также *две сосочковые мышцы* (передняя и задняя). Из левого желудочка выходит *аорта*, в отверстии которой находится *аортальный клапан*, также состоящий из *трех полулунных заслонок* (задней, правой и левой) и имеющий такое же строение и назначение, как и клапан легочного ствола.

Правый и левый желудочки отделены друг от друга *межжелудочковой перегородкой*, покрытой эндокардом и построенной из миокарда, а сверху — из фиброзной ткани.

*Перикард. Перикард* — это окружающий сердце замкнутый мешок, в котором различают два слоя. Наружный слой — *фиброзный перикард*, переходящий в наружную оболочку крупных сосудов. Внутренний слой — *серозный перикард*, который изнутри выстилает фиброзный перикард и в области основания сердца переходит в наружную оболочку сердца — *эпикард*.

*Возрастные особенности сердца.* Сердце новорожденного имеет шарообразную форму: поперечный размер сердца равен продольному или превышает его, что связано с недостаточным развитием желудочков и относительно большими размерами предсердий. Длина сердца у новорожденного равна 3,0—3,5 см, ширина — 2,7—3,9 см. Объем правого предсердия составляет 7—10 см<sup>3</sup>, левого — 4—5 см<sup>3</sup>. Емкость каждого желудочка равна 8—10 см<sup>3</sup>. Масса сердца у новорожденного 20—24 г, то есть 0,8—0,9% массы тела (у взрослых 0,5%). Объем сердца от периода новорожденности до 16-летнего возраста увеличивается в 3—3,5 раза. Растет сердце наиболее быстро в течение первых двух лет жизни, затем в 5—9 лет и в период полового созревания. К 2 годам линейные размеры сердца увеличиваются в 1,5 раза, к 7 годам — в 2 раза, а к 15—16 годам — в 3 раза. Рост сердца в длину идет быстрее, чем в ширину (длина удваивается к 5—6 годам, а ширина — к 8—10 годам). В течение первого года жизни рост предсердий обычно опережает увеличение желудочков. С двухлетнего возраста развитие и предсердий, и желудочков происходит примерно одинаково, а после 10 лет желудочки растут быстрее, чем предсердия. Масса сердца удваивается к концу первого года жизни, утраивается — к 2—3 годам, к 6 годам возрастает в 5 раз, а к 15 годам увеличивается в 10 раз по сравнению с периодом новорожденности. Межпредсердная перегородка имеет отверстие, которое прикрыто со стороны левого предсердия тонкой эндокардиальной складкой. У новорожденных на внутренней поверхности предсердий уже имеются трабекулы,

в желудочках выявляется равномерная трабекулярная сеть, видны мелкие, разнообразной формы сосочковые мышцы.

Миокард левого желудочка развивается быстрее, и к концу второго года его масса вдвое больше, чем у правого. Эти соотношения сохраняются и в дальнейшем. У новорожденных и детей всех возрастных групп предсердно-желудочковые клапаны эластичные. В 20—25 лет створки этих клапанов уплотняются, края их становятся неровными. В старческом возрасте происходит частичная атрофия сосочковых мышц, в связи с чем может нарушаться функция клапанов.

У новорожденных и детей грудного возраста сердце располагается высоко и лежит почти поперечно. Переход сердца из поперечного положения в косое начинается в конце первого года жизни ребенка. У 2—3-летних детей преобладает косое положение сердца.

*Работа сердца. Сердечный цикл.* Сердце сокращается ритмично: сокращения отделов сердца чередуются с их расслаблением. Сокращение отделов сердца называют *систолой*, а расслабление – *диастолой*. Период, охватывающий одно сокращение и расслабление сердца, называют *сердечным циклом*. В состоянии относительного покоя сердечный цикл продолжается около 0,8 с. Каждый сердечный цикл состоит из трех фаз: первая – сокращение предсердий – систола предсердий (длится 0,1 с), вторая – систола желудочков (0,3 с), третья – общая пауза (0,4 с). Когда сердце сокращается, кровь нагнетается в сосудистую систему.

*Свойства сердечной мышцы.* Основную массу стенки сердца составляет мощная мышца – *миокард*, состоящий из особого рода поперечнополосатой мышечной ткани. Толщина миокарда разная в различных отделах сердца. Наиболее тонок он в предсердиях (2-3 мм), левый желудочек имеет самую мощную мышечную стенку, она в 2,5 раза толще, чем в правом желудочке. Большая часть массы сердечной мышцы представлена типичными для сердца волокнами, которые обеспечивают сокращение отделов сердца. Их основная функция – сократимость. Это рабочая мускулатура сердца. Кроме того, в сердечной мышце имеются *атипические* волокна. С деятельностью атипических волокон связано возникновение возбуждения в сердце и проведение его от предсердий к желудочкам. Эти волокна образуют *проводящую систему* сердца. Проводящая система состоит из *синусно-предсердного узла, предсердно-желудочного узла, предсердно-желудочкового пучка и его разветвлений*. Синусно-предсердный узел расположен в правом предсердии, является водителем сердечного ритма, здесь зарождаются автоматические импульсы возбуждения, определяющие сокращение сердца. Предсердно-желудочковый узел расположен между правым предсердием и желудочками. В этой области возбуждение из предсердий распространяется на желудочки. В нормальных условиях предсердно-желудочковый узел возбуждается импульсами, поступающими из синусно-предсердного узла, однако он способен и к автоматическому возбуждению и в некоторых патологических случаях провоцирует возбуждение в желудочках и их сокращение, не следующее в том ритме, который создается синусно-предсердным узлом. Возникает так называемая экстрасистола. Из предсердно-желудочкового узла возбуждение передается по предсердно-желудочковому пучку (пучок Гисса), который, проходя по межжелудочковой перегородке, разветвляется на левую и правую ножки. Ножки переходят в сеть проводящих миоцитов (атипичных мышечных волокон) которые охватывают рабочий миокард и передают ему возбуждение.

*Основные характеристики работы сердца* (частота сердечных сокращений, систолический и минутный объем). Частота сердечных сокращений обычно измеряется по пульсу. В норме у взрослого человека частота сердечных сокращений – от 60 до 85 в 1 мин. У новорожденного она значительно выше – 140-150 в 1 мин. Интенсивно снижаясь в течение первых лет жизни, она составляет к 8-10 годам 90-85. ударов в 1 мин., а к 15 годам приближается к величине взрослого. При сокращении сердца у взрослого человека, находящегося в состоянии покоя, каждый желудочек выталкивает в артерии 80-100 см<sup>3</sup> крови. Количество крови, выбрасываемое желудочком за одно сокращение, называют *ударным (систолическим) объемом (УО)*. Левый и правый желудочки выталкивают одинаковое количество крови. УО новорожденного около 2,5 см<sup>3</sup>. К первому году он увеличивается в 4 раза, к 7 годам – в 9 раз, а к

12 годам – в 16,4 раза. Количество крови, выбрасываемое сердцем в 1 мин, называют *минутным объемом* (МОК). Увеличение МОК у тренированных людей происходит главным образом за счет величины УО. Сердечные сокращения при этом учащаются незначительно. У людей нетренированных МОК увеличивается в основном за счет учащения сердечных сокращений.

Известно, что при увеличении частоты сердечных сокращений укорачивается продолжительность общей паузы сердца. Из этого следует, что сердце нетренированных людей работает менее экономично и быстрее изнашивается. Не случайно сердечно-сосудистые заболевания встречаются у спортсменов значительно реже, чем у людей, не занимающихся физкультурой. У хорошо тренированных спортсменов при больших физических нагрузках ударный объем крови может возрастать до 200-250 см<sup>3</sup>.

*Общая схема кровообращения.* Сосудистая система состоит из двух кругов кровообращения – большого и малого. *Большой круг кровообращения* начинается от левого желудочка сердца, откуда кровь поступает в аорту. Из аорты путь артериальной крови продолжается по артериям, которые постепенно ветвятся и самые мелкие из них распадаются на капилляры, которые густой сетью пронизывают весь организм. Через тонкие стенки капилляров кровь отдает питательные вещества и кислород в тканевую жидкость, а продукты жизнедеятельности клеток из тканевой жидкости поступают в кровь. Из капилляров кровь поступает в мелкие вены, которые, сливаясь, образуют более крупные вены и впадают в верхнюю и нижнюю полые вены. Последние приносят венозную кровь в правое предсердие, где заканчивается большой круг кровообращения. *Малый круг кровообращения* начинается от правого желудочка сердца легочной артерией. Венозная кровь по ней приносится к капиллярам легких, где происходит обмен газов между венозной кровью капилляров и воздухом в альвеолах легких. От легких по четырем легочным венам уже артериальная кровь возвращается в левое предсердие; малый круг кровообращения заканчивается. Из левого предсердия кровь попадает в левый желудочек, откуда начинается большой круг кровообращения.

*Кровеносные сосуды* представлены *артериями*, несущими кровь от сердца, *венами*, по которым кровь течет к сердцу, и *микроциркуляторным руслом*. Сосуды получают свое название по имени органа, который они кровоснабжают (почечная артерия, селезеночная вена), места отхождения от более крупного сосуда (верхняя брыжеечная артерия), кости, к которой сосуды прилежат (локтевая артерия), направления (медиальная артерия, окружающая бедренную кость), глубины залегания (поверхностная или глубокая артерия). Многие мелкие артерии называются ветвями, а мелкие вены — притоками. В зависимости от области ветвления *артерии* делятся на пристеночные (париетальные), кровоснабжающие стенки тела, и внутренностные (висцеральные), кровоснабжающие внутренние органы. До вступления артерии в орган она называется внеорганный, войдя в орган — внутриорганный. Разветвляясь внутри органа, артерия своими ветвями кровоснабжает его части, структурные элементы. Каждая артерия разветвляется на более мелкие сосуды. При магистральном типе ветвления от основного ствола — магистральной артерии постепенно отходят боковые ветви. Диаметр магистральной артерии при этом уменьшается. При рассыпном типе ветвления артерия сразу же после своего отхождения от более крупного сосуда разделяется на две или несколько более мелких ветвей, напоминая при этом крону дерева.

С учетом строения стенок артерии подразделяют на *сосуды мышечного, эластического и смешанного* типов. В стенках артерий *мышечного типа*, имеющих небольшой диаметр, хорошо развита средняя, мышечная оболочка. Её миоциты своими сокращениями регулируют приток крови к органам и тканям. По мере уменьшения диаметра артерий все оболочки их стенок истончаются. Наиболее тонкие артерии мышечного типа — *артериолы* имеют диаметр 30—50 мкм и переходят в капилляры. Они регулируют приток крови в систему капилляров. К артериям эластического типа относятся *аорта* и *легочной ствол*, в которые кровь из сердца поступает под большим давлением с большой скоростью. Средняя оболочка у этих сосудов образована эластическими волокнами, между которыми залегают миоциты. Наружная оболочка тонкая. К артериям смешанного типа относятся такие кровеносные

сосуды крупного диаметра, как *сонная, подключичная* артерии, в средней оболочке которых имеется примерно равное количество эластических волокон и миоцитов. Внутренняя эластическая мембрана у этих артерий толстая, прочная.

*Микроциркуляторное русло*, обеспечивающее взаимодействие крови и тканей, начинается самым мелким артериальным сосудом — *артериолой* и заканчивается *венулой*. Артериолы имеют диаметр 16—30 мкм. От них отходят *прекапилляры*, у начала которых находятся *гладкомышечные прекапиллярные сфинктеры*, регулирующие кровоток. Прекапилляры продолжают в истинные капилляры (диаметр 3—11 мкм). *Истинные капилляры* вливаются в *посткапилляры* (3-1 мкм). Они вливаются в *посткапиллярные венулы*. По мере слияния посткапилляров образуются *венулы*, которые впадают в *вены*. В пределах микроциркуляторного русла имеются сосуды прямого перехода крови из артериолы в венулу — *артериоло-венулярные анастомозы*, в стенках которых присутствуют миоциты, регулирующие кровоток в микроциркуляторном русле. *Посткапилляры* диаметром 8—30 мкм впадают в венулы диаметром 30—50 мкм, которые, сливаясь между собой, укрупняются. У венул появляется наружная оболочка, образованная коллагеновыми волокнами и фибробластами.

*Вены*. Стенки вен, как и артерий, состоят из трех оболочек. Различают два типа вен: *безмышечного и мышечного*. У *вен безмышечного типа* снаружи от эндотелия находится базальная мембрана, за которой располагается тонкий слой рыхлой волокнистой соединительной ткани. К венам безмышечного типа относятся вены мозговых оболочек, сетчатки глаза, костей, селезенки, плаценты. *Вены мышечного типа* имеют хорошо выраженную мышечную (среднюю) оболочку, образованную циркулярно расположенными пучками миоцитов. Внутренняя оболочка большинства средних и некоторых крупных вен образует карманообразные складки — *клапаны*. Некоторые вены не имеют клапанов (верхняя полая вена, общие и внутренние подвздошные вены, вены сердца, легких, мозга и др.). Клапаны расположены таким образом, что они пропускают кровь только в одном направлении — от органов и тканей к сердцу. Общее количество вен больше, чем артерий, а общая величина венозного русла превосходит артериальное. Скорость кровотока в венах меньше, чем в артериях.

Различают вены *поверхностные (подкожные) и глубокие*, которые на конечностях располагаются рядом с артериями. Такие глубокие вены попарно прилежат к артерии, поэтому их называют венами-спутницами. Название таких глубоких вен аналогично названиям рядом лежащих артерий. Большинство вен, расположенных в полостях тела, а также крупные вены на конечностях непарные, одиночные. Поверхностные вены соединяются с глубокими с помощью прободающих вен, которые выполняют роль венозных *анастомозов*. Соседние вены также связаны между собой многочисленными анастомозами, образующими в совокупности *венозные сплетения*. Такие сплетения особенно хорошо выражены на поверхности или в стенках некоторых внутренних органов (мочевого пузыря, пищевода, прямой кишки), периодически изменяющих свой объем, наполняющихся и опорожняющихся. Венозные анастомозы и венозные сплетения являются *путями коллатерального тока крови* от органов и тканей в обход основных путей.

Выделяют *внутрисистемные венозные анастомозы*, которые соединяют притоки одной крупной (магистральной) вены, и *межсистемные анастомозы*, соединяющие притоки различных крупных вен (верхней и нижней полых вен, воротной вены). С учетом латинских названий верхней и нижней полых вен (*vena cava superior, vena cava inferior*), а также воротной вены (*vena portae*) крупные и очень важные межсистемные анастомозы между притоками этих вен называют *кава-кавальными* и *кава-портальными* анастомозами.

Венозная кровь от органов и частей тела оттекает в два крупных венозных сосуда — верхнюю и нижнюю полые вены, которые впадают в правое предсердие.

Ход артерий и вен и кровоснабжение различных органов зависит от особенностей строения, функций и развития этих органов. Крупные артерии располагаются соответственно строению скелета. Так, вдоль позвоночного столба лежит аорта, нижняя полая вена. На ко-

нечностях количество магистральных артерий и вен соответствует количеству костей, образующих их скелет. Например, вдоль плечевой кости располагаются плечевые артерия и одноименная вена. Вдоль лучевой и локтевой костей лежат лучевые и локтевые артерии и вены. Соответственно двусторонней симметрии и сегментарному плану строения тела человека большинство артерий и вен парные.

Артерии идут к соответствующим органам по кратчайшему пути. Поэтому каждая артерия кровоснабжает близлежащий орган. Если во внутриутробном периоде орган перемещается, то артерия, удлиняясь, следует за ним к месту его окончательного расположения (например, диафрагма, яичник, яичко). Артерии располагаются на сгибаемых поверхностях тела, что предохраняет эти кровеносные сосуды от перерастяжения. Для обеспечения непрерывности кровотока при сгибании вокруг суставов образуется *суставная артериальная сеть, обеспечивающая коллатеральный кровоток*. Защиту артерий (и вен тоже) от сдавлений выполняют кости скелета, различные борозды и каналы, образованные костями, мышцами, фасциями.

Артерии входят в органы через ворота, расположенные на их вогнутой медиальной, или внутренней, поверхности, обращенной к источнику кровоснабжения (артерии). При этом диаметр артерий и характер их ветвления зависят от формы, размеров и функции органа. У трубчатых органов артерии ветвятся кольцеобразно или продольно. В органы, имеющие волокнистое строение (мышцы, связки, нервы), артерии вступают в нескольких местах и разветвляются по ходу волокон, образующих эти органы.

#### Возрастные особенности кровеносных сосудов

Кровеносные сосуды к моменту рождения развиты хорошо, при этом артерии более сформированы, чем вены. После рождения увеличиваются длина, диаметр, площадь поперечного сечения, толщина стенок сосудов. Изменяются взаимоотношения кровеносных сосудов с органами, которые также растут, увеличиваются в объеме. Изменяются уровень отхождения артерий от магистральных стволов, углы ветвления артерий и уровни слияния вен. Микроскопическое строение кровеносных сосудов наиболее интенсивно изменяется в раннем детстве (от 1 года до 3 лет). В это время в стенках сосудов усиленно развивается средняя оболочка. Окончательные размеры и форма кровеносных сосудов складываются к 14—18 годам. Начиная с 40—45 лет, внутренняя оболочка артерий утолщается, изменяется строение эндотелиоцитов, в них откладываются жироподобные вещества, появляются атеросклеротические бляшки, стенки артерий склерозируются, просвет сосудов уменьшается. Эти изменения в значительной степени зависят от характера питания и образа жизни человека. Так, гиподинамия, употребление большого количества животных жиров, поваренной соли способствуют развитию склеротических изменений. Правильное, регулярное питание, систематические занятия физкультурой и спортом замедляют этот процесс.

#### Лимфатическая система.

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

В норме существует равновесие между скоростью лимфообразования и скоростью оттока лимфы, которая через вены вновь возвращается в кровеносное русло. Лимфатические сосуды пронизывают почти все органы и ткани, особенно много их в печени и тонком кишечнике. По структуре лимфатические сосуды похожи на вены, они снабжены клапанами для обеспечения движения лимфы только в одном направлении. Ток лимфы через сосуды осуществляется благодаря сокращению стенок сосудов и сокращению мышц. Передвижению

лимфы способствует также отрицательное давление в грудной полости, в особенности во время вдоха. При этом грудной лимфатический проток, лежащий на пути к венам, расширяется, что облегчает поступление лимфы в кровеносное русло. Поверхность лимфатических капилляров у детей относительно больше, чем у взрослых.

## **Тема 6. АНАТОМИЯ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ. ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ**

*Определение понятия «Пищеварение». Органы пищеварения. Схема строения пищеварительной системы. Пищеварение в ротовой полости. Пищеварение в желудке. Пищеварение в кишечнике. Возрастные особенности строения пищеварительной системы и пищеварения. Роль печени и поджелудочной железы в пищеварении.*

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

*Пищеварением* называют процесс физической и химической обработки пищи и превращения ее в более простые и растворимые соединения, которые могут всасываться, переноситься кровью и усваиваться организмом. Физическая обработка заключается в измельчении пищи, ее протирании, растворении. Химические изменения представляют собой сложные реакции, происходящие в различных отделах пищеварительной системы, где под влиянием *ферментов*, содержащихся в секретах пищеварительных желез, происходит расщепление сложных нерастворимых органических соединений, содержащихся в пище, превращение их в растворимые и легко усваиваемые организмом вещества. Ферменты – это биологические катализаторы, вырабатываемые организмом и отличающиеся определенной специфичностью. Каждый фермент действует только на определенные химические соединения: одни расщепляют белки, другие – жиры, третьи – углеводы. В пищеварительном тракте в результате химической обработки белки расщепляются до аминокислот, жиры – до глицерина и жирных кислот, углеводы (полисахариды) – до моносахаридов. В каждом из отделов пищеварительной системы происходят специализированные операции по обработке пищи, связанные с наличием в каждом из них специфических ферментов.

Система органов пищеварения (рис. 8) состоит из ротовой полости с тремя парами крупных слюнных желез, глотки, пищевода, желудка, тонкой кишки, в состав которой входит двенадцатиперстная кишка (в нее открываются протоки печени и поджелудочной железы, тощая и подвздошная кишки), и толстой кишки, состоящей из слепой, ободочной и прямой кишок. В ободочной кишке различают восходящую, нисходящую и сигмовидную кишки. Общая длина пищеварительной трубки у взрослого человека достигает 8 м.

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



Измельчение пищи осуществляется зубами. По функции и форме различают резцы, клыки, малые и большие коренные зубы. Общее число зубов у взрослых – 32. Зубы начинают прорезываться на 6 – 8-м месяце жизни. Еще во внутриутробном периоде развития закладываются зачатки постоянных зубов, сменяющих в определенном возрасте молочные. У ребенка сначала начинают прорезываться временные, или молочные, зубы. Чаще всего первыми прорезываются средние резцы нижней челюсти, потом появляются верхние средние и верхние боковые; к концу первого года жизни прорезывается обычно 8 зубов. В течение второго года жизни, а иногда и начала третьего года заканчивается прорезывание всех 20 молочных зубов. В 6—7 лет у детей начинают выпадать молочные зубы, и на смену им постепенно растут постоянные зубы. Малые коренные и третьи большие коренные, или зубы мудрости, вырастают без молочных предшественников. Прорезывание постоянных зубов заканчивается к 14 годам. Исключения составляют зубы мудрости (появляются в возрасте до 25 – 30 лет).

Наряду с измельчением пищи в ротовой полости происходит смачивание ее слюной и начальный гидролиз некоторых пищевых веществ. В ротовую полость открываются протоки трех пар крупных слюнных желез: околоушные, поднижнечелюстное и подъязычные. Кроме крупных, есть мелкие слизистые слюнные железки, разбросанные почти по всей слизистой

Рис.8 Схема строения пищеварительной системы.

1 - рот, 2 - глотка, 3 - пищевод, 4 - желудок, 5 - поджелудочная железа, 6 - печень, 7- желчный проток, 8 - желчный пузырь, 9 - двенадцатиперстная кишка, 10 - толстая кишка, 11 - тонкий кишечник, 12 - прямая кишка, 13 - подъязычная слюнная железа, 14 - подчелюстная железа, 15 - околоушная слюнная железа, 16 – аппендикс.

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

*Пищеварение в желудке.* Желудок имеет вид изогнутого мешка, вмещающего 1 – 2 л пищи. В желудке различают вход (*кардиальная часть*), дно (*фундальная часть*) и выход (*пи-*

Рис. 9 . Желудок.

А. Продольный разрез желудка. Внутренняя поверхность задней стенки: 1 — пищевод, 2 — дно желудка, 3 — большая кривизна, 4 — привратниковая (пилорическая) часть, 5 — отверстие привратника, 6 — сфинктер привратника, 7 — складки слизистой оболочки, 8 — малая кривизна, 9 — тело;

В. Схема строения стенки желудка: 1 — слизистая оболочка, 2 —желудочные поля, 3 — желудочные ямки, 4 — мышечная пластинка слизистой оболочки, 5 — подслизистая основа, 6 — мышечная оболочка, 7 — одиночный лимфоидный узелок

*лорическая, или привратниковая, часть*). Привратник открывается в двенадцатиперстную кишку. Вверху находятся вход в желудок — *кардиальное отверстие* и прилегающая к нему кардиальная часть (рис. 9). Слева от нее желудок расширяется, образуя свод, который книзу и вправо переходит в *тело желудка*. Нижний выпуклый край желудка формирует *большую кривизну*, верхний вогнутый — *малую кривизну*. Узкая правая часть желудка образует *привратник (пилорус)*, который через отверстие привратника переходит в двенадцатиперстную кишку.

Желудок располагается в надчревной области и в левом подреберье, кардиальное отверстие расположено на уровне тел X—XI грудных позвонков, привратник — на уровне

XII грудного — I поясничного позвонков. Этот орган имеет две стенки — переднюю и заднюю, которые переходят одна в другую по большой и малой кривизне. Стенки желудка состоят из четырех слоев — слизистой оболочки, подслизистой основы, мышечной и серозной оболочек. *Слизистая оболочка* образует продольные (по малой кривизне), косые и поперечные складки. Они расправляются при заполнении желудка. Участки слизистой оболочки, отграниченные бороздками, называют *желудочными полями*. На поверхности полей находятся *желудочные ямки* — углубления, в каждое из которых открываются 2—3 железы, вырабатывающие желудочный сок. Число *желудочных желез* достигает 35 млн. Различают *собственные желудочные железы*, расположенные в области его дна и тела, и *пилорические железы*. Собственные железы содержат *главные клетки*, вырабатывающие пищеварительные ферменты (пепсиноген, химозин), *обкладочные (париетальные)*, выделяющие соляную кислоту, и *слизистые клетки*. В стенках собственных желез имеются также *желудочные эндокриноциты*, вырабатывающие биологически активные вещества (серотонин, гастрин, гистамин и другие). Пилорические железы располагаются в области перехода желудка в двенадцатиперстную кишку, количество этих желез достигает 3,5 млн. Они содержат *обкладочные клетки*, *мукоциты* и большое число *желудочно-кишечных эндокриноцитов*. *Подслизистая основа* у желудка выражена хорошо. *Мышечная оболочка* образует три слоя: *наружный продольный*, *средний круговой* (наиболее развит в пилорическом отделе) и *внутренний косой*. Первые два слоя являются продолжением одноименных слоев мышечной оболочки пищевода. При этом круговой слой в месте желудочно-двенадцатиперстного перехода образует утолщение — *сфинктер (сжиматель) привратника*. При сокращении сфинктера поступление пищи из желудка в двенадцатиперстную кишку прекращается. Снаружи желудок покрыт брюшиной.

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

Отделение желудочного сока начинается рефлексорно, уже тогда, когда пища попадает в полость рта. Оно может возникнуть и условнорефлексорно. Обычно акт еды начинается с вида и запаха пищи. И. П. Павлов назвал желудочный сок, который начинает выделяться до поступления пищи, запальным. Он подготавливает желудок к перевариванию пищи и является важным условием, облегчающим этот процесс. Под влиянием различных воздействий отделение желудочного сока может тормозиться (вид несвежей пищи, неприятный запах ее, неряшливая обстановка, чтение во время еды), при этом снижается пищеварительное действие соков и пища усваивается хуже. Когда пища поступает в желудок, на нее продолжает рефлексорно вырабатываться желудочный сок за счет механического раздражения слизистой оболочки желудка. Важная роль здесь также принадлежит химическим веществам, циркулирующим в крови при пищеварении и гуморальным путем возбуждающим желудочную секрецию. Особенно активны в этом отношении вещества, содержащиеся в мясном бульоне, капустном отваре, отварах рыбы, грибов, овощей. Кроме того, под влиянием соляной кислоты или продуктов переваривания в слизистой оболочке желудка образуется особый гормон — гастрин, который всасывается в кровь и усиливает секрецию желудочных желез. Время переваривания пищи в желудке зависит от ее характера. Так, у детей грудного возраста при правильном грудном вскармливании желудок освобождается от пищи через 2,5 — 3 ч, при питании коровьим молоком — через 3 — 4 ч. Пища, содержащая значительные количества белков и жиров, задерживается в желудке 4,5 — 6,5 ч.

*Тонкая кишка* человека начинается от привратника желудка на уровне между телами XII грудного и I поясничного позвонков и делится на двенадцатиперстную, тощую и подвздошную кишки. Длина тонкой кишки у живого человека колеблется от 2,2 до 4,4 м (у трупа 5—6 м). Наиболее короткая и широкая двенадцатиперстная кишка, ее длина не превышает 25—30 см. Около  $\frac{2}{5}$  длины тонкой кишки приходится на тощую кишку и около  $\frac{3}{5}$  на подвздошную кишку. Диаметр тонкой кишки не превышает 3—5 см, она образует петли, которые сверху и с боков ограничены толстой кишкой. Слизистая оболочка тонкой кишки образует многочисленные круговые складки и огромное количество ворсинок (рис. 10), благодаря чему увеличивается всасывательная поверхность слизистой оболочки.

*Двенадцатиперстная кишка*, имеющая форму подковы, огибает головку поджелудочной железы. Различают *верхнюю, нисходящую, горизонтальную и восходящую части двенадцатиперстной кишки*. При переходе в тощую двенадцатиперстная кишка образует резкий изгиб слева от тела II поясничного позвонка. *Слизистая оболочка двенадцатиперстной кишки* кроме круговых складок образует продольную складку, идущую вдоль заднемедиальной стенки ее нисходящей части. Эта складка заканчивается возвышением — *большим двенадцатиперстным сосочком (фатеров сосочек)*, на вершине которого открываются общий желчный проток и главный проток поджелудочной железы.

Рис. 10. Схема строения ворсинок тонкой кишки.

1 — кишечные эпителиоциты, 2 — бокаловидные клетки, 3 — центральный лимфатический синус, 4 — артериола, 5 — вена, 6 — кровеносные капилляры.

*Тощая и подвздошная кишки*. Их слизистая оболочка образует 600—700 круговых складок и огромное количество микроскопических выростов — ворсинок ( $9 \times 10^7$ ). Поверхность ворсинок покрыта простым столбчатым (однослойным цилиндрическим) эпителием, в котором имеются кишечные эпителиоциты, клетки, выделяющие слизь, и небольшое количество кишечных эндокриноцитов. На апикальной поверхности кишечных эпителиоцитов имеется щеточная каемка, образованная огромным количеством микроворсинок (150—3000 на поверхности каждой клетки), которые увеличивают всасывающую поверхность этих клеток. В центре каждой ворсинки располагается широкий слепо начинающийся лимфатический капилляр, в который всасываются эмульгированные жиры. В каждую ворсинку входит по 1—2 артериолы, которые распадаются там на капилляры. В кровь всасываются простые сахара и продукты переваривания белков. В просвет между ворсинками открываются устья *кишечных крипт (крипт Либержюна)* — углублений собственной пластинки слизистой оболочки в виде трубочек длиной 0,25–0,55 мм. Здесь же имеется множество *одиночных лимфоидных узелков* диаметром 0,5—1,5 мм, а также *лимфоидные (пейеровы) бляшки* (скопления лимфоидных узелков). *Мышечная оболочка*, функцией которой является перемешивание пищевых масс в просвете кишки и проталкивание их в сторону толстой кишки, состоит из наружного продольного и внутреннего циркулярного слоев.

*Пищеварение в тонкой кишке*. Двенадцатиперстная кишка в пищеварении играет особую роль. В этот начальный отдел тонкой кишки выделяются не только секреты ее собственных желез, но и желчь, панкреатический сок. Ферменты, выделяемые железами двенадцатиперстной кишки, играют активную роль в переваривании пищи. Секрет этих желез содержит муцин, защищающий слизистую оболочку, а также ферменты, расщепляющие белок, и энтерокиназу, превращающую неактивный фермент поджелудочного сока трипсиноген в активный трипсин. Пищеварение происходит как в просвете тонкой кишки (*полостное пищеварение*), так и на поверхности микроворсинок щеточной каемки кишечного эпителия (*пристеночное, или мембранное, пищеварение*). Пристеночное пищеварение является заключительным этапом переваривания пищи, после чего начинается всасывание. Окончательное переваривание пищи и всасывание продуктов переваривания происходит по мере продвижения пищевых масс в направлении от двенадцатиперстной кишки в подвздошную кишку и далее к слепой кишке. В результате сокращения циркулярного и продольного мышечных слоев стенок тонкой кишки происходят два вида движения: перисталь-

тическое и маятникообразное. *Перистальтические движения* тонкой кишки в виде сократительных волн возникают в начальных ее отделах и пробегают до слепой кишки. При этом пищевые массы перемешиваются с кишечным соком, что ускоряет процесс переваривания пищи и продвижения ее в сторону толстой кишки. При *маятникообразных* движениях тонкой кишки ее мышечные слои на коротком участке то сокращаются, то расслабляются. При этом пищевые массы передвигаются в просвете кишки то в одном, то в другом направлении: в результате происходит интенсивное перемешивание пищи.

*Толстая кишка* начинается слепой кишкой, расположенной в правой подвздошной ямке, и заканчивается прямой кишкой, открывающейся наружу заднепроходным отверстием. В толстой кишке всасываются вода, соли, формируются каловые массы, которые выводятся из организма через задний проход.

В слепую кишку впадает подвздошная (тонкая) кишка. За слепой кишкой следует обхватывающая петли тонкой кишки в виде обода *ободочная кишка*, у которой выделяют *восходящую ободочную, поперечную ободочную, нисходящую ободочную кишку*, переходящую в *прямую кишку*. Общая длина толстой кишки составляет 1,5—2 м, а диаметр её равен 5—8 см. Толстая кишка отличается от тонкой не только своим расположением и толщиной, но и строением продольного мышечного слоя в виде *трех узких лент*, наличием *гаустр* — вздутый стенок кишки между лентами, наличием *сальниковых отростков*, полулунной формой складок слизистой оболочки и отсутствием у нее ворсинок. В слизистой оболочке много толстокишечных желез и лимфоидных узелков. У мышечной оболочки кнутри от продольно ориентированных мышечных лент располагается сплошной циркулярный мышечный слой.

*Слепая кишка* имеет примерно равную длину и ширину (7—8 см). От нижней стенки слепой кишки отходит *червеобразный отросток*, являющийся органом иммунной системы. В месте впадения подвздошной кишки в слепую имеется *илеоцекальный клапан* в виде двух губ, препятствующих обратному поступлению пищи из толстой кишки в тонкую. Слепая кишка переходит в восходящую ободочную кишку длиной 14—18 см, которая направляется вверх. У нижней поверхности печени, круто изогнувшись влево (правый печеночный изгиб), восходящая ободочная кишка переходит в поперечную ободочную кишку длиной 30—80 см, которая пересекает брюшную полость справа налево. В левой части брюшной полости у нижнего конца селезенки поперечная ободочная кишка вновь резко изгибается вниз (левый селезеночный изгиб) и переходит в нисходящую ободочную кишку длиной около 25 см. В левой подвздошной ямке сигмовидная ободочная кишка образует петлю и спускается в малый таз, где на уровне мыса крестца переходит в прямую кишку, которая заканчивается задним проходом. Прямая кишка образует два изгиба — верхний крестцовый, соответствующий вогнутости крестца, и нижний промежностный изгиб, где прямая кишка огибает верхушку копчика. В полости малого таза прямая кишка образует расширение — ампулу, которая книзу суживается и переходит в *заднепроходный (анальный) канал*. Заднепроходный канал проходит через тазовое дно и заканчивается *задним проходом (анусом)*. Длина верхней части прямой кишки 12—15 см, заднепроходного канала (анальной части) — 2,5—3,7 см. Продольные пучки миоцитов мышечной оболочки расположены у прямой кишки сплошным слоем. Циркулярный слой в области анального канала утолщается и образует *внутренний (непроизвольный) сфинктер заднего прохода*. Непосредственно под кожей лежит кольцеобразный *наружный (произвольный) сфинктер*, образованный поперечнополосатыми мышечными волокнами промежности. Оба сфинктера замыкают задний проход и открываются при акте дефекации. Спереди прямая кишка своей стенкой прилежит у мужчин к семенным пузырькам, семявыносящим протокам и лежащему между ними дну мочевого пузыря и к предстательной железе. У женщин спереди прямая кишка граничит с задней стенкой влагалища.

#### *Пищеварение в толстой кишке*

Из тонкой кишки невсосавшиеся в ее кровеносные и лимфатические капилляры остатки пищи через подвздошно-слепокишечное отверстие поступают в толстую кишку, где

всасываются вода и остатки переваренной пищи, формируются каловые массы, которые удаляются из организма. Железы толстой кишки также вырабатывают пищеварительные соки с малым содержанием ферментов и много слизи, необходимой для формирования и выведения каловых масс. В толстой кишке присутствуют также бактерии, которые своими ферментами разрушают и переваривают клетчатку. В то же время толстокишечные бактерии синтезируют витамин К и витамины группы В. Благодаря *перистальтическим* и *антиперистальтическим* движениям мускулатуры толстой кишки пищевые массы задерживаются до двух суток. Это способствует более полному всасыванию воды и питательных веществ. До 10% принимаемой пищи (при смешанном питании) организмом не усваивается. Остатки пищевых масс склеиваются слизью в толстой кишке, уплотняются. Растяжение каловыми массами стенок прямой кишки вызывает позыв к дефекации, которая происходит рефлекторно. Центр дефекации находится в крестцовом отделе спинного мозга.

Самой крупной пищеварительной железой является *печень*, ее масса у взрослого человека составляет 1,5 кг. Она участвует в обмене белков, углеводов, жиров, витаминов. Среди многочисленных функций печени весьма важны защитная, желчеобразовательная и др. В утробном периоде печень является также кроветворным органом.

Печень расположена в брюшной полости под диафрагмой справа, в правом подреберье, лишь небольшая ее часть заходит влево в надчревную область. Передневерхняя (диафрагмальная) поверхность печени выпуклая соответственно вогнутости диафрагмы. Передний край печени острый. Нижняя (висцеральная) поверхность имеет вдавления, образованные прилегающими к печени органами. Через ворота в печень входят воротная вена, собственная печеночная артерия и нервы, а выходят общий печеночный проток и лимфатические сосуды. Тонкие соединительнотканые прослойки внутри печени разделяют ее паренхиму на дольки призматической формы диаметром около 1,5 мм. В прослойках между дольками расположены междольковые ветви воротной вены, печеночной артерии, желчные протоки, которые образуют так называемую *портальную зону (печеночную триаду)*. Кровеносные капилляры в центре дольки впадают в центральную вену. Центральные вены сливаются друг с другом, укрупняются и в конечном итоге формируют 2—3 печеночные вены, впадающие в нижнюю полую вену.

Печеночные клетки (*гепатоциты*) в дольках располагаются радиарно в виде печеночных балок, между которыми проходят кровеносные капилляры. Каждая печеночная балка построена из двух рядов печеночных клеток, между которыми внутри балки располагается желчный капилляр. Таким образом, печеночные клетки одной своей стороной прилегают к кровеносному капилляру, а другой стороной обращены к желчному капилляру. Такое взаимоотношение печеночных клеток с кровеносным и желчным капилляром позволяет продуктам обмена веществ поступать из этих клеток в кровеносные капилляры (белки, глюкозу, жиры, витамины и другие) и в желчные капилляры (желчь). Начинаются желчные капилляры слепо вблизи центральной вены и направляются к периферии дольки, где впадают в междольковые желчные протоки. Последние сливаются друг с другом, укрупняются и у ворот печени образуют общий печеночный проток путем слияния правого и левого печеночных протоков, приносящих желчь из соответствующих долей печени.

*Желчный пузырь* является резервуаром для желчи, его емкость около 40 см<sup>3</sup>. Широкий конец пузыря образует *дно*, суженный — его *шейку*, переходящую в *пузырный проток*, по которому желчь попадает в пузырь и выделяется из него. Между дном и шейкой расположено *тело пузыря*. Стенки пузыря снаружи образованы рыхлой волокнистой соединительной тканью, имеют мышечную оболочку и слизистую оболочку, образующую складки и ворсинки, что способствует интенсивному всасыванию воды из желчи. Пузырный проток, соединяясь с общим печеночным протоком, образует общий желчный проток длиной около 7 см. Общий желчный проток между листками печеночно-двенадцатиперстной связки направляется вниз, прободает стенку нисходящей части двенадцатиперстной кишки и вместе с протоком поджелудочной железы открывается на вершине большого сосочка двенадцати-

перстной кишки. В месте впадения общего желчного протока в двенадцатиперстную кишку имеется гладкомышечный сфинктер, регулирующий поступление желчи в кишку.

*Поджелудочная железа* имеет длину около 15—20 см и массу 60—100 г. Железа имеет серовато-красный цвет, дольчатая, расположена поперечно на уровне I—II поясничных позвонков. У поджелудочной железы выделяют широкую *головку*, расположенную внутри изгиба двенадцатиперстной кишки, удлиненное *тело* и *хвост*, достигающий ворот селезенки. Железа покрыта тонкой соединительнотканной капсулой. По существу она состоит из двух желез — экзокринной, вырабатывающей у человека в течение суток 500—1000 мл панкреатического сока, и эндокринной, продуцирующей гормоны, регулирующие углеводный и жировой обмен. *Экзокринная часть* поджелудочной железы представляет собой сложную альвеолярно-трубчатую железу, разделенную на дольки тонкими соединительнотканными перегородками, отходящими от капсулы. Дольки железы состоят из ацинусов, имеющих вид пузырьков, образованных железистыми клетками. Секрет, выделяемый клетками, по внутридольковым и дольковым протокам поступает в проток поджелудочной железы, открывающийся в просвет двенадцатиперстной кишки на вершине ее большого сосочка. *Эндокринная часть* образована группами округлых или неправильной формы клеток, образующих *панкреатические островки (островки Лангерганса)* диаметром 0,1 — 0,3 мм, расположенных среди железистых экзокринных клеток. Количество островков у взрослого человека колеблется от 200 тыс. до 1800 тыс.

*Роль печени и поджелудочной железы в пищеварении.* Частично переварившееся содержимое желудка в виде пищевой кашицы, пропитанной кислым желудочным соком, перемещается движениями мускулатуры желудка к его пилорическому отделу, а оттуда порциями поступает в начальный отдел тонкого кишечника — двенадцатиперстную кишку. Здесь пищевая масса обрабатывается соком двух основных пищеварительных желез — печени и поджелудочной железы, и соком мелких кишечных желез. Под влиянием содержащихся в них ферментов происходит наиболее интенсивная химическая переработка белков, жиров и углеводов, которые, подвергаясь дальнейшему расщеплению, доводятся в двенадцатиперстной кишке до такого состояния, что могут всасываться и усваиваться организмом. Сок, выделяемый поджелудочной железой — бесцветная прозрачная жидкость щелочной реакции. В нем есть фермент трипсин, расщепляющий белковые вещества до аминокислот; трипсин вырабатывается в неактивной форме клетками железы и активируется ферментом кишечного сока; содержащийся в соке фермент липаза активируется желчью, поступающей из печени и желчного пузыря, и, действуя на жиры, превращает их в глицерин и жирные кислоты. Ферменты амилаза и мальтаза превращают сложные углеводы в моносахариды типа глюкозы. Отделение поджелудочного сока продолжается 6 — 14 ч и зависит от состава и свойств принятой пищи.

#### *Возрастные особенности желудочно-кишечного тракта*

Желудок новорожденного имеет веретенообразную форму. Кардиальная часть, дно и пилорический отдел слабо выражены, привратник широкий. К концу первого года жизни желудок удлиняется, а в период от 7 до 11 лет приобретает форму как у взрослого человека. Формирование кардиальной части завершается только к началу периода второго детства (8 лет). Объем желудка у новорожденного составляет около 50 см<sup>3</sup>. В конце первого года жизни объем желудка увеличивается до 250—300 см<sup>3</sup>. В 2 года объем желудка равен 490—500 см<sup>3</sup>, в 3 года — 580—680 см<sup>3</sup>, к 4 годам — до 750 см<sup>3</sup>. К концу периода второго детства (12 лет) объем увеличивается до 1300—1500 см<sup>3</sup>. У детей, находящихся на искусственном вскармливании, желудок растянут, особенно в области передней стенки. Значительная часть желудка новорожденного (кардия, дно, часть тела) находится в левом подреберье и прикрыта левой долей печени. Большая кривизна прилежит к поперечной ободочной кишке. С уменьшением левой доли печени желудок приближается к передней брюшной стенке и смещается в надчревную область. Входное отверстие желудка у новорожденного находится на уровне VIII—IX, а отверстие привратника — на уровне XI—XII грудных позвонков. По мере роста и развития ребенка желудок опускается. В 7 лет при вертикальном

положении тела входное отверстие желудка проецируется между XI—XII грудными позвонками, а выходное — между XII грудным и I поясничным позвонками. В старческом возрасте желудок еще больше опускается. Слизистая оболочка желудка у новорожденного относительно толстая, складки высокие. Количество желудочных ямок около 200 тыс. К трем годам жизни количество таких ямок достигает 720 тыс., к двум годам — 1 300 тыс., к 15 годам — 4 млн. Количество желудочных желез у новорожденного около 500 тыс. Их количество у детей быстро увеличивается. У двухмесячного ребенка количество желез достигает 1,8 млн., у двухлетних детей — 8 млн., у шестилетних — 10 млн., у взрослого человека — около 35 млн. Мышечная оболочка желудка новорожденного развита слабо. Максимальной толщины мышечная оболочка достигает к 15—20 годам.

Тонкая кишка новорожденного имеет длину 1,2—2,8 м. В 2—3 года ее длина имеет в среднем 2,8 м. К 10 годам длина кишки достигает ее величины у взрослого человека (5—6 м). Диаметр кишки к концу первого года жизни составляет 16 мм, а в 3 года — 23 мм. Двенадцатиперстная кишка у новорожденного имеет кольцеобразную форму. Начало и конец ее располагаются на уровне I поясничного позвонка. К 7 годам нисходящая часть ее опускается до II поясничного позвонка. Дуоденальные железы разветвлены слабо. Интенсивный рост желез наблюдается в первые годы жизни ребенка. У тощей и подвздошной кишок новорожденного складки выражены слабо, железы недоразвиты. Многочисленные ворсинки уже имеются. Мышечная оболочка слабо развита. Интенсивный рост всех структур тонкой кишки отмечается до 3 лет, затем рост замедляется и в 10—15 лет вновь усиливается.

Толстая кишка новорожденного короткая, ее длина около 65 см, отсутствуют гаустры ободочной кишки и сальниковые отростки. Первыми появляются гаустры — на 6-м месяце, а затем сальниковые отростки — на 2-м году жизни ребенка. К концу грудного возраста толстая кишка удлиняется до 83 см, а к 10 годам достигает 118 см. Ленты ободочной кишки, гаустры и сальниковые отростки окончательно формируются к 6—7 годам. Слепая кишка новорожденного короткая (1,5 см), располагается выше крыла подвздошной кости. В правую подвздошную ямку кишка опускается к середине подросткового возраста (14 лет), по мере роста восходящей ободочной кишки. Типичный для взрослого человека вид слепая кишка принимает к 7—10 годам. Илеоцекальное отверстие у новорожденных зияет. У детей старше года оно становится щелевидным. Илеоцекальный клапан имеет вид небольших складок. Восходящая ободочная кишка короткая, у новорожденного она прикрыта печенью. К 4 месяцам печень прилежит только к верхней ее части. У подростков и юношей восходящая ободочная кишка приобретает строение, характерное для взрослого человека. Максимальное ее развитие отмечается в 40—50 лет. Поперечная ободочная кишка новорожденного имеет короткую брыжейку (до 2 см). Спереди кишка покрыта печенью. К 1,5—2 годам ширина брыжейки увеличивается до 5,0—8,5 см, что способствует увеличению подвижности кишки. У детей 1-го года жизни длина поперечной ободочной кишки составляет 26—28 см. К 10 годам ее длина возрастает до 35 см. Наибольшую длину поперечная ободочная кишка имеет у старых людей. Нисходящая ободочная кишка у новорожденных имеет длину около 5 см. К году ее длина удваивается, в 5 лет составляет 15 см, в 10 лет — 16 см. Наибольшей длины кишка достигает к старческому возрасту. Сигмовидная ободочная кишка новорожденного (длина около 20 см) находится высоко в брюшной полости, имеет длинную брыжейку. Широкая ее петля лежит в правой половине брюшной полости, соприкасается иногда со слепой кишкой. К 5 годам петли сигмовидной кишки располагаются над входом в малый таз. К 10 годам длина кишки увеличивается до 38 см, а петли ее спускаются в полость малого таза. В 40 лет просвет сигмовидной кишки наиболее широк. После 60—70 лет кишка становится атрофичной вследствие истончения ее стенок. Прямая кишка у новорожденного цилиндрической формы, не имеет ампулы и изгибов, складки не выражены, длина ее равна 5—6 см. В период первого детства завершается формирование ампулы, а после 8 лет — изгибов. Заднепроходные столбы и пазухи у детей хорошо развиты. Быстрый рост прямой кишки наблюдается после 8 лет. К концу подросткового возраста прямая кишка имеет длину 15—18 см, а диаметр ее равен 3,2—5,4 см.

Печень у новорожденного больших размеров и занимает более половины объема брюшной полости. Масса печени новорожденного 135 г, что составляет 4,0—4,5% массы тела (у взрослых — 2—3%). Левая доля печени по размерам равна правой или больше ее. Нижний край печени выпуклый, под ее левой долей располагается ободочная кишка. У новорожденных нижний край печени по правой среднеключичной линии выступает из-под реберной дуги на 2,5—4,0 см, а по передней срединной линии — на 3,5—4,0 см ниже мечевидного отростка. Иногда нижний край печени достигает крыла правой подвздошной кости. У детей 3—7 лет нижний край печени находится ниже реберной дуги на 1,5—2,0 см (по среднеключичной линии). После 7 лет нижний край печени из-под реберной дуги уже не выходит: под печенью располагается только желудок. Начиная с этого времени скелетотопия печени ребенка почти не отличается от скелетотопии взрослого человека. У детей печень очень подвижна, и ее положение легко изменяется при изменении положения тела.

Желчный пузырь у новорожденного удлинённый (3,4 см), однако дно его не выступает из-под нижнего края печени. К 10—12 годам длина желчного пузыря возрастает примерно в 2—4 раза. Проецируется желчный пузырь на переднюю брюшную стенку ниже реберной дуги, на 2 см вправо от передней срединной линии. Книзу от желчного пузыря располагаются двенадцатиперстная кишка, петли брыжеечной части тонкой кишки и поперечная ободочная кишка.

Поджелудочная железа новорожденного очень мала, ее длина составляет 4—5 см, масса равна 2—3 г. К 3—4 месяцам масса железы увеличивается в 2 раза, к трем годам достигает 20 г. В 10—12 лет масса железы равна 30 г. У новорожденных детей поджелудочная железа относительно подвижна. Топографические взаимоотношения железы с соседними органами, характерные для взрослого человека, устанавливаются в первые годы жизни ребенка.

Функционирование желудочно-кишечного тракта, особенно у детей, во многом зависит от характера питания. *Гигиена питания* - раздел гигиены, изучающий проблемы полноценного и рационального питания здорового человека. Вопросы питания больных и принципы лечебного питания разрабатываются диетологией. Исследования по гигиене питания направлены на обоснование оптимального режима и характера питания населения, а также предупреждение заболеваний, возникающих при недостатке в продуктах питания тех или иных пищевых веществ или вследствие попадания в организм с пищей микроорганизмов, способных вызвать заболевание, токсинов и различных химических веществ. Изучение питания здорового человека производится с учетом возраста, профессии, физической и нервно-психической нагрузки в процессе труда, условий быта и коммунального обеспечения, а также национальных и климатографических особенностей. Гигиена питания разрабатывает нормы питания, меры профилактики авитаминозов и гиповитаминозов. Важной проблемой гигиены питания является изучение энергетических затрат организма и его потребности в белках, жирах, углеводах, минеральных солях, витаминах у различных групп населения (у рабочих промышленных предприятий с различной степенью механизации и автоматизации труда, лиц умственного труда, учащихся, студентов и др.). Увеличение количества людей пожилого возраста выдвинуло перед гигиеной питания задачу научного обоснования питания пожилых людей. Гигиена питания занимается разработкой методов контроля качества продуктов на предприятиях общественного питания, пищевой промышленности и в торговой сети, направленных на своевременное предупреждение проникновения или внесения в продукты питания посторонних, в том числе вредных веществ, а также разработкой мероприятий по профилактике пищевых отравлений, токсикоинфекций, интоксикаций. Гигиена питания занимается изучением биологической ценности, химического состава и калорийности как традиционных, так и новых пищевых продуктов. Результаты этих исследований издаются в виде официальных таблиц калорийности и химического состава продуктов. В задачи отделов гигиены питания СЭС входит предупредительный и текущий санитарный надзор за



проектированием, строительством и эксплуатацией предприятий пищевой промышленности, торговли, общественного питания.

### **Тема 7. ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ**

*Общее понятие об обмене веществ в организме. Обмен веществ между организмом и внешней средой как основное условие жизни и сохранение гомеостаза. Влияние различных условий на обмен веществ и энергии. Основной обмен. Пластическая и энергетическая роль питательных веществ. Межклеточный обмен. Регуляция обмена веществ и энергии. Нарушения обмена веществ. Обмен веществ у детей.*

Обмен веществ и энергии – совокупность процессов превращения веществ и энергии, происходящих в живых организмах, и обмен веществами и энергией между организмом и окружающей средой. Обмен веществ и энергии является основой жизнедеятельности организмов и принадлежит к числу важнейших специфических признаков живой материи, отличающих живое от неживого. В обмене веществ, или метаболизме, обеспеченном сложнейшей регуляцией на разных уровнях, участвует множество ферментных систем. В процессе обмена поступившие в организм вещества превращаются в собственные вещества тканей и в конечные продукты, выводящиеся из организма. При этих превращениях освобождается и поглощается энергия.

*Клеточный метаболизм* выполняет четыре основные специфические функции: 1 - извлечение энергии из окружающей среды и преобразование ее в энергию макроэргических (высокоэргических) соединений в количестве, достаточном для обеспечения всех энергетических потребностей клетки; 2 - образование из экзогенных веществ (или получение в готовом виде) промежуточных соединений, являющихся предшественниками высокомолекулярных компонентов клетки; 3 - синтез белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов и других клеточных компонентов из этих предшественников; 4 - синтез и разрушение специальных биомолекул, образование и распад которых связаны с выполнением специфических функций данной клетки.

Для понимания сущности обмена веществ и энергии в живой клетке нужно учитывать ее энергетическое своеобразие. Все части клетки имеют примерно одинаковую температуру, т.е. клетка изотермична. Различные части клетки мало отличаются и по давлению. Это значит, что клетки не способны использовать в качестве источника энергии тепло, т.к. при постоянном давлении работа может совершаться лишь при переходе тепла от более нагретой зоны к менее нагретой. Т.о., живую клетку можно рассматривать как изотермическую химическую машину.

С точки зрения термодинамики живые организмы представляют собой открытые системы, поскольку они обмениваются с окружающей средой, как энергией, так и веществом, и при этом преобразуют и то, и другое. Однако живые организмы не находятся в равновесии с окружающей средой и поэтому могут быть названы неравновесными открытыми системами. Тем не менее, при наблюдении в течение определенного отрезка времени в химическом составе организма видимых изменений не происходит. Но это не значит, что химические вещества, составляющие организм, не подвергаются никаким превращениям. Напротив, они постоянно и достаточно интенсивно обновляются, о чем можно судить по скорости включения в сложные вещества организма стабильных изотопов и радионуклидов, вводимых в клетку в составе более простых веществ-предшественников. Кажущееся постоянство химического состава организмов объясняется так называемым стационарным состоянием, т.е. таким состоянием, при котором скорость переноса вещества и энергии из среды в систему точно уравновешивается скоростью их переноса из системы в среду. Т.о., живая клетка представляет собой неравновесную открытую стационарную систему.

В зависимости от того, в какой форме клетки получают из окружающей среды углерод и энергию, их можно разделить на большие группы. По форме получаемого углерода клетки делят на аутотрофные — «сами себя питающие», использующие в качестве единственного источника углерода диоксид углерода (двуокись углерода, углекислый газ)  $\text{CO}_2$ , из

которого они способны строить все нужные им углеродсодержащие соединения, и на гетеротрофные — «питающиеся за счет других», не способные усваивать  $\text{CO}_2$  и получающие углерод в форме сравнительно сложных органических соединений, таких, например, как *глюкоза*. В зависимости от формы потребляемой энергии клетки могут быть фототрофами — непосредственно использующими энергию солнечного света, и хемотрофами — живущими за счет химической энергии, освобождающейся в ходе окислительно-восстановительных реакций. Подавляющее большинство аутотрофных организмов является фототрофами. Это — зеленые клетки высших растений, сине-зеленые водоросли, фотосинтезирующие бактерии. Гетеротрофные организмы чаще всего ведут себя как хемотрофы. К гетеротрофам относятся все животные, большая часть микроорганизмов, нефотосинтезирующие клетки растений. Исключение составляет небольшая группа бактерий (водородные, серные, железные и денитрофицирующие), которые по форме используемой энергии являются хемотрофами, но в то же время источником углерода для них служит  $\text{CO}_2$ , т.е. по этому признаку они должны быть отнесены к аутотрофам.

Гетеротрофные клетки, в свою очередь, можно разделить на два больших класса: аэробы, которые в качестве конечного акцептора электронов в цепи переноса электронов используют кислород, и анаэробы, где такими акцепторами являются другие вещества. Многие клетки — факультативные анаэробы — могут существовать как в аэробных, так и в анаэробных условиях. Другие клетки — облигатные анаэробы — совершенно не могут использовать кислород и даже гибнут в его атмосфере.

Рассматривая взаимоотношения организмов в биосфере в целом, можно заметить, что в смысле питания все они так или иначе связаны друг с другом. Это явление носит название синтрофии (совместного питания). Фототрофы и гетеротрофы взаимно питают друг друга. Первые, являясь фотосинтезирующими организмами, образуют из содержащегося в атмосфере  $\text{CO}_2$  органические вещества (например, глюкозу) и выделяют в атмосферу кислород; вторые используют глюкозу и кислород в процессе свойственного им метаболизма и в качестве конечного продукта обмена веществ вновь возвращают в атмосферу  $\text{CO}_2$ . Этот круговорот углерода в природе теснейшим образом связан с энергетическим циклом. Солнечная энергия преобразуется в ходе фотосинтеза в химическую энергию восстановленных органических молекул, которая используется гетеротрофами для покрытия своих энергетических потребностей. Химическая энергия, получаемая гетеротрофами, особенно высшими организмами, из окружающей среды, частично превращается непосредственно в тепло (поддержание постоянной температуры тела), а частично — в другие формы энергии, связанные с выполнением различного рода работы: механической (мышечное сокращение), электрической (проведение нервного импульса), химической (биосинтетические процессы, протекающие с поглощением энергии), работы, связанной с переносом веществ через биологические мембраны (железы, кишечник, почки и др.). Все эти виды работы суммарно могут быть учтены по теплопродукции.

Между обменом веществ и обменом энергии существует одно принципиальное различие. Земля не теряет и не получает сколько-нибудь заметного количества вещества. Вещество в биосфере обменивается по замкнутому циклу и т.о. используется многократно. Обмен энергией осуществляется иначе. Она не циркулирует по замкнутому циклу, а частично рассеивается во внешнее пространство. Поэтому для поддержания *жизни* на Земле необходим постоянный приток энергии Солнца. За 1 год в процессе фотосинтеза на земном шаре поглощается около  $10^{21}$  кал солнечной энергии. Хотя она составляет лишь 0,02% всей энергии Солнца, это неизмеримо больше, чем та энергия, которая используется всеми машинами, созданными руками человека. Столь же велико количество участвующего в кругообороте вещества: так, годовой оборот углерода составляет  $33 \pm 10^9$  т.

Другим, не менее важным для живых организмов элементом, чем углерод, является азот. Он необходим для синтеза белков и нуклеиновых кислот. Главным резервом азота на Земле служит атмосфера, почти на  $\frac{4}{5}$  состоящая из молекулярного азота. Однако вследствие химической инертности атмосферного азота большинство живых организмов его не усваи-

вают. Лишь азотфиксирующие бактерии обладают способностью восстанавливать молекулярный азот и таким образом переводить его в связанное состояние. Связанный азот совершает непрерывный круговорот в природе. Восстановленный азот, попадающий в почву в виде *аммиака* как продукт обмена веществ животных или образуемый азотфиксирующими бактериями, окисляется почвенными микроорганизмами до нитритов и нитратов, которые попадают из почвы в высшие растения, где восстанавливаются с образованием *аминокислот*, аммиака и ряда других азотсодержащих продуктов. Эти соединения попадают в организм животных, питающихся растительной пищей, затем в организм хищных животных, поедающих травоядных, и все еще в восстановленной форме возвращаются в почву, после чего весь цикл повторяется снова.

*Валовый (суммарный) обмен вещества и энергии.* Законы сохранения вещества и энергии послужили теоретической основой для разработки важнейшего метода исследования обмена веществ и энергии - установления балансов, т.е. определения количества энергии и веществ, поступающих в организм и покидающих его в форме тепла и конечных продуктов обмена. Для определения баланса веществ необходимы достаточно точные химические методы и знание путей, по которым различные вещества выделяются из организма. Известно, что главными пищевыми веществами являются белки, липиды и углеводы. Как правило, для оценки содержания белков в пище и в продуктах распада достаточно определить количество азота, т.к. практически весь азот пищи находится в белках, в т.ч. в нуклеопротеинах; незначительным количеством азота, входящим в состав некоторых липидов и углеводов, в опытах по определению азотистого баланса можно пренебречь. Определение липидов и углеводов в пищевых продуктах требует специфических методов, что же касается конечных продуктов обмена липидов и углеводов, то это почти исключительно  $\text{CO}_2$  и вода.

При анализе конечных продуктов обмена необходимо принимать во внимание пути выделения их из организма. Азот выделяется главным образом с мочой, но также и с калом и в небольшом количестве через кожу, волосы, ногти. Углерод выделяется почти исключительно в форме  $\text{CO}_2$  через легкие, но некоторое его количество выделяется с мочой и калом. Водород экскретируется в виде  $\text{H}_2\text{O}$  преимущественно с мочой и через легкие (водяной пар), но также через кожу и с калом.

Баланс энергии определяют на основании калорийности вводимых пищевых веществ и количества выделенного тепла, которое может быть измерено или рассчитано. При этом надо учитывать, что величина калорийности, получаемая при сжигании веществ в калориметрической бомбе, может отличаться от величины физиологической калорической ценности, т.к. некоторые вещества в организме не сгорают полностью, а образуют конечные продукты обмена, способные к дальнейшему окислению. В первую очередь это относится к белкам, азот которых выделяется из организма главным образом в виде мочевины, сохраняющей некоторый потенциальный запас калорий. Важной величиной, характеризующей особенности обмена отдельных веществ, является дыхательный коэффициент (ДК), который численно равен отношению объема выдыхаемого  $\text{CO}_2$  к объему поглощенного  $\text{O}_2$ .

Интенсивность обмена веществ и энергии может быть определена прямыми и косвенными методами. В прямых методах с помощью большого калориметра путем тончайшего измерения температуры определяют отдачу тепла, одновременно производят полное определение баланса отдельных пищевых веществ. В косвенных методах, значительно более простых, измеряют лишь отдельные параметры обмена, чаще всего количество потребленного  $\text{O}_2$  и выделенного  $\text{CO}_2$  за определенное время и, кроме того, для оценки интенсивности белкового обмена определяют количество азота, выделенного за это время с мочой. Поскольку содержание азота в белках приблизительно постоянно и составляет в среднем 16 г на 100 г белка, 1 г выделенного азота соответствует 6,25 г белка, вовлеченного в метаболизм. Зная количество белка, метаболизированного за время опыта, рассчитывают, сколько  $\text{O}_2$  пошло на окисление белка и сколько  $\text{CO}_2$  выделилось за счет белка. Эти количества вычитают из общего количества  $\text{O}_2$  и  $\text{CO}_2$ , измеренного в ходе опыта. В результате получают так называемые небелковые  $\text{O}_2$  и  $\text{CO}_2$ . Из их соотношения находят небелковый (ДК).

*Влияние различных условий на обмен веществ и энергии.* Интенсивность обмена, оцениваемая по общему расходу энергии, может меняться в зависимости от многих условий и в первую очередь от физической работы. Однако и в состоянии полного покоя обмен веществ и энергии не прекращается, и для обеспечения непрерывного функционирования внутренних органов, поддержания тонуса мышц и др. расходуется некоторое количество энергии.

Для оценки индивидуальных особенностей обмена определение интенсивности обмена проводят в стандартных условиях: при полном физическом и психическом покое, в положении лежа, не менее чем через 14 ч после последнего приема пищи, при окружающей температуре, обеспечивающей ощущение комфорта. Полученную величину называют *основным обменом*. У молодых мужчин основной обмен составляет 1300—1600 ккал/сут. (1 ккал на 1 кг массы тела в час). У женщин величина основного обмена на 6—10% ниже, чем у мужчин. С возрастом (начиная с 5 лет) величина основного обмена неуклонно снижается (с 52,7 ккал/м<sup>2</sup>/ч у шестилетних мальчиков до 34,2 ккал/м<sup>2</sup>/ч у мужчин 75—79 лет). С повышением температуры тела на 1° интенсивность основного обмена у человека возрастает приблизительно на 13%. Повышение интенсивности основного обмена наблюдают также при снижении температуры окружающей среды ниже комфортной. Этот адаптационный процесс (химическая терморегуляция) связан с необходимостью поддерживать постоянную температуру тела.

При сравнении основного обмена у людей с разной массой тела было установлено, что основной обмен интенсифицируется с увеличением размеров тела (но не прямо пропорционально его массе). Больше соответствие наблюдается между основным обменом и величиной поверхности тела, т.к. поверхность тела в значительной мере определяет потерю организмом тепла путем проведения и излучения.

Определяющее влияние на величину обмена веществ и энергии оказывает физическая нагрузка. Основной обмен при интенсивной физической нагрузке по расходу энергии может в 10 раз превышать исходный основной обмен, а в очень короткие периоды (например, при плавании на короткие дистанции) даже в 100 раз. Общая суточная потребность организма в калориях определяется, в первую очередь, характером выполняемой работы.

На обмен веществ и энергии существенно влияет особое свойство пищевых веществ, называемое их специфически-динамическим действием (СДД). Было замечено, что после принятия пищи теплоотдача организма возрастает на величину, превышающую количество калорий, содержащихся в принятой пище. Это свойство, различное для разных пищевых веществ, и назвали их СДД. Наиболее высоким СДД отличаются белки. Принято считать, что прием белка с потенциальной калорической ценностью 100 ккал увеличивает основной обмен до 130 ккал, то есть СДД белка составляет 30%. СДД углеводов и жиров находится в пределах 4—6%.

*Промежуточный обмен веществ.* Совокупность химических превращений веществ, которые происходят в организме, начиная с момента их поступления в кровь и до момента выделения конечных продуктов обмена из организма, называют промежуточным, или межуточным обменом (промежуточным метаболизмом). Промежуточный обмен может быть разделен на два процесса: катаболизм (диссимиляция) и анаболизм (ассимиляция). Катаболизмом называют ферментативное расщепление сравнительно крупных органических молекул, осуществляемое у высших организмов, как правило, окислительным путем. Катаболизм сопровождается освобождением энергии, заключенной в сложных структурах органических молекул, и запасанием ее в форме энергии фосфатных связей АТФ. Анаболизм представляет собой ферментативный синтез крупномолекулярных клеточных компонентов, таких, как полисахариды, нуклеиновые кислоты, белки, липиды, а также некоторых их биосинтетических предшественников из более простых соединений. Анаболические процессы происходят с потреблением энергии. Катаболизм и анаболизм происходят в клетках одновременно и неразрывно связаны друг с другом. По существу, их следует рассматривать не как два отдельных процесса, а как две стороны одного общего процесса — метаболизма, в котором превращение веществ теснейшим образом переплетены с превращениями энергии.

Подробный анализ метаболических путей показывает, что расщепление основных пищевых веществ в клетке представляет собой ряд последовательных ферментативных реакций, составляющих три главные стадии катаболизма. На первой стадии крупные органические молекулы распадаются на составляющие их специфические структурные блоки. Так, полисахариды расщепляются до гексоз или пентоз, белки — до аминокислот, нуклеиновые кислоты — до нуклеотидов и нуклеозидов, липиды — до жирных кислот, глицерина и других веществ. Все эти реакции протекают в основном гидролитическим путем и количество энергии, освобождающейся на этой стадии, очень невелико — менее 1%. На второй стадии катаболизма формируются еще более простые молекулы, причем число их типов существенно уменьшается. Очень важно, что на второй стадии образуются продукты, которые являются общими для обмена разных веществ. Эти продукты — ключевые соединения, представляющие собой как бы узлы, соединяющие разные пути метаболизма. К таким соединениям относятся, например, пируват (пировиноградная кислота), образующийся при распаде углеводов, липидов и многих аминокислот; ацетил-КоА; объединяющий катаболизм жирных кислот, углеводов и аминокислот; кетоглутаровая кислота, оксалоацетат (щавелевоуксусная кислота), фумарат (фумаровая кислота) и сукцинат (янтарная кислота), образующиеся из разных аминокислот, и др. Продукты, полученные на второй стадии катаболизма, вступают в третью стадию катаболизма, которая известна как цикл трикарбоновых кислот (терминальное окисление, цикл лимонной кислоты, цикл Кребса). В ходе этой стадии все продукты в конечном счете окисляются до  $\text{CO}_2$  и воды. Практически почти вся энергия освобождается на второй и третьей стадиях катаболизма.

Процесс анаболизма тоже проходит три стадии. Исходными веществами для него служат те продукты, которые подвергаются превращениям на третьей стадии катаболизма. Т.о., третья стадия катаболизма является в то же время первой, исходной стадией анаболизма. Реакции, протекающие на этой стадии, выполняют как бы двойную функцию. С одной стороны, они участвуют в завершающих этапах катаболизма, а с другой — служат и для анаболических процессов, поставляя вещества-предшественники для последующих стадий анаболизма. Нередко такие реакции называют амфиболическими. На этой стадии, например, начинается синтез белка. Исходными реакциями этого процесса можно считать образование некоторых кетокислот. На следующей, второй стадии в ходе реакций аминирования или трансаминирования эти кетокислоты превращаются в аминокислоты, которые на третьей стадии анаболизма объединяются в полипептидные цепи. В результате ряда последовательных реакций происходит также синтез нуклеиновых кислот, липидов и полисахаридов. Лишь в 60—70 гг. 20 в. выяснилось, что пути анаболизма не являются простым обращением процессов катаболизма. Это связано с энергетическими особенностями химических реакций. Некоторые реакции катаболизма практически необратимы, т.к. их протеканию в обратном направлении препятствуют непреодолимые энергетические барьеры. В ходе эволюции были выработаны другие, обходные реакции, сопряженные с затратой энергии макроэнергетических соединений.

Катаболический и анаболический пути отличаются, как правило, и локализацией в клетке. Например, окисление жирных кислот ацетата осуществляется с помощью набора митохондриальных ферментов, тогда как синтез жирных кислот катализирует другая система ферментов, находящихся в цитозоле. Именно благодаря разной локализации катаболические и анаболические процессы в клетке могут протекать одновременно.

Т.о., пути метаболизма чрезвычайно многообразны. Однако в этом многообразии можно усмотреть проявление удивительного единства, которое является наиболее типичной и специфической чертой обмена веществ. Это единство состоит в том, что от бактерий до самой высокодифференцированной ткани высшего организма биохимической реакции не только внешне сходны, например, по балансовым уравнениям и внешним эффектам, но и абсолютно тождественны во всех деталях. Другим проявлением такого единства следует считать наблюдаемое также на всем пути эволюции циклическое протекание важнейших метаболических процессов, например цикл трикарбоновых кислот, цикл мочевины, пентозный

путь и др. Видимо, и сами биохимические реакции, отобранные и закрепленные в ходе эволюции, и цикличность их протекания оказались оптимальными для обеспечения физиологических функций организма.

*Регуляция обмена веществ и энергии.* Клеточный метаболизм характеризуется высокой устойчивостью и в то же время значительной изменчивостью. Оба эти свойства, составляющие диалектическое единство, обеспечивают постоянное приспособление клеток и организмов к меняющимся условиям окружающей и внутренней среды. Так, скорость катаболизма определяется потребностью в энергии в каждый данный момент. Точно так же скорость биосинтеза клеточных компонентов определяется нуждами данного момента. Клетка, например, синтезирует аминокислоты именно с такой скоростью, которая достаточна для того, чтобы обеспечить возможность образования минимального количества необходимого ей белка. Подобная экономичность и гибкость метаболизма возможна лишь при наличии достаточно тонких и чутких механизмов его регуляции. Регуляция метаболических процессов осуществляется на разных уровнях возрастающей сложности. Простейший тип регуляции затрагивает все основные параметры, влияющие на скорость ферментативных реакций. К этим параметрам относятся рН среды, концентрация кофермента, субстрата, продукта реакции, наличие активаторов или ингибиторов и т.д. Изменение каждого из них может увеличить или уменьшить скорость реакции. Например, накопление кислых продуктов может сдвинуть рН среды за пределы значений, оптимальных для данного фермента, и таким образом затормозить ферментативный процесс. Нередко ингибитором фермента является сам субстрат и наличие его в высокой концентрации может вызвать остановку реакции.

Следующий уровень регуляции сложных метаболических процессов касается мультиферментных реакций, которые представляют собой строгую последовательность превращений и катализируются целой системой ферментов. В такой системе существуют регуляторные ферменты, находящиеся обычно в начальных звеньях цепи реакций. Регуляторные ферменты, как правило, ингибируются конечным продуктом данной метаболической последовательности. Т.о. как только количество продукта реакции достигает определенной концентрации, дальнейшее его образование прекращается.

Третий уровень регуляции метаболических процессов представляет собой генетический контроль, определяющий скорость синтеза ферментов, которая может значительно варьировать. Регуляция на уровне *гена* способна привести к увеличению или уменьшению концентрации тех или иных ферментных белков, к изменению типов *ферментов*, изменению относительного содержания в клетке множественных форм фермента, которые, катализируя одну и ту же реакцию, различаются по своим физико-химическим свойствам. Наконец, в некоторых случаях может иметь место индукция или регрессия одновременно целой группы ферментов. Генетическая регуляция отличается высокой специфичностью, экономичностью и обеспечивает широкие возможности для контроля метаболизма. Однако в подавляющем большинстве клеток активация генов является медленным процессом. Обычно время, необходимое для того, чтобы индуктор или репрессор мог заметно повлиять на концентрацию ферментов, измеряется часами. Поэтому данная форма регуляции непригодна для тех случаев, когда необходимо немедленное изменение метаболизма.

У человека и высших животных существуют еще два уровня, два механизма регуляции обмена веществ и энергии, которые отличаются тем, что связывают между собой метаболизм, совершающийся в разных тканях и органах, и таким образом направляют и приспособляют его для выполнения функций, присущих не отдельным клеткам, а всему организму в целом. Одним из таких механизмов управляет *эндокринная система*. Гормоны, вырабатываемые железами внутренней секреции, служат химическими медиаторами, стимулирующими или подавляющими определенные метаболические процессы в других тканях или органах. Например, когда *поджелудочная железа* начинает вырабатывать меньше *инсулина*, в клетки поступает меньше глюкозы, что влечет за собой ряд вторичных метаболических эффектов, в частности уменьшение биосинтеза жирных кислот из глюкозы и усиление образо-

вания *кетонových тел* в печени. Противоположное инсулину действие оказывает соматотропный гормон (гормон роста).

3, характерным для человека и высших животных, является нервная регуляция, представляющая собой самый высший уровень регуляции, наиболее совершенную ее форму. Нервная система, в частности ее центральные отделы, выполняет в организме высшие интегративные функции. Получая сигналы из окружающей среды и от внутренних органов, ЦНС преобразует их в нервные импульсы и направляет их к тем органам, изменение скорости метаболизма в которых необходимо в данный момент для выполнения определенной функции. Чаще всего свою регулирующую роль нервная система осуществляет через железы внутренней секреции, усиливая или подавляя поступление гормонов в кровь. Хорошо известно влияние эмоций на метаболизм, например предстартовое повышение показателей обмена веществ и энергии у спортсменов, усиленная продукция адреналина и связанное с этим повышение концентрации глюкозы в крови у студентов во время экзаменов и др. Во всех случаях регулирующее действие нервной системы на обмен веществ и энергии весьма целесообразно и всегда направлено на наиболее эффективное приспособление организма к изменившимся условиям.

*Нарушение обмена веществ и энергии* лежат в основе повреждений органов и тканей, ведущих к возникновению *болезни*. Происходящие при этом изменения в протекании химических реакций сопровождаются большими или меньшими сдвигами в энергообразующих и энергопоглощающих процессах. Различают 4 уровня, на которых могут происходить нарушения обмена веществ и энергии: молекулярный; клеточный; органнй и тканевой; целостный организм. Нарушения обмена веществ и энергии на любом из этих уровней могут носить первичный или вторичный характер. Во всех случаях они реализуются на молекулярном уровне, на котором изменения обмена веществ и энергии приводят к патологическим нарушениям функций организма.

Нормальное протекание метаболических реакций на молекулярном уровне обусловлено гармоничным сочетанием процессов катаболизма и анаболизма. При нарушении катаболических процессов, прежде всего, возникают энергетические трудности, нарушаются регенерация АТФ, а также поступление необходимых для биосинтетических процессов исходных субстратов анаболизма. В свою очередь, первичное или связанное с изменениями процессов катаболизма повреждение анаболических процессов ведет к нарушению воспроизведения функционально важных соединений — ферментов, гормонов и др. Нарушение различных звеньев метаболических цепей неравнозначно по своим последствиям. Наиболее существенные, глубокие патологические изменения катаболизма происходят при повреждении системы биологического окисления при блокаде ферментов тканевого дыхания, гипоксии и др. или повреждении механизмов сопряжения тканевого дыхания и окислительного фосфорилирования (например, разобщение тканевого дыхания и окислительного фосфорилирования при тиреотоксикозе). В этих случаях клетки лишаются основного источника энергии, почти все окислительные реакции катаболизма блокируются или теряют способность аккумулировать освобождающуюся энергию в молекулах АТФ. При ингибировании реакций цикла трикарбоновых кислот выработка энергии в процессе катаболизма сокращается примерно на две трети. При нарушении нормального течения гликолитических процессов (гликолиза, гликогенолиза) организм лишается способности адаптироваться к гипоксии, что особенно отражается на функционировании мышечной ткани. Нарушение использования углеводов, уникальных метаболических источников энергии в условиях недостатка кислорода, является одной из причин существенного снижения мышечной силы у больных сахарным диабетом. Ослабление гликолитических процессов затрудняет метаболическое использование углеводов, ведет к гипергликемии, переключению биоэнергетики на липидные и белковые субстраты, к угнетению цикла трикарбоновых кислот в результате недостатка щавелевоуксусной кислоты. Возникают условия для накопления недоокисленных метаболитов — кетонových тел, усиливается распад белков, интенсифицируется глюконеогенез. Развиваются ацетонемия, азотемия, *ацидоз*.

Утилизация липидов затрудняется при торможении процессов липолиза (гидролитического расщепления молекул различных липидов), угнетении процесса активирования жирных кислот, фосфорилирования глицерина. Последние два процесса особенно страдают при недостаточной регенерации макроэргических соединений.

Катаболизм белков и аминокислот может нарушаться при отклонениях в процессах протеолиза, трансаминирования, дезаминирования, расщепления углеродных скелетов аминокислот и при несостоятельности систем обезвреживания азотистых шлаков.

Ведущее значение при нарушении анаболизма имеют дефекты в системе биосинтеза белков и нуклеиновых кислот. Причиной нарушения синтеза нуклеиновых кислот и белков может быть блокирование отдельных стадий синтеза нуклеотидов и заменимых аминокислот. Нарушение глюконеогенеза — процесса анаболизма углеводов — существенно сказывается на поддержании энергетического гомеостаза организма. Особое значение имеет ингибирование ферментов, катализирующих ряд ключевых реакций гликолиза и глюконеогенеза. Недостаток этих ферментов в результате ослабления их синтеза возможен при низком уровне секреции АКТГ и кортикостероидов.

Биосинтез липидов может нарушаться при недостаточности биотина, а также при снижении интенсивности реакций пентозного пути, обеспечивающего восстановительные реакции биосинтеза. Недостаток холина, метионина, ненасыщенных жирных кислот, цитидилтрифосфатов сказывается на синтезе фосфолипидов. Дефицит пентоз, возникающий при блокировании пентозного пути, существенно тормозит синтез нуклеотидов, коферментов нуклеотидной природы и нуклеиновых кислот.

Существенные нарушения обмена веществ и энергии, связанные с разбалансированностью метаболизма, возникают при расстройстве процессов синтеза биологически активных веществ, особенно производных аминокислот (медиаторов, гормонов и др.).

При нарушении обмена веществ и энергии на клеточном уровне, прежде всего, повреждаются биологические мембраны, что влечет за собой нарушение нормальных взаимоотношений клетки с окружающей средой, а также нарушение клеточного метаболизма. Расстраиваются оптимальная локализация внутриклеточных ферментов, трансмембранный транспорт, челночные механизмы обмена метаболитами между различными органеллами клетки. При повреждении лизосомных мембран может начаться аутолиз компонентов цитозоля лизосомными ферментами, при нарушении внутренней мембраны митохондрий прекращается образование АТФ и др. Важным следствием повреждения клеточных мембран является дезинтеграция регуляторных механизмов метаболизма на клеточном уровне. Изменения в ядерной оболочке и повреждения структур хроматина ведут к нарушению передачи генетической информации в цитозоль, препятствуют управлению активностью хроматина со стороны стероидных гормонов и внутриклеточных регуляторов синтеза белков. Результатом нарушения процессов нормального распределения хромосомного материала в ходе деления клеток (на ранних стадиях эмбриогенеза) могут быть хромосомные болезни с тяжелыми нарушениями обмена веществ и энергии. Расстройства метаболизма на уровне клеточных структур могут происходить и в результате аутоиммунных процессов.

В зависимости от специфической роли тех или иных органов и систем при нарушении их функции страдают взаимоотношения внутриклеточного метаболизма с окружающей средой, ухудшается адаптация клеток к изменению условий окружающей среды или нарушаются метаболическое постоянство внутренней среды организма и регуляторные процессы. Особенно опасно нарушение биоэнергетики головного мозга. Резервные энергетические возможности позволяют головному мозгу переносить прекращение доставки энергетических субстратов (прежде всего глюкозы) и кислорода не более чем на 3—5 мин, что и определяет кратковременную обратимость так называемой клинической смерти.

На уровне целостного организма при нарушении обмена веществ и энергии ведущее значение имеет расстройство процессов регуляции (выпадение регуляторных сигналов, их усиление или дискоординация, вследствие гипо-, гипер- и дисфункции ЦНС и желез внут-



ренной секреции). Как потеря иннервации органов и тканей, так и избыточная или извращенная импульсация ведут к расстройствам *трофики*.

Механизмы этих расстройств связаны с изменением нормальных взаимодействий медиаторов с клетками, дискоординацией или выпадением функциональных взаимосвязей в различных отделах нервной системы. Ослабление или усиление синтеза гормонов, нарушение процессов их депонирования, освобождения, транспорта, взаимодействия с рецепторами клеток-мишеней, инактивации являются причиной характерных расстройств обмена веществ и энергии организма в целом, как это имеет место при сахарном диабете, диффузном токсическом зобе, гипотиреоидном ожирении и др. Крайними формами проявления этих расстройств являются ожирение и *кахексия*, сопровождающиеся глубокими нарушениями согласованности катаболизма и анаболизма.

Нарушения обмена веществ и энергии могут быть обусловлены действием как внешних, так и внутренних факторов. К внешним факторам следует отнести качественные и количественные изменения состава пищи, экзогенные токсические вещества (в т.ч. бактериальные токсины), проникновение в организм патогенных микроорганизмов и вирусов. Недостаток незаменимых *аминокислот* и *жирных кислот*, *микроэлементов*, *витаминов*, несбалансированность питания в соотношении белков, жиров и углеводов, несоответствие количественного (по калорийности) и качественного состава пищи конкретным энерготратам организма, существенные сдвиги в величине парциального давления  $O_2$  и  $CO_2$  во вдыхаемом воздухе, появление в атмосфере угарного газа  $CO$ , оксидов азота, других токсических газов, попадание в организм ионов тяжелых металлов, соединений мышьяка, цианидов, канцерогенов и др. ведут к нарушениям обмена веществ и энергии. Конечными объектами воздействия всех перечисленных факторов чаще всего являются ферменты.

К внутренним факторам, вызывающим нарушения обмена веществ и энергии, относят генетически обусловленные нарушения синтеза ферментов, транспортных белков (гемоглобина, трансферрина, церулоплазмينا и др.), иммуноглобулинов, белковых и пептидных гормонов, структурных белков биологических мембран и др. В результате генетически обусловленного блокирования какого-либо фермента или системы ферментов накапливаются их непревращенные субстраты — биосинтетические предшественники нарушенной стадии метаболизма. Блокирование гидролитических ферментов ведет к развитию *болезней накопления* (гликогенозов, гликозидозов, липидозов, мукополисахаридозов и др.). В других случаях накапливаются метаболиты, оказывающие токсическое действие на организм путем вторичного ингибирования тех или иных ферментов (например, галактоза или галактит при галактоземии, фенилпировиноградная кислота при фенилкетонурии и др.). Нарушение нормального синтеза некоторых особенно важных функциональных белков, например гемоглобина (*гемоглобинопатии*), ведет к тяжелой тканевой гипоксии или к другим, не менее опасным состояниям. Известно большое число других так называемых молекулярных болезней, характер расстройств обмена веществ и энергии при которых определяется функциональной ролью дефектного белка.

Особое место занимают расстройства обмена веществ и энергии при малигнизации тканей. В основе злокачественного роста, по-видимому, лежат нарушения регуляции процессов синтеза белков. Все дальнейшие расстройства обмена веществ и энергии имеют вторичное происхождение.

Неравномерными, разнонаправленными изменениями обмена веществ и энергии, ведущими к снижению адаптационных возможностей организма и способствующими возникновению болезней, характеризуется старение. Первичные механизмы старения связаны с изменениями в процессе синтеза белка. При старении количество метаболически активных белков уменьшается, а масса метаболически инертных белков, наоборот, увеличивается. У лиц пожилого возраста снижается интенсивность обновления белков, изменяются соотношения различных белковых фракций. Так, в старости в крови увеличивается содержание глобулинов, уменьшается концентрация альбуминов и соответственно уменьшается величина *альбумин-глобулинового коэффициента*. При старении неравномерно изменяются содержа-

ние и активность отдельных ферментов, соотношение изоферментов, интенсивность их синтеза, что создает основу для нарушения ряда метаболических циклов.

При старении происходят также специфические нарушения в обмене углеводов, которые связаны с изменением активности гликолитических ферментов. Уменьшение толерантности к углеводам во многом зависит от снижения инсулина в крови, изменения изоферментного спектра гексокиназы, уменьшения способности тканей реагировать на действие гормонов. Важное значение имеет снижение в старости гликогендепонирующей функции печени.

Нарушения в обмене липидов, возникающие в процессе старения, способствуют развитию атеросклероза. С возрастом увеличивается общее содержание липидов в крови и тканях, нарастает количество *холестерина*, особенно связанного с белком, триглицеридов, неэтерифицированных жирных кислот. У лиц пожилого и старческого возраста повышается содержание холестерина и триглицеридов в липопротеинах низкой и очень низкой плотности, тогда как в липопротеинах высокой плотности оно не меняется. У людей 60—74 лет увеличивается содержание в крови и тканях атерогенных липопротеинов — липопротеинов низкой и очень низкой плотности. Большое значение в генезе нарушений обмена липидов при старении имеют снижение активности липопротеинлипазы, сдвиги в соотношении процессов синтеза и распада триглицеридов, холестерина, нарушение окислительных процессов в обмене липидов, накопление в тканях перекисей липидов, нарушение гормональной регуляции липогенеза и липолиза.

Нарушения обмена веществ и энергии устанавливаются на основании результатов исследований компонентов крови, мочи, других биологических жидкостей, материала, полученного при биопсии и др. Суммарную оценку нарушений обмена веществ и энергии можно произвести путем определения основного обмена, азотистого баланса, величины дыхательного коэффициента, сдвигов *кислотно-щелочного равновесия* и других параметров. Более детальную информацию получают при исследованиях концентрации отдельных метаболитов, как нормальных, так и патологических, обычно не образующихся или не присутствующих в биологических жидкостях в норме. Об органной локализации нарушений, о глубине повреждений клеточной структуры, а также о характере ферментопатии позволяют судить исследования ферментного спектра и активности ферментов сыворотки крови. Степень дискоординации регуляторных процессов обмена веществ и энергии может быть оценена путем исследования активности и концентрации гормонов, медиаторов, простагландинов, циклических нуклеотидов и др.

Нарушения метаболического постоянства, свидетельствующие о сдвигах в его нейроэндокринной регуляции, установленные с помощью биохимического анализа крови, обнаруживают, т.о., прямым путем. Однако сведения о внутриклеточных обменных процессах, основанные на данных биохимического анализа крови, могут носить только косвенный характер. В некоторых случаях уточнение возможно при исследовании материала, полученного при биопсии органа или ткани. Исследование клеток крови (лейкоцитов, эритроцитов) как модельных клеточных систем может стать источником дополнительных косвенных данных. При оценке метаболических сдвигов в Ц.Н.С. особое значение приобретает биохимический и цитологический анализ цереброспинальной жидкости.

Лечение болезней обмена веществ и энергии основывается на подборе соответствующей диеты, гормонотерапии, использовании веществ, имеющих выраженное сродство к отдельным железам внутренней секреции, парентерального питания, специфической терапии заболевания, являющегося первопричиной нарушения обмена веществ. Лечение нарушений обмена веществ и энергии при молекулярных болезнях, помимо диетотерапии, симптоматическое. Кардинальное решение задачи лечения этих болезней связано, прежде всего, с успехами *генной инженерии* и направленной регуляции активности ферментов.

Общие принципы коррекции нарушенного обмена веществ и энергии у детей состоят в следующем: наиболее эффективным методом восстановления нарушенного обмена веществ и энергии у детей является диетотерапия; энзимотерапия и индуцирование ряда фер-

ментов с помощью введения гормонов коры надпочечников, щитовидной железы, а также некоторых лекарственных средств и витаминов; любое вмешательство в обменные процессы больного ребенка должно контролироваться с помощью соответствующих биохимических тестов.

Основным путем профилактики нарушений обмена веществ и энергии является научно обоснованное по качественному и количественному составу, витаминизированное, содержащее все микроэлементы, так называемое сбалансированное *питание*, защита окружающей среды от проникновения в нее токсических веществ, профилактика инфекционных болезней, стрессовых ситуаций, оптимальный режим работы и отдыха. В случаях эндогенных нарушений (молекулярных болезней) большое значение имеют ранняя диагностика и диетическая профилактика.

*Обмен веществ и энергии у детей.* Анаболические процессы резко активизируются у плода в последние недели беременности. Сразу после рождения происходит активная адаптация метаболизма к переходу на дыхание атмосферным кислородом. У грудного ребенка и в первые годы жизни наблюдается максимальная интенсивность обмена веществ и энергии, а затем отмечается некоторое снижение показателей основного обмена.

В раннем детском возрасте при различных инфекциях и расстройствах питания особенно часто развиваются нарушения гомеостаза, токсический синдром, дегидратация, ацидоз, белково-энергетическая недостаточность. Нарушения анаболических процессов проявляются задержкой роста, что может быть связано с недостаточной секрецией соматотропного гормона, *нанизмом*, *гипотиреозом*, а также гиповитаминозами, *рахитом*, хроническими воспалительными процессами. Инфекционные болезни, протекающие с поражением нервной системы, ведут к нарушениям липидного обмена, в частности процесса миелинизации мозга, обуславливая тем самым задержку нервно-психического развития ребенка. Большинство наследственных болезней обмена проявляется в грудном и раннем детском возрасте. К наиболее частой патологии обмена липидов относятся такие состояния, как ожирение, а также гиперлипопроотеинемии, являющиеся факторами риска развития ишемической болезни сердца и гипертонической болезни. Нарушения генетического контроля синтеза иммуноглобулинов могут стать причиной развития иммунодефицитных заболеваний. Неустойчивость регуляции углеводного обмена в раннем детском возрасте создает предпосылки для возникновения гипогликемических реакций, ацетонемической рвоты. Рано проявляются ювенильные формы сахарного диабета. Нередко причиной, обуславливающей нарушения обмена веществ у детей, служит дефицит микроэлементов.

В пубертатном периоде (периоде полового созревания) наступает новая перестройка метаболизма, происходящая под влиянием *половых гормонов*.

Отмечается так называемый пубертатный скачок роста, обусловленный действием половых гормонов. Гормон роста не играет существенной роли в процессе пубертатного ускорения роста, во всяком случае, его концентрация в крови в этот период не повышается. Несомненное стимулирующее влияние на метаболизм в пубертатном периоде оказывает активация функций щитовидной железы. Допускают также, что в период *полового созревания* снижается интенсивность липолитических процессов.

Регуляция гомеостаза становится наиболее устойчивой в подростковом возрасте, поэтому тяжелых клинических синдромов, связанных с нарушением регуляции обмена, ионного состава жидкостей тела, кислотно-щелочного равновесия, в этом возрасте почти не встречается.

## **Тема 8. КОЖА И ЕЕ ПРОИЗВОДНЫЕ: СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ**

*Строение кожи. Эпидермис. Собственно кожа. Производные кожи: волосы, ногти. Строение и функция потовых и сальных желез. Функции кожи. Гигиена кожи.*

*Кожа* выполняет многообразные функции: защитную, терморегуляционную, дыхательную, обменные. Железы кожи вырабатывают пот, кожное сало. С потом у человека в обычных условиях в течение суток выделяются около 500 мл воды и растворенные в ней со-

ли, конечные продукты азотистого обмена. Кожа активно участвует в обмене витаминов. Особенно важен синтез витамина D под влиянием ультрафиолетовых лучей. Площадь кожного покрова взрослого человека достигает 1,5—2 м<sup>2</sup>. Эта поверхность является обширным рецепторным полем тактильной, болевой, температурной, кожной чувствительности. Различные воздействия воспринимают расположенные в коже терморецепторы, механорецепторы, ноцицепторы. Первые воспринимают изменение температуры, вторые — прикосновения к коже, третьи — болевые раздражения. Тела чувствительных нейронов, по дендритам которых распространяются импульсы от таких рецепторов, залегают в спинномозговых узлах и чувствительных узлах черепных нервов.

У кожи различают *эпидермис* и *собственно кожу* — *дерму* (рис. 11). Эпидермис образован многослойным плоским ороговевающим эпителием, толщина которого (0,03—1,5 мм) зависит от области тела. Так, на участках, подвергающихся постоянному механическому давлению (ладони, подошвы), его толщина больше, чем на груди, животе и других частях тела. Среди базальных клеток эпителия имеются пигментные эпителиоциты, богатые зернами пигмента меланина (меланоциты), от количества которого зависит цвет кожи. Меланин защищает кожу от ультрафиолетовых лучей. Расположенные в глубине покровного эпителия клетки *базального* и *шиповатого слоев* функционально объединены в *ростковый слой*. Выше расположен *зернистый слой*, состоящий из нескольких слоев уплощенных клеток, содержащих крупные зерна кератогиалина. Кератогиалин по мере продвижения клеток в верхние слои превращается в кератин.

Над зернистым слоем лежит *блестящий слой*, образованный 3—4 слоями плоских клеток, лишенных ядер и хорошо преломляющих свет. *Поверхностный слой (роговой)* представляет собой множество слоев роговых чешуек, содержащих белок кератин и пузырьки воздуха. Этот слой водонепроницаемый, отличается плотностью, упругостью, что особенно важно — через него не проникают микроорганизмы. Роговые чешуйки постоянно слущиваются и заменяются новыми, которые подходят к поверхности из глубже лежащих слоев клеток. Эти клетки в процессе миграции к поверхности постепенно ороговевают. Полная смена клеток в эпидермисе подошвы человека происходит в течение 10—30 дней. *Дерма*, или *собственно кожа*, толщиной 1—2,5 мм образована соединительной тканью. В ней различают сосочковый и сетчатый слои. *Сосочковый слой* находится под эпидермисом. Этот слой состоит из рыхлой волокнистой неоформленной соединительной ткани, которая образует сосочки, внедряющиеся в эпидермис. Благодаря наличию сосочков на поверхности кожи видны гребешки, разделенные бороздками кожи. *Гребешки*, соответствующие возвышениям сосочков дермы, и *бороздки* между ними формируют, особенно на ладонях и стопах, строго индивидуальный .

Рис. 11. Строение кожи.

1 — роговой слой, 2 — эпидермис, 3 — базальный слой, 4 — соединительнотканная волокна (коллагеновые, эластические и ретикулярные) и клетки, 5 — сосочковый слой, 6 — пучки миоцитов, 7 — волосная луковица, 8 — сетчатый слой, 9 — корень волоса, 10 — потовая железа, 11 — сальная железа, 12 — дольки жировой ткани

сложный рисунок кожной поверхности, сохраняющийся в течение всей жизни человека. Строение кожного рельефа широко используется в медицине для идентификации личности в криминалистике. В сосочковом слое имеются миоциты, связанные с волосными луковицами. В дерме лица, мошонки, соска молочной железы, тыльной поверхности конечностей имеются самостоятельные пучки миоцитов, не связанные с луковицами волос. При их сокращении возникает хорошо известная картина — «гусиная кожа». |Под сосочковым слоем находится *сетчатый слой*, который состоит из плотной неоформленной соединительной ткани, содержащей крупные пучки коллагеновых волокон, образующих сеть. На стопе, локтях, концевых фалангах пальцев, подвергающихся постоянному давлению, ячейки сети широкопетлистые. Наряду с коллагеновыми в сетчатом слое имеется сеть эластических и небольшое количество ретикулярных волокон. В сетчатом слое залегают корни волос, потовые и сальные железы. Пучки коллагеновых волокон сетчатого слоя переходят в *подкожную основу {клетчатку}*, содержащую жировую ткань. Этот слой играет важную роль в терморегу-

гуляции и является жировым депо организма. Наибольшего развития жировая ткань достигает в области ягодиц и подошв, где она выполняет механическую функцию. В коже век, мышонки жировой слой отсутствует. Как правило, жировой слой больше развит у женщин.

Производные кожи.

*Волосы.* Почти вся кожа покрыта волосами. Исключения составляют ладони, подошвы, переходная часть губ, головка полового члена, малые половые губы. Наибольшее число волос обычно на голове. Характер оволосения зависит от пола, возраста и относится к вторичным половым признакам. В период полового созревания начинается усиленный рост волос в подмышечных впадинах, на лобке, у мужчин — на лице, конечностях, груди, животе. Различают три типа волос: *длинные* (волосы головы, лобка, бороды, усов), *щетиновые*, *пушковые* — на остальной поверхности тела.

Волос имеет выступающий над поверхностью кожи стержень и корень, находящийся в толще кожи. *Корень волоса* находится в волосяном мешке (фолликуле), образованном эпителиальным (корневым) влагалищем и соединительнотканной сумкой волоса. К сумке волоса прикрепляется мышца — подниматель волоса. В сумку открывается сальная железа. Сокращаясь, мышца поднимает волос, сдавливает сальную железу, благодаря чему выделяется ее секрет. Корень волоса переходит в расширенную *волосяную луковичу*, за счет которой волос растет. *Стержень волоса* состоит из мозгового и коркового вещества. В роговых чешуйках волос содержатся зерна пигмента и пузырьки воздуха. С возрастом количество пузырьков увеличивается, а синтез пигмента постепенно прекращается, волосы седеют. Волосы сменяются в сроки от 2—3 месяцев до 2—3 лет.

*Ногти.* Ноготь представляет собой роговую пластинку, лежащую на соединительнотканном *ногтевом ложе*, ограниченную у основания и с боков *ногтевыми валиками*. Ноготь растет за счет деления ростового слоя эпителия ногтевого ложа в области корня. Делящиеся клетки, подобно эпителиоцитам эпидермиса, продвигаясь вперед, ороговевают.

Железы кожи. К ним относятся потовые, сальные и молочные железы.

*Потовые железы* в количестве около 2—2,5 млн. представляют собой простые трубчатые железы. Их *начальные отделы* извитые, образуют клубочки. Длинный *выводной проток* прободает кожу и открывается на ее поверхности. Секрет потовых желез — пот на 98% состоит из воды и 2% органических и неорганических веществ (минеральные соли, мочевины, мочевая кислота).

*Сальные железы* — простые альвеолярные, располагаются на границе между сосочковым и сетчатым слоями дермы. Сальные железы отсутствуют лишь на ладонях и подошвах, наибольшее количество их на голове, лбу, щеках, подбородке. Общая масса выделяемого железами за сутки кожного сала может достигать 20 г. Железа состоит из альвеолярного *начального отдела* и короткого *выводного протока*, который открывается в *волосяной мешочек*. Кожное сало, будучи бактерицидным, не только смазывает волосы и эпидермис, но и предохраняет кожу от микробов. В период полового созревания у мальчиков функция сальных желез активизируется, что связано с влиянием мужских половых гормонов.

*Молочная (грудная) железа* расположена на передней поверхности большой грудной мышцы. У девственниц масса ее около 150—200 г, у кормящей женщины 300—400 г. На передней поверхности железы в центре находится пигментированный *сосок*, окруженный пигментированным *околососковым кружком*. На поверхности соска открываются 10—15 млечных пор. В коже соска и околососкового кружка множество миоцитов, при сокращении которых сосок напрягается. Молочная железа является измененной потовой железой. У мужчин железа неразвита. У взрослой женщины она состоит из 15—20 долей, между которыми располагается жировая и рыхлая волокнистая соединительная ткань. Каждая доля — это сложная альвеолярная железа, выводной проток которой направляется радиально к соску. Не доходя до соска, проток, расширяясь, образует млечный синус. Начальные отделы железы не кормящей женщины представляют собой лишь млечные альвеолярные протоки. Под влиянием эстрогена и прогестерона с конца 5-го месяца и до конца беременности на их концах формируются альвеолы. Железистые клетки (лактоциты) окружены корзинчатыми миоэпи-

телиоцитами, расположенными на базальной мембране. Их сокращение приводит к выдавливанию молока в протоки. Секреция молока стимулируется лактотропным гормоном гипофиза. После окончания периода кормления ребенка постепенно происходит обратное развитие молочной железы. Сохраняются лишь некоторые альвеолы.

У новорожденной девочки секреторные отделы молочных желез не развиты, лишь имеется недоразвитая система протоков. В препубертатном периоде быстро растет жировая ткань. К моменту половой зрелости железа становится округлой, но увеличение ее происходит в основном за счет жировой ткани. Секретировать молочные железы начинают сразу после рождения ребенка. Первые 2—3 дня железы выделяют молозиво, отличающееся по своему составу от молока. Молозиво содержит меньше белка казеина и имеет желтоватый цвет. Выделение молока начинается на 3-й день, оно содержит воду, органические и неорганические вещества. Белый цвет молока зависит от мельчайших жировых капель, находящихся во взвешенном состоянии (до 2 млрд. в 1 мл молока). Жира в молоке содержится 2—4%, белка казеина — около 4%. В молоке имеются молочные альбумин и глобулин. Углеводы в виде лактозы составляют 3—6%, соли — (0,75%) представлены фосфорнокислыми, сернокислыми, хлористыми соединениями калия, кальция, натрия и других элементов, В молоке имеются витамины А, В, С, D, а также антитела. В сутки у кормящих женщин выделяется до 0,5—1,0 л молока.

*Функции кожи. Кожная чувствительность.* Расположенные на разной глубине в коже нервные окончания воспринимают прикосновения, температурное чувство, чувство боли. Каждое воздействие воспринимается специальными рецепторами, отличающимися друг от друга своими формой и строением. Распределены рецепторы неравномерно, их много в коже кончиков пальцев рук, ладоней, подошв, губ, наружных половых органов. Намного меньше рецепторов в коже спины. Значение кожной чувствительности в жизни человека очень велико.

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

*Температурное чувство* (чувство холода и теплоты) воспринимается разными рецепторами. Одни из них возбуждаются действием холода на *нервные тельца* (колбы Краузе), другие — действием тепла на *луковицеобразные тельца* (Гольджи—Маццони). Холодовые рецепторы, проникающие между клетками эпидермиса, расположены более поверхностно, чем тепловые. Холодовых рецепторов намного больше (около 250 000), чем тепловых (около 39 000). Кожа конечностей (рук, ног), особенно открытые места, менее чувствительна, чем кожа туловища (закрытые места). Рецепторы, воспринимающие температурные воздействия, приспособляются к изменениям температуры окружающей среды (воздуха, воды), как бы «привыкают». Так, например, вначале очень горячая вода постепенно воспринимается как менее горячая, даже просто теплая. «Привыкает» рука или нога и к холодной воде.

*Чувство боли* воспринимается специальными свободными нервными окончаниями. Число болевых рецепторов в коже человека очень велико, примерно 100—200 на 1 см<sup>2</sup> кожной поверхности. Общее число таких рецепторов достигает 2—4 млн. Место восприятия боли человек определяет довольно точно. Чувство боли нервные окончания воспринимают не только в коже, но и в слизистых и серозных ободочках, во внутренних органах. Нередко чувство боли ощущается не только в поврежденном органе, но и в других частях тела, например в определенных участках кожи. Такие боли называют отраженными, иррадиирующими. Например, при спазме венечных (коронарных) артерий сердца (ишемической болезни сердца) боли определяются не только в сердце (за грудиной), но и в области левой лопатки, в руке.

Болевые ощущения имеют большое значение, так как они возникают при повреждениях тканей органов, как сигналы об опасности, включающие защитно-оборонительные механизмы (повышение тонуса мышц, учащение сердцебиения, дыхания). Усиливается выделение гормонов, участвующих в мобилизации защитных сил организма (гормонов надпочечных желез — адреналина, кортикостероидов). Нервные импульсы, возникшие в рецепторах кожи, поступают не только в спинной мозг, в его чувствительные и двигательные центры, которые участвуют в образовании автоматических, подсознательных, защитных, оборонительных рефлексов на уровне сегментов спинного мозга. Имеется в виду отдергивание, например, руки при ожоге или коле. Здесь болевой или температурный импульсы передаются на чувствительные ядра задних рогов спинного мозга, из него — в двигательные ядра передних рогов. Соответствующие двигательные импульсы по аксонам двигательных нейронов передних рогов поступают к мышцам. Одновременно чувствительные импульсы от кожных рецепторов через чувствительные ядра задних рогов спинного мозга или черепных нервов по проводящим путям через таламус направляются к корковому концу анализатора общей чувствительности, к нейронам постцентральной извилины. В коре полушарий большого мозга, в постцентральной извилине, происходит высший анализ, сознательное восприятие всех тех чувств (тактильных, температурных болевых), которые воспринимаются соответствующими кожными рецепторами. Для осознанных действий в ответ на поступившие в постцентральную извилину нервные импульсы из этой извилины по ассоциативным волокнам передаются в эффекторные (двигательные, секреторные) центры коры большого мозга (в предцентральную извилину) или в другие, подкорковые центры.

Гигиена кожи. Условием сохранения здоровой кожи является соблюдение чистоты. Необходимо периодически очищать кожу с помощью воды и мыла. Обычно это делают один-два раза в день. Среди мер ухода за кожей особое место занимают ванны. Различают ванны очистительные, укрепляющие и успокаивающие. Очистительные ванны продолжают 15-30 минут при температуре воды 35-40 градусов, но с прибавлением неочищенной поваренной соли, укрепляющие ванны могут быть холодными ( $T < 20$  градусов, 1-5 мин.) и тепловатыми ( $T = 34-35$  градусов). Успокаивающие ванны принимают при 34-37 градусов в отварах дубовой коры, сосновых игл, пшеничных отрубей.

Солнечные облучения кожи оказывают энергичное воздействие на весь организм в целом. При чрезмерном пребывании на солнце получается обратный эффект — появляется быстрая утомляемость, повышенная возбудимость нервной системы, нарушается сон. Пребывание с обнаженной кожей на свежем воздухе повышает тонус нервной системы, улучшает кровообращение кожи и ее секреторную функцию.

Для сохранения здоровой кожи важны систематические занятия спортом, гимнастикой. Физкультура усиливает процессы обмена веществ и улучшает состояние кожи.

Многообразие функций кожи и их первостепенное значение с точки зрения поддержания температурного гомеостаза требует соблюдения правил пользования личными вещами. Одежда для детей и подростков должна быть, во-первых, воздухопроницаемой. Известно, что кожа активно участвует в тепло- и водообмене с окружающей средой, причем, у детей данные процессы более интенсивны. Одежда не должна представлять собой искусственное препятствие для такого обмена. Во-вторых, ткань, используемая для пошива детской одежды должна быть гигроскопичной, то есть отводящей воду от поверхности тела. Среди прочих требований необходимо упомянуть такие как свободный и удобный, не стесняющий движений покрой одежды, а также предпочтение натуральных тканей искусственным.

Обувь - это, кроме прочего, фактор формирования правильного свода стопы. Для детей младшего возраста ширина обуви должна составлять не менее 40% от ее длины. Каблук должен присутствовать, но не превышать 1-2 см. Материал, используемый для пошива обуви, должен быть натуральным, воздухо- и водопроницаемым.

## *Тема 9. АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ*

*Общая характеристика нервной системы. Строение нервной системы. Рефлекторная деятельность центральной нервной системы (ЦНС). Рефлекторная дуга. Нервные центры. Нейрон. Спинной и головной мозг. Периферическая нервная система. Вегетативная нервная система: структурно-функциональные особенности.*

Нервная система, основными функциями которой являются быстрая, точная передача информации и ее интеграция, обеспечивает взаимосвязь между органами и системами органов, функционирование организма как единого целого, его взаимодействие с внешней средой. Она регулирует и координирует деятельность различных органов, приспособливает деятельность всего организма как целостной системы к изменяющимся условиям внешней и внутренней среды. С помощью нервной системы осуществляется прием и анализ разнообразных сигналов из окружающей среды и внутренних органов, формируются ответные реакции на эти сигналы. С деятельностью высших отделов нервной системы связано осуществление психических функций – осознание сигналов окружающего мира, их запоминание, принятие решения и организация целенаправленного поведения, абстрактное мышление и речь. Все эти сложные функции осуществляются огромным количеством нервных клеток – *нейронов*, объединенных в сложнейшие нейронные цепи и центры.

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

*Периферическая часть нервной системы* образована *нервами* – пучками нервных волокон, покрытых сверху общей соединительнотканной оболочкой. К периферической нервной системе относят и *нервные узлы*, или *ганглии*, – скопления нервных клеток вне спинного и головного мозга. Если в составе нерва собраны нервные волокна, передающие возбуждение из центральной нервной системы к иннервируемому органу (эффлектору), то такие нервы называют *центробежными* или *эффлекторными*. Есть нервы, которые образованы чувствительными нервными волокнами, по которым возбуждение распространяется в центральную нервную систему. Такие нервы называют *центростремительными* или *аффлекторными*. Большинство нервов являются *смешанными*, в их состав входят как центростремительные, так и центробежные нервные волокна.

Из мозга к рабочим органам (мышцам, железам и другим) нервные импульсы следуют по цепям нейронов. Ответную реакцию организма на воздействия внешней среды или изменения его внутреннего состояния, выполняемая с участием нервной системы, *называют рефлексом* (от лат. *reflexus* — отражение, ответная реакция). Путь, состоящий из цепей нейронов, по которому нервный импульс проходит от чувствительных нервных клеток до рабочего органа, называют *рефлекторной дугой*. Вся деятельность нервной системы строится на основе рефлекторных дуг, которые могут быть простыми или сложными. Простая рефлекторная дуга состоит из трех нейронов (рис. 12). Тело первого нейрона (чувствительного, приносящего) располагается в спинномозговом узле (или чувствительном узле черепного нерва). Периферические отростки этих чувствительных клеток (дендриты) проходят в составе соответствующих спинномозговых (или черепных) нервов на периферию, где заканчиваются чувствительными нервными окончаниями (рецепторами), воспринимающими раздражения. Возникший в рецепторе нервный импульс по нервному волокну передается к телу нервной клетки, а затем по ее аксону в составе чувствительного корешка спинномозгового (или черепного) нерва поступает в спинной или головной мозг. В спинном или головном мозге нервный импульс передается следующему, второму (вставочному) нейрону, который проводит импульс к третьему выносящему (двигательному или секреторному) нейрону. Аксон (нейрит) третьего нейрона выходит из спинного (головного) мозга в составе переднего (двигательного) корешка спинномозгового или соответствующего черепного нерва и направляется к рабочему органу.



*Сложные рефлекторные дуги* состоят из многих нейронов. У таких рефлекторных дуг между приносящим (афферентным) и выносящим (эфферентным) нейронами располагается несколько

Рис. 12. Схема простой рефлекс-торной дуги

1 — передний канатик спинного мозга, 2 — передний рог, 3 — боковой канатик, 4 — задний рог, 5 — задний корешок спинномозгового нерва, 6 — вставочный (проводниковый) нейрон, 7 — приносящий (чувствительный) нейрон, 8 — спинномозговой узел, 9 — спинномозговой нерв, 10 — корешок спинномозгового нерва, 11 — выносящий (двигательный) нейрон

вставочных нейронов, передающих нервный импульс от одной нервной клетки к следующей клетке.

Разделение нервной системы на центральную (головной и спинной мозг) и периферическую во многом условно, так как функционирует нервная система как единое целое.

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

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

*Нейрон – структурная единица нервной системы.* Нейрон – структурная и функциональная единица нервной системы, приспособленная для осуществления приема, обработки, хранения, передачи и интеграции информации. Эта сложноустроенная высокодифференцированная клетка состоит из *тела*, или *сомы*, и отростков разного типа – дендритов и аксонов. В теле нейрона протекают сложные обменные процессы, синтезируются макромолекулы, поступающие в дендриты и аксоны, вырабатывается энергия, необходимая для нормального функционирования нервной клетки.

В нервной деятельности взаимодействуют два процесса: возбуждение и торможение. Эти два антагонистических, но неразрывно связанных активных процесса И.П.Павлов называл подлинными творцами нервной деятельности. Возбуждение участвует в образовании условного рефлекса и в его осуществлении. Роль торможения более сложна, разнообразна. Именно процесс торможения делает условные рефлексы механизмом тонкого, точного и совершенного приспособления к окружающей среде. По И.П.Павлову, коре свойственны два вида торможения: безусловное и условное. Безусловное не требует выработки, возникает сразу. Условное торможение вырабатывается в процессе индивидуального опыта.

*Спинной мозг.* Спинной мозг представляет собой длинный тяж. Он заполняет полость позвоночного канала и имеет сегментарное строение, соответствующее строению позвоночника. Располагается он в позвоночном канале и на уровне нижнего края большого затылочного отверстия переходит в головной мозг. Внизу спинной мозг заканчивается на уровне. Длина спинного мозга у взрослого человека в среднем 43 см (у мужчин — 45, у женщин 41—42 см), масса — около 34—38 г, что составляет примерно 2% массы головного мозга. В центре спинного мозга расположено серое вещество - скопление нервных клеток, окруженное белым веществом, образованным нервными волокнами (рис. 13). В спинном мозге находятся рефлекторные центры мускулатуры туловища, конечностей и шеи. С их участием осуществляются сухожильные рефлексы в виде резкого сокращения мышц (коленный, ахиллов рефлексы), рефлексы растяжения, сгибательные рефлексы, разные рефлексы, направленные на поддержание определенной позы. Рефлексы мочеиспускания и дефекации, рефлекторного набухания полового члена и извержения семени у мужчин (эрекция и эякуляция) связаны с функцией спинного мозга.

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

Обеспечивая осуществление жизненно важных функций, спинной мозг развивается раньше, чем другие отделы нервной системы. Когда у эмбриона головной мозг находится на стадии мозговых пузырей, спинной мозг достигает уже значительных размеров. На ранних стадиях развития плода спинной мозг заполняет всю полость позвоночного канала. Затем

Рис. 13. Схема строения спинного мозга на поперечном разрезе.

1 — передняя срединная щель, 2 — передний канатик, 3 — ядра (двигательные) переднего рога, 4 — передний рог, 5 — боковой (латеральный) канатик, 6 — промежуточно-латеральное (вегетативное, симпатическое) ядро, 7 — боковой рог, 8 — промежуточно-медиальное ядро, 9 — грудное ядро, 10 — собственное ядро заднего рога, 11 — задний рог, 12 — задний канатик, 13 — тонкий пучок, 14 — клиновидный пучок, 15 — задний спинномозжечковый путь, 16 — корково-спинномозговой (пирамидный) латеральный путь, 17 — красноядерно-спинномозговой путь, 18 — спинноталамический латеральный путь, 19 — спинноталамический передний путь, 20 — преддверно-спинномозговой путь, 21 — корково-спинномозговой путь (пирамидальный) передний путь.

позвоночный столб обгоняет в росте спинной мозг, и к моменту рождения он заканчивается на уровне третьего поясничного позвонка. У новорожденных длина спинного мозга 14-16 см, к 10 годам она удваивается. В толщину спинной мозг растет медленно. На поперечном срезе спинного мозга детей раннего возраста отмечается преобладание передних рогов над задними. Увеличение размеров нервных клеток спинного мозга наблюдается у детей в школьные годы.

*Головной мозг.* Головной мозг располагается в полости черепа. Мозг имеет сложную форму, которая соответствует рельефу свода черепа и черепных ямок. Верхне-боковые отделы головного мозга выпуклые, основание уплощено и имеет многие неровности. В области основания от головного мозга отходят 12 пар черепных нервов. Масса головного мозга у взрослого человека колеблется от 1100 до 2000 г. В среднем она равна у мужчин 1394 г, у женщин — 1245 г. Эта разница обусловлена меньшей массой тела у женщин. У головного мозга выделяют *мозговой ствол с мозжечком* и *полушария большого мозга*, которые накрывают остальные части мозга спереди, сверху и с боков. Полушария отделены друг от друга *продольной щелью большого мозга*. В глубине этой щели находится *мозолистое тело*, которое соединяет оба полушария. Затылочные доли отделены от мозжечка *поперечной щелью большого мозга*.

*Периферическая нервная система* образована нервными узлами (спинномозговыми, черепными и вегетативными), нервами (31 пара спинномозговых и 12 пар черепных) и нервными окончаниями, рецепторами (чувствительными) и эффекторами. Каждый нерв состоит из нервных волокон, миелинизированных и немиелинизированных. Снаружи нерв окружен соединительнотканной оболочкой — эпиневрием, в который входят питающие нерв кровеносные сосуды. Нерв состоит из пучков нервных волокон, которые, в свою очередь, покрыты периневрием, а отдельные волокна — эндоневрием.

В зависимости от расположения, происхождения нервов и связанных с ними нервных узлов выделяют *черепные* и *спинномозговые нервы*.

*Черепные нервы* в количестве 12 пар отходят от ствола головного мозга. Все черепные нервы имеют собственные названия и порядковый номер, обозначаемый римской цифрой: I — обонятельный нерв, II — зрительный, III — глазодвигательный, IV — блоковой, V — тройничный, VI — отводящий, VII — лицевой, VIII — пред-

дверно-улитковый, IX — языкоглоточный, X — блуждающий, XI — добавочный, XII — подъязычный.

По особенностям строения, составу волокон выделяют три группы черепных нервов: чувствительные, двигательные, смешанные. К *чувствительным* нервам относятся обонятельный (I пара черепных нервов), зрительный (II пара), преддверно-улитковый (VIII пара) черепные нервы. *Двигательными* черепными нервами являются глазодвигательный нерв (III пара), блоковый (IV пара верхняя косая мышца глаза), отводящий (VI пара, отводящая мышца глаза), добавочный (XI пара, мышцы глаза), подъязычный (XII пара) нервы. *Смешанными* черепными нервами являются тройничный, лицевой, языко-глоточный и блуждающий нервы.

*Спинномозговые нервы* (31 пара) образуются из корешков, отходящих от спинного мозга. Выделяют 8 шейных спинномозговых нервов, 12 грудных, 5 поясничных, 5 крестцовых и 1 копчиковый. Спинномозговые нервы соответствуют сегментам спинного мозга. Каждый спинномозговой нерв формируется из двух корешков — *переднего* (выносящего, эфферентного) и *заднего* (приносящего, афферентного), которые соединяются друг с другом в межпозвоночном отверстии. К заднему корешку прилежит *чувствительный спинномозговой узел*, содержащий тела крупных псевдоуниполярных чувствительных нейронов. Длинные отростки (дендриты) этих клеток направляются на периферию, где заканчиваются рецепторами. Нейриты (аксоны) чувствительных клеток в составе заднего корешка входят в соответствующий задний рог спинного мозга. Волокна переднего и заднего корешков образуют смешанные *спинномозговые нервы*, содержащие чувствительные (афферентные) и двигательные (эфферентные) волокна. Спинномозговые нервы, образующиеся на уровне восьмого шейного, всех грудных и двух верхних поясничных сегментов спинного мозга, содержат также вегетативные (симпатические) волокна, являющиеся отростками клеток, расположенных в боковых рогах и выходящих из спинного мозга в составе передних корешков.

Каждый спинномозговой нерв тотчас по выходе из межпозвоночного отверстия делится на ветви: переднюю, заднюю и оболочечную. Кроме этих трех ветвей, имеющих у всех спинномозговых нервов, в грудном и верхнепоясничном отделах имеется четвертая, *соединительная ветвь*, идущая на соединение с симпатическим стволом. В составе этой ветви к симпатическому стволу идут вегетативные волокна, являющиеся отростками клеток, расположенных в боковых рогах спинного мозга с восьмого шейного — первого грудного сегментов по второй поясничной сегмент. *Оболочечная ветвь* возвращается через межпозвоночное отверстие в позвоночный канал и иннервирует оболочки спинного мозга. *Задние ветви* уходят круто назад к мышцам и коже задней области шеи, спины, поясничной области и ягодиц. Наиболее толстые *передние ветви* идут впереди, их волокна иннервируют кожу и мышцы шеи, груди, живота, верхних и нижних конечностей. В шейном, поясничном и крестцовом отделах передние ветви обмениваются волокнами и образуют сплетения: шейное, плечевое, поясничное, крестцовое, от которых отходят периферические нервы. В грудном отделе передние ветви грудных спинномозговых нервов волокнами не обмениваются, проходят в стенках груди и живота под названием *межреберных нервов*.

*Вегетативная (автономная) нервная система* из всей нервной системы выделена в связи с особенностями ее строения и функций. У всей нервной системы, исходя из ее функций, выделяют соматическую ее часть и автономную (вегетативную). К *соматической части* относят те отделы нервной системы, которые участвуют в выполнении функций, подконтрольных нашему сознанию. Это структуры, с помощью которых организм устанавливает взаимоотношения с внешней средой, воспринимает различные виды чувствительности — болевую, температурную, тактильную, световую, звуковую, вкусовую, а также обеспечивает функции опорно-двигательного аппарата.

Вегетативная часть нервной системы осуществляет иннервацию всех обменных процессов в теле человека, поддерживает постоянство внутренней среды, координирует функции внутренних органов, желез, сердечно-сосудистой системы. Структурными отличиями автономной (вегетативной) части нервной системы от соматической нервной системы яв-

ляются очаговое расположение вегетативных центров (в трех отделах мозга), наличие вегетативных нервных узлов (скоплений тел нервных клеток) в вегетативных нервных сплетениях, двухнейронность эфферентного нервного пути от мозга до рабочего органа, отсутствие сегментарности.

*Простейшая рефлекторная дуга вегетативного рефлекса*, как и соматическая рефлекторная дуга, состоит из трех звеньев: чувствительного (афферентного), вставочного (кондукторного, переключательного) и двигательного или секреторного (эффекторного). Чувствительное звено образовано вегеточувствительными нервными клетками, расположенными в спинномозговых узлах и чувствительных узлах черепных нервов. Периферические отростки вегеточувствительных нейронов имеют во всех внутренних и других органах, коже, стенках сосудов чувствительные нервные окончания — *интерорецепторы*. Анатомические особенности строения позволяют рецепторам избирательно реагировать лишь на один определенный вид энергии, который преобразуется в нервный импульс. Центральные отростки вегеточувствительных нейронов входят в мозг и достигают вегетативных ядер, где образуют синапсы (контакты) с вставочными (переключательными) нейронами. Второе звено рефлекторной дуги представлено нейронами, тела которых располагаются в вегетативных ядрах спинного и головного мозга. Аксоны вставочных вегетативных нейронов покидают головной или спинной мозг в составе черепных или спинномозговых нервов. Отделившись от этих черепных или спинномозговых нервов, вегетативные волокна направляются к нервным клеткам — третьему звену вегетативной рефлекторной дуги. Тела эффлекторных (двигательных, секреторных и других) нейронов образуют узлы, лежащие около позвоночника (околопозвоночные) в составе правого и левого симпатических стволов, в стенках внутренних органов (внутриорганные узлы), а также возле внутренних органов (околоорганные узлы). Аксоны эффлекторных (третьих) нейронов имеют в органах эффлекторные нервные окончания.

Вегетативную нервную систему на основании строения, топографии вегетативных ядер в спинном и головном мозге, а также особенностей функции, подразделяют на симпатическую и парасимпатическую части.

*Симпатическая часть вегетативной нервной системы* иннервирует все органы и ткани тела человека — кожу, мышцы, внутренние органы, кровеносные и лимфатические сосуды и другие структуры. *Парасимпатическая часть* иннервирует только внутренние органы, которые, таким образом, имеют двойную вегетативную иннервацию — и симпатическую, и парасимпатическую. Все остальные органы и ткани получают только симпатическую вегетативную иннервацию.

И симпатическая, и парасимпатическая части имеют центральные отделы в виде ядер (скоплений клеток вегетативной природы), расположенных в различных отделах мозга, и периферический отдел. Периферический отдел вегетативной нервной системы включает находящиеся за пределами мозга (вне полости черепа и позвоночного канала) вегетативные нервы, нервные волокна, узлы (ганглии), вегетативные сплетения и нервные окончания.

У симпатической части к центральному ее отделу принадлежат ядра, расположенные в боковых рогах спинного мозга с VIII шейного (I грудного) по II поясничный сегмент. К периферическому отделу симпатической части относятся парный симпатический ствол, расположенный по сторонам от позвоночного столба (справа и слева) с его соединительными ветвями (белыми и серыми), нервы, идущие от симпатического ствола к внутренним органам и сосудам, к крупным симпатическим сплетениям, находящимся в брюшной полости и в полости таза, нервные окончания симпатической природы. *Симпатические нервные сплетения* располагаются на брюшной аорте, на передней поверхности крестца и состоят из групп нервных узлов, подходящих к ним и отходящих от них нервов. К числу наиболее крупных сплетений относится *чревное (солнечное) сплетение*, расположенное вокруг чревного ствола. Из узлов этого сплетения отходят симпатические волокна, иннервирующие почти все органы брюшной полости. В связи с важной ролью в иннервации внутренних органов это сплетение называли даже мозгом брюшной полости. Симпатические

волокна, отходящие от симпатического ствола, идут также в составе всех спинномозговых и черепных нервов. Существуют и самостоятельные симпатические нервы — сердечные, сонные, пищеводные, легочные и другие, осуществляющие симпатическую иннервацию сердца, органов головы, шеи, грудной и брюшной полостей. Симпатическая нервная система иннервирует все ткани и все органы тела человека. Медиатором (химическим посредником передачи возбуждения) окончаний симпатических нервных волокон является норадреналин. Под его влиянием увеличивается ритм и сила сердечных сокращений, происходит сужение сосудов, расширение зрачка, снижение секреции желез желудка и кишечника, ослабление гладкой мускулатуры кишечника, усиление слюноотделения,

У парасимпатической части нервной системы центральный отдел расположен в стволе головного мозга в виде ядер черепных нервов (глазодвигательного, лицевого, языкоглоточного, блуждающего) и в боковых рогах крестцовых сегментов спинного мозга (с II по IV). Периферический отдел парасимпатической части нервной системы представлен нервными волокнами в составе черепных и тазовых нервов, нервными узлами, расположенными в стенках внутренних органов или в непосредственной близости от органов, нервными окончаниями парасимпатической природы. Ко многим внутренним органам парасимпатические волокна идут в составе блуждающих нервов (X пара черепных нервов). Этот нерв иннервирует почти все органы грудной и брюшной полостей, Половые органы, мочевой пузырь и конечная часть толстой кишки получают парасимпатическую иннервацию из крестцового отдела спинного мозга. Медиатором, образующимся в окончаниях парасимпатических нервных волокон, является ацетилхолин. Этот химический посредник уменьшает ритм и силу сердечных сокращений, суживает просвет бронхов, усиливает легочную вентиляцию, усиливает желудочно-кишечную перистальтику, активизирует секрецию желез желудка, кишечника, поджелудочной железы, суживает зрачок.

Таким образом, в отличие от других органов и частей тела, внутренние органы получают двойную вегетативную иннервацию: и симпатическую, и парасимпатическую. Обе эти части вегетативной нервной системы действуют на одни и те же внутренние органы, не противоборствуя, а создавая более оптимальный режим их работы. В зависимости от жизненных обстоятельств, от величины функциональных нагрузок вегетативная нервная система или усиливает функции тех или иных внутренних органов, включая работу сердца, или ослабляет их. При этом в каждый момент в соответствии с потребностями организма большую активность в отношении внутренних органов проявляет или симпатическая, или парасимпатическая части вегетативной нервной системы.

Что касается остальных органов и тканей (опорно-двигательного аппарата, кожи с их структурными элементами, стенок сосудов и некоторых других), то все обменные процессы в них регулирует симпатическая часть вегетативной нервной системы.

Координацию работы всех отделов вегетативной нервной системы осуществляют гипоталамус промежуточного мозга и кора большого мозга.

### **Тема 10. ВЫСШАЯ НЕРВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ (ВНД)**

*Аналитическая и синтетическая деятельность коры полушарий головного мозга. Типы нервной системы. Методы изучения ВНД (И.П.Павлов). Условный рефлекс как форма приспособления к изменяющимся условиям внешней среды. Физиологические механизмы образования условных рефлексов. Память, Торможение условных рефлексов.*

Деятельность коры полушарий большого мозга направлена на постоянный анализ и синтез поступающих в нее сигналов (нервных импульсов), поступающих в мозг от органов, систем и аппаратов. В процессе аналитической деятельности все раздражения, которые воспринимаются организмом, в коре дифференцируются по их особенностям, силе и характеру воздействий. Синтетическая деятельность коры полушарий большого мозга обеспечивает объединение сигналов, поступающих от различных анализаторов, от органов чувств, от функциональных центров нервной системы. Такая синтетическая деятельность мозга

человека возможна благодаря многочисленным и разнообразным ассоциативным связям между различными отделами центральной нервной системы.

На основе анализа и синтеза поступающей в мозг информации создаются поведенческие акты, которые могут иметь различную сложность. Поведенческие акты могут быть в виде защиты от опасностей, поиска пищи при чувстве голода, действия, обеспечивающего продолжение жизни, и многие, многие другие. В зависимости от поступившей по чувствительным путям в высшие отделы мозга информации принимаются соответствующие решения, которые реализуются в виде различных действий. В каждый такой момент организм и его мозг сосредоточивают все свое внимание на главном, как бы отодвигают в сторону все менее важные вопросы. Деятельность мозга, его высших аппаратов направлена на достижение конечных результатов. При необходимости проводится поиск дополнительной информации из окружающей среды, из «запасников» памяти. В поведенческих реакциях действуют функциональные системы. Нервные импульсы от рецепторов следуют по цепям нейронов рефлекторных дуг до эффекторов (рабочих органов), а от них по рефлекторному кругу, который проводит новые сигналы об исполнении, о достижении конечного результата. *Аналитическая и синтетическая деятельность коры* полушарий большого мозга не являются изолированными процессами, они взаимосвязаны друг с другом и протекают во взаимодействии и функциональном единстве различных отделов мозга, анализаторов и ассоциативных систем.

*Мотивации и эмоции.* Большое значение в жизни человека и его поведении играют мотивации (влечения) и эмоции. Их влияние на сложные поведенческие акты человека весьма велико. Речь идет о реализации жизненных потребностей организма, таких, как пищевые, питьевые, половые, материнские функции, чувства тревоги, страха и другие. Многие действия выполняются с той или иной эмоциональной окраской, с подъемом или подавленностью настроения. Такими функциями мотиваций и эмоций, а также поддержанием внутренней среды организма управляют и контролируют лимбическая система и гипоталамус. *К лимбической системе*, которую иногда называют висцеральным мозгом из-за ее большой роли в регуляции вегетативных функций, относят структуры обонятельного мозга (обонятельную луковицу, обонятельный тракт и др.), поясную и зубчатую извилины, гиппокамп, свод мозга и некоторые другие. В лимбической системе и гипоталамусе выявлены участки мозга, при повреждении которых или при раздражении (у животных) появляется неудержимая пищевая реакция (это «центр голода») или, наоборот, отказ от пищи («центр насыщения»).

Обнаружены центры стремления к воде («центры жажды»), полового влечения, агрессивности, подавленности и другие. Лимбическая система имеет обширные связи с другими отделами мозга, в частности с подкорковыми ядрами (узлами), гипоталамусом, с ретикулярной формацией. Она обеспечивает со стороны коры полушарий большого мозга функции сердечно-сосудистой, дыхательной, пищеварительной и других систем организма, непосредственно участвующих в обмене веществ, восполнении энергетических запасов.

*Типы нервной системы.* Нервные реакции в организме у разных людей отличаются по силе, подвижности и уравновешенности. Эти индивидуальные особенности обусловлены взаимоотношениями процессов возбуждения и торможения. На основании этих трех признаков, в первую очередь силы нервных процессов, выделены *сильный* и *слабый* типы нервной системы. Сильный тип нервной системы может быть *неуравновешенным* или *уравновешенным*. Неуравновешенный тип нервной системы отличается повышенной возбудимостью, взрывчатостью, когда процессы возбуждения преобладают над процессами торможения. Уравновешенный тип нервной системы может различаться по подвижности нервных процессов, по скорости реагирования, перестройки поведения. При подвижном типе нервных процессов возможна быстрая переориентация в ответ на смену жизненных обстоятельств. При инертном типе нервной системы переориентация деятельности дается с трудом, протекает медленно. Интересно, что типы нервной системы, выделенные И.П. Павловым, соответствуют классификации темпераментов человека, предложенной 2500 лет назад знаменитым врачом Древнего мира Гиппократом. Он подразделял людей по их темпераменту на

холериков (неуравновешенных, легко возбудимых), сангвиников (уравновешенных, с живой, подвижной нервной системой — оптимистов), флегматиков (уравновешенных, спокойных, рассудительных, инертных) и меланхоликов (слабый тип нервной системы, мрачные, подавленные, вечные скептики).

Тип нервной системы наследуется от родителей, однако на него существенное влияние оказывает окружающая среда. Особенности характера формируются в индивидуальной жизни человека. Слабый тип формируется при воспитании в тепличных условиях, когда за ребенка все и всегда решают взрослые, когда ему шагу не дают сделать самостоятельно, лишают его инициативы. Изоляция ребенка от трудностей, от влияния внешней среды даже при врожденном сильном типе нервной системы может сформировать у человека лишь пассивно-защитные реакции. Постановка слишком трудных, непосильных задач может вызвать перенапряжение корковых процессов возбуждения или торможения, что приводит к срывам нервной деятельности, к неврозам. Психические функции у человека нарушаются при действии алкоголя, наркотиков. При этом серьезно страдают механизмы нервных процессов. И.П.Павлов писал: «Если бы животное не было... точно приспособлено к внешнему миру, то оно скоро или медленно перестало бы существовать... Оно так должно реагировать на внешний мир, чтобы всей ответной деятельностью его было обеспечено его существование». Какими же путями организм приспособляется к внешней среде? На этот вопрос И.П.Павлов отвечает: «*Рефлексы* суть элементы этого постоянного приспособления или постоянного уравнивания».

Один вид рефлексов, которые И.П.Павлов назвал *безусловными*, может осуществляться с момента рождения. Это рефлексы сосания, глотания, слюноотделения, кашля, чиханья, моргания, оборонительный рефлекс – одергивание и др. Их рефлекторные дуги готовы к моменту рождения. Безусловные рефлексы постоянно, закономерно возникают под действием соответствующих раздражителей, действующих на определенное рецептивное поле. Рефлекс слюноотделения возникает при раздражениях полости рта, чихания – кожи вблизи носа, глотания – корня языка и т. д.

Безусловные рефлексы – это постоянные, наследуемые реакции, закономерно возникающие в ответ на раздражения, имеющие непосредственное биологическое значение. Такие рефлексы могут быть простыми, как, например, отделение слюны на раздражение рецепторов полости рта, и сложными – пищевой, оборонительный, половой, родительский, которые иначе называют инстинктами. Если бы внешняя среда не изменялась, оставалась постоянной, то этих реакций было бы достаточно для существования организма. Однако окружающая среда так бесконечно сложна и изменчива, что приспособляемость при помощи безусловных рефлексов является явно недостаточной.

Изучая работу слюнных желез, И.П.Павлов столкнулся с явлением, которое носило все черты рефлекса, однако имело и существенные отличия: у собаки, которой была наложена фистула слюнной железы, слюноотделение наступало не только при попадании пищи в рот, но и при виде чашки с едой и при звуке шагов служителя, который ее кормил. Это наблюдение послужило открытию нового вида рефлексов – *условных рефлексов*. Условные рефлексы – это рефлексы, вырабатывающиеся в течение индивидуальной жизни благодаря образованию временных нервных связей в высших отделах центральной нервной системы (у высших животных в коре головного мозга).

#### *Особенности условных рефлексов.*

1. Условные рефлексы отсутствуют у новорожденных. Если безусловные рефлексы – это врожденная нервная деятельность, это фонд, приобретенный в процессе эволюции вида, то условные рефлексы приобретаются каждым индивидуумом для себя. Первое убедительное доказательство этому положению дали опыты И. С. Цитовича, который выращивал щенков до 6-7-месячного возраста только на хлебе и молоке. Затем им выводили наружу слюнной протоком для наблюдения за слюноотделением. Когда щенкам давали мясо, они с любопытством смотрели на него, но слюна не отделялась. Только после того, как они поели мяса,

показ его стал вызывать отделение слюны, т. е. вид мяса стал условным раздражителем, вызывающим пищевой рефлекс.

2. Условные рефлексы могут вырабатываться и осуществляться только высшим отделом центральной нервной системы. У насекомых, например, таковым является надглоточный нервный узел, у высших животных – кора полушарий большого мозга. Только высший отдел центральной нервной системы способен к замыканию временных связей, образованию условных рефлексов. В этом его основная функция. После удаления его все условные рефлексы безвозвратно исчезают, и самостоятельное существование становится невозможным.

3. Условные рефлексы временные, они могут исчезнуть, если условный раздражитель не подкрепляется безусловным. В этом одно из их преимуществ.

Различают натуральные и искусственные условные рефлексы. Если условным сигнальным раздражителем становится свойство самого безусловного раздражителя – вид яблока, огня, то такой рефлекс называется натуральным. Если же сигналом пищи сделать не относящийся к ней звонок или свет, то вырабатывается искусственный условный рефлекс.

Для образования условных рефлексов необходимы *специальные условия*:

1. Наличие двух раздражителей – индифферентного, т.е. такого, который хотят сделать условным, и безусловного, вызывающего какую-то деятельность организма, например отделение слюны, одергивание лапы.

2. Индифферентный раздражитель (свет, звук и т. д.) должен предшествовать безусловному раздражителю (2-3 сек).

3. Безусловный раздражитель должен быть сильнее условного (для сытой собаки с низкой возбудимостью пищевого центра звонок не станет условным пищевым раздражителем; можно сделать условным раздражителем электрический ток, подкрепляя его пищей, но если ток будет чрезмерно сильным, угрожающим жизни, то условный рефлекс не образуется).

4. Отсутствие отвлекающих посторонних раздражителей.

5. Бодрое состояние коры (это верно и для человека).

*Механизм образования временной связи.* Органы чувств устроены так, что они очень живо реагируют на каждый новый раздражитель, который вызывает особый старт-рефлекс, называемый ориентировочным рефлексом, или, как называл его И.П.Павлов, рефлекс «что такое». Например, при звуке звонка уши настораживаются, голова повертывается к раздражителю. Этот рефлекс помогает животному подготовиться к любым неожиданностям. В коре при этом возникает очаг возбуждения, назовем его *А*. Если вслед за звуком последует безусловный раздражитель, например, появится кормушка с пищей, то в коре возникает второй, более сильный очаг возбуждения *Б*. Возбуждение центра безусловного рефлекса *Б* притягивает к себе возбуждение от центра *А* и между ними замыкается временная связь, образуется новый пищевой условный рефлекс. Новый раздражитель становится сигнальным, или условным, раздражителем, предупреждающим о важном событии, например появлении добычи или хищника. Так образуются пищевые, оборонительные, половые и другие условные рефлексы.

Условные рефлексы первого порядка вырабатываются на базе безусловных рефлексов, т. е. при совпадении во времени действия постороннего, индифферентного раздражителя с какой-либо деятельностью или состоянием организма. Условные рефлексы могут вырабатываться также на базе прочных условных рефлексов. Например, после того как у собаки образован прочный условный рефлекс на звонок, можно сделать свет условным раздражителем, подкрепляя его не пищей, а звонком. После нескольких сочетаний свет звонок свет, никогда не подлеплявшийся пищей, становится условным пищевым раздражителем. При зажигании лампочки собака «слюнит», поворачивается к кормушке, появляется выраженная пищевая реакция. Такие рефлексы, образованные на базе условных, носят название условных рефлексов второго порядка. У некоторых собак можно с трудом выработать условные рефлексы третьего порядка, у обезьян – до шестого порядка, а у человека надстройка почти неограниченна.



Большое биологическое, а для человека и социальное значение имеют подражательные условные рефлексы. Для примера приведем классический опыт. Голубей делят на две группы – «артистов» и «зрителей» - и сажают их в клетку, разделенную сеткой. «Артистам» давался условный сигнал – звонок, который подкреплялся пищей – кормушкой с зерном. Голуби – «зрители» наблюдали. Затем голубей поменяли местами в клетке, и оказалось, что у «зрителей» первое применение звонка вызывало условный рефлекс – движение к кормушке. Таким образом, условный рефлекс необязательно вырабатывается на основе собственного опыта. Он может передаваться через механизм подражания. Об этом всегда должны помнить родители.

Условные рефлексы могут быть выработаны на любой орган, на любую деятельность организма. На почку условный рефлекс вырабатывается следующим путем. Собаке несколько раз через фистулу желудка вливают воду, это вызывает всякий раз повышение диуреза (мочеотделения). Через несколько сочетаний воду, введенную в желудок, тотчас выпускают обратно. Несмотря на это, диурез усиливается. Следовательно, произошло образование условного рефлекса – орошение желудка водой сделалось условным, интероцептивным раздражителем для почки. Примером экстероцептивного рефлекса на внутренние органы – сердце и кровеносные сосуды – может быть следующий опыт. Подкожное введение адреналина вызывает учащение сокращений сердца и сужение сосудов. Если несколько раз звук трубы предшествует введению адреналина, то он сам по себе становится раздражителем, вызывающим те же реакции (учащение сердцебиений, повышение кровяного давления), что и введение адреналина. Особенно быстро вырабатываются патологические рефлексы. Описан случай, когда звонок будильника совпал с приступом стенокардии. После этого звонок стал условным раздражителем, вызывающим приступ сердечных болей. Это значит, что условно-рефлекторно можно вызывать патологическое состояние.

*Биологическое значение условных рефлексов.* Условный раздражитель – заблаговременный, отдаленный предвестник пищи, хищника, непогоды. Безусловный оборонительный рефлекс возникает тогда, когда биологически значимый раздражитель уже подействовал – жертва находится в когтях хищника, лапа захлопнута капканом, т. е. спасение маловероятно. Условный рефлекс бегства вызывается ревом, видом, треском веток, обнаруживающим врага. Здесь биологическое преимущество условных рефлексов очевидно. Условный сигнальный раздражитель, действуя с расстояния и заблаговременно дает возможность либо приблизиться к раздражителю, если он полезен, либо заблаговременно спастись от него. Условные рефлексы более тонко, более совершенно приспособливают организм в борьбе за существование. Они могут возникнуть, а могут и исчезнуть, если сигнализируют неверно. Однако если необходимость в рефлексе не отпадает, он может существовать всю жизнь. Временность выступает как биологически важное свойство.

*Особенности высшей нервной деятельности человека.* Для животных роль условных сигнальных раздражителей играют предметы и явления (свет, звук, температура) окружающего мира. Для человека значение сигнала приобретает слово. Оно является таким же реальным условным раздражителем, как и любой предмет или явление природы. У голодного человека «слюнки текут» не только при виде пищи, но и при разговоре о ней. Слово может заменить все природные раздражители и вызвать те же самые реакции, которые они вызывают. Слово и речь составляют вторую сигнальную систему действительности, свойственную только человеку. Могут возразить, что слова понимают собаки, лошадь, а птицы – скворцы, вороны, попугаи – даже разговаривают. Но для животных слово – это комплекс звуков, звуковой раздражитель. Для человека слово – это понятие. Слово для человека не только условный раздражитель, обо всем сигнализирующий и могущий вызвать любую деятельность, но и принципиально новый сигнал. При помощи слов образуются общие понятия, возникает словесное человеческое мышление.

*Как возникает вторая сигнальная система?* Совместная трудовая деятельность рождает речь как средство общения между людьми, как межлюдская сигнализация. Работа неизбежно рождает речь, нет ни одного народа, у которого не было бы словесной речи. Слово,

слышимое, видимое (письменная речь), осязаемое (азбука для слепых), произносимое (кинестетические ощущения, возникающие в мышцах языка, глотки, гортани, когда мы говорим), становится второй сигнальной системой. У человека громадное большинство временных связей образуется с помощью второй сигнальной системы, с помощью речи. Человек в отличие от животного необязательно сам знакомится с предметом или явлением природы. Речь устная и особенно письменная создала условия для передачи и хранения знаний. Язык, будучи средством общения, становится орудием борьбы и развития общества, так как закрепляет в словах результаты человеческого мышления, создает науку и тем обеспечивает прогресс культуры.

Для развития второй сигнальной системы человека решающее значение имеют первые 6 лет жизни. Описаны случаи, когда находили детей, выросших в логове зверей, чаще волков, иногда медведей и обезьян. Если ребенка находили после 6 лет, он уже не поддавался обучению, не выучивался говорить, оставался диким. Для образования каждого навыка существует определенное время, когда он легче всего вырабатывается. Выучить иностранный язык легче всего в дошкольном возрасте.

У животных отмечают особый способ обучения с первого взгляда, который называют запечатлением. Только что вылупившийся из яйца утенок или гусенок признает своей матерью первый увиденный им движущийся предмет, и будет следовать за ним: утка это или гусыня, футбольный мяч или птичница. Самое прочное запечатление возникает в период от 13 до 17 ч, а после 30 ч оно уже невозможно. Реакция следования очень важна и для копытных животных. Если она не возникла, то животное никогда не сможет присоединиться к стаду.

## Тема 11. СЕНСОРНЫЕ СИСТЕМЫ

*Общие принципы конструкции сенсорных систем. Физиология рецепторов. Кодирование видов информации. Функциональное созревание сенсорных систем. Зрительная система. Слуховая сенсорная система и речь. Вестибулярная сенсорная система. Сенсорная система скелетно-мышечного аппарата. Вкусовая и обонятельная сенсорные системы. Меры профилактики нарушений функций сенсорных систем.*

*Сенсорный* – чувствительный, чувствующий, относящийся к ощущениям.

*Сенсорная система* (анализатор, орган чувств) – система в организме человека, отвечающая за возникновение *ощущения* при действии соответствующего *раздражителя*. Обеспечивает использование характеристик внешней среды для организации *поведения*. Она включает в себя приемник (преобразующий энергию внешнего раздражения в нервную энергию), проводящие пути (по которым следует эта нервная энергия) и центральный (мозговой) конец ее (где происходит преобразование нервной энергии в ощущение).

*Рецепторы* являются периферическим звеном анализатора. Они представлены нервными окончаниями или специализированными нервными клетками, реагирующими на определенные изменения в окружающей среде. Рецепторы различны по строению, местоположению и функциям. Некоторые рецепторы имеют вид сравнительно просто устроенных нервных окончаний, другие являются отдельными элементами сложно устроенных органов чувств, как, например, сетчатка глаза. Центростремительные нейроны, проводящие пути от рецептора до коры больших полушарий, составляют *проводниковый отдел анализатора*. Участки коры больших полушарий головного мозга, воспринимающие информацию от соответствующих рецепторных образований, составляют *центральную часть*, или *корковый отдел, анализатора*. Все части анализатора действуют как единое целое. Нарушение деятельности одной из частей вызывает нарушение функций всего анализатора. С помощью анализаторов человек познает окружающий мир. Особенно велика роль анализаторов в трудовой деятельности. Если ограничить поступление в центральную нервную систему раздражений с разных органов чувств или полностью исключить их, то наблюдается задержка в развитии мозга, интеллекта.

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

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

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

*Функциональное созревание сенсорных систем.* Различные анализаторные системы начинают функционировать в разные сроки онтогенетического развития. Вестибулярный анализатор как филогенетически наиболее древний созревает еще во внутриутробном периоде. Рефлекторные акты, связанные с активностью этого анализатора (например, изменение положения конечностей при повороте), отмечаются у плодов и глубоко недоношенных детей. Также рано созревает кожный анализатор. Первые реакции на раздражение кожи отмечены у эмбриона в 7,5 недели. Уже на третьем месяце жизни ребенка параметры кожной чувствительности практически соответствуют таковым взрослого. Адекватные реакции на раздражения вкусового анализатора наблюдаются с 9 – 10-го дня жизни. Тонкость дифференцировки основных пищевых веществ формируется на 3-4-м месяце жизни. До 6-летнего возраста чувствительность к вкусовым раздражителям повышается и в школьном возрасте не отличается от чувствительности взрослого. Обонятельный анализатор функционирует с момента рождения ребенка. Дифференцировка запахов, отмечается на 4-м месяце жизни.

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

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

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

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

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

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

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

Сенсорные зоны локализованы в определенных областях коры: зрительная сенсорная зона располагается в затылочной области обоих полушарий, слуховая – в височной области, зона вкусовых ощущений – в нижней части теменных областей, соматосенсорная зона, анализирующая импульсацию с рецепторов мышц, суставов, сухожилий, кожи, располагается в области задней центральной извилины. Моторные области коры. Зоны, раздражение которых закономерно вызывает двигательную реакцию, называют *моторными* или *двигательными*. Они расположены в области переднецентральной извилины. Моторная кора имеет двусторонние внутрикорковые связи со всеми сенсорными областями. Это обеспечивает тесное взаимодействие сенсорных и моторных зон.

*Профилактика нарушений функций сенсорных систем* (на примере зрительной сенсорной системы).

Естественное освещение. Учебные помещения школ должны иметь естественное освещение. Без естественного освещения допускается проектировать следующие помещения: снарядные, умывальные, душевые, уборные при гимнастическом зале; душевые и уборные персонала; кладовые и складские помещения (кроме помещений для хранения легковоспламеняющихся жидкостей), радиоузлы; кинофотолаборатории; книгохранилища; бойлерные, насосные водопровода и канализации; камеры вентиляционные и кондиционирования возду-

ха; узлы управления и другие помещения для установки и управления инженерным и технологическим оборудованием зданий; помещения для хранения дезсредств.

В учебных помещениях следует проектировать боковое левостороннее освещение. При двустороннем освещении, которое проектируется при глубине учебных помещений более 6 м, обязательно устройство правостороннего подсвета, высота которого должна быть не менее 2,2 м от потолка. При этом не следует допускать направление основного светового потока впереди и сзади от учащихся.

В учебно-производственных мастерских, актовых и спортивных залах также может применяться двустороннее боковое естественное освещение и комбинированное (верхнее и боковое).

В помещениях школ обеспечиваются нормированные значения коэффициента естественной освещенности (КЕО) в соответствии с гигиеническими требованиями, предъявляемыми к естественному и искусственному освещению. В учебных помещениях при одностороннем боковом естественном освещении КЕО должен быть 1,5% (на расстоянии 1 м от стены, противоположной световым проемам). Неравномерность естественного освещения помещений, предназначенных для занятий учащихся, не должна превышать 3:1. Ориентация окон учебных помещений должна быть на южные, юго-восточные и восточные стороны горизонта. На северные стороны горизонта могут быть ориентированы окна кабинетов черчения, рисования, а также помещение кухни, ориентация кабинета вычислительной техники - на север, северо-восток. Светопроемы учебных помещений оборудуются: регулируемые солнцезащитными устройствами типа жалюзи, тканевыми шторами светлых тонов, сочетающихся с цветом стен, мебели. Шторы из поливинилхлоридной пленки не используются. В нерабочем состоянии шторы необходимо размещать в простенках между окнами. Для отделки учебных помещений используются отделочные материалы и краски, создающие матовую поверхность с коэффициентами отражения: для потолка - 0,7 - 0,8; для стен - 0,5 - 0,6; для пола - 0,3 - 0,5.

Следует использовать следующие цвета красок:

- ◆ для стен учебных помещений - светлые тона желтого, бежевого, розового, зеленого, голубого;
- ◆ для мебели (парты, столы, шкафы) - цвета натурального дерева или светло-зеленый;
- ◆ для классных досок - темно-зеленый, темно-коричневый;
- ◆ для дверей, оконных рам - белый.

Для максимального использования дневного света и равномерного освещения учебных помещений рекомендуется:

- ◆ сажать деревья не ближе 15 м, кустарник - не ближе 5 м от здания;
- ◆ не закрашивать оконные стекла;
- ◆ не расставлять на подоконниках цветы. Их следует размещать в переносных цветочницах высотой 65 - 70 см от пола или подвесных кашпо в простенках окон;
- ◆ очистку и мытье стекол проводить 2 раза в год (осенью и весной).

Искусственное освещение. В учебных помещениях обеспечиваются нормируемые уровни освещенности и показатели качества освещения (показатель дискомфорта и коэффициент пульсации освещенности) в соответствии с гигиеническими требованиями к естественному и искусственному освещению. В учебных помещениях предусматривается преимущественно люминесцентное освещение с использованием ламп: ЛБ, ЛХБ, ЛЕЦ. Допускается использование ламп накаливания (при этом нормы освещенности снижаются на 2 ступени шкалы освещенности). Не следует использовать в одном помещении люминесцентные лампы и лампы накаливания. Использование новых типов ламп и светильников согласовывается с территориальными центрами Росздравнадзора.

В учебных помещениях следует применять систему общего освещения. Светильники с люминесцентными лампами располагаются параллельно светонесущей стене на расстоянии 1,2 м от наружной стены и 1,5 м от внутренней. Для общего освещения учебных помещений

и учебно-производственных мастерских следует применять люминесцентные светильники следующих типов: ЛС002-2х40, ЛПО28-2х40, ЛПО022х40, ЛПО34- 4х36, ЦСП-5-2х40. Могут использоваться и другие светильники по типу приведенных с аналогичными светотехническими характеристиками и конструктивным исполнением.

Классная доска оборудуется софитами и освещается двумя установленными параллельно ей зеркальными светильниками типа ЛПО-30-40-122(125). Указанные светильники размещаются выше верхнего края доски на 0,3 м и на 0,6 м в сторону класса перед доской.

При проектировании системы искусственного освещения для учебных помещений необходимо предусмотреть раздельное включение линий светильников.

В учебных кабинетах, аудиториях, лабораториях уровни освещенности должны соответствовать следующим нормам: на рабочих столах - 300 лк, на классной доске - 500 лк, в кабинетах технического черчения и рисования - 500 лк, в дисплейных классах на столах - 300 - 500 лк, в актовом и спортивных залах (на полу) - 200 лк, в рекреациях (на полу) - 150 лк.

В кабинетах технических средств обучения при необходимости сочетать восприятие информации с экрана и ведение записи в тетради - освещенность на столах учащихся должна быть 300 лк.

При использовании диа- и кинопроекторов освещенность на столах учащихся должна быть 500 лк. При этом следует использовать либо только одно местное освещение, либо создавать систему «функционального» искусственного освещения с «темным коридором» перед экраном.

Чистку осветительной арматуры светильников необходимо проводить не реже 2 раз в год и своевременно заменять перегоревшие лампы. Привлекать к этой работе учащихся не следует. Неисправные, перегоревшие люминесцентные лампы собираются и вывозятся из здания школы. В целях предупреждения возникновения массовых неинфекционных заболеваний (отравлений) хранение их в непригодных помещениях учебных заведений не допускается (ст.29, п.1 Федерального закона «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30 марта 1999 г. N 52-ФЗ).

## **Тема 12. АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ ЖЕЛЕЗ ВНУТРЕННЕЙ СЕКРЕЦИИ**

*Анатомическая и физиологическая организация эндокринной системы. Основные механизмы действия гормонов. Саморегуляция эндокринной системы. Гипоталамо-гипофизарная система (гипоталамус, гипофиз, гормоны адено- и нейрогипофиза). Щитовидная железа. Роль гормонов этой железы в обмене веществ и энергии, в росте и развитии организма. Околощитовидные железы и их роль в регуляции гомеостаза (кальций, фосфор). Эндокринная функция поджелудочной железы и роль ее гормонов в регуляции обмена веществ. Надпочечники, роль гормонов в регуляции обмена веществ и функций организма. Половые железы. Мужские и женские половые гормоны, их роль в регуляции обмена веществ и функций организма. Эпифиз, гормоны и их роль в регуляции функций организма («биологические часы» и др.). Вилочковая железа. Регуляция функций эндокринных желез.*

*Железы внутренней секреции* – эндокринные железы, основная функция которых заключается в выработке и выделении во внутреннюю среду организма специфических биологически активных веществ – *гормонов*. Железы внутренней секреции не имеют выводных протоков, их клетки оплетены сетью кровеносных и лимфатических капилляров, в просвет которых выделяются продукты секреции железы. К железам внутренней секреции человека относятся гипофиз, эпифиз, щитовидная и паращитовидная железы, надпочечники, гонады (яичники и семенники), вилочковая железа, островковый аппарат поджелудочной железы. Временной железой внутренней секреции женского организма, является плацента. Некоторые железы внутренней секреции выделяют не только гормоны, но осуществляют и внешне-секреторную функцию. Так, гонады продуцируют половые клетки, поджелудочная железа – пищеварительные соки. Способностью к секреции обладают не только железы, но и отдельные клеточные группы (нейросекреторные клетки в гипоталамусе, группы секреторных клеток в слизистой оболочке желудочно-кишечного тракта, в печени, почках).

*Гормоны* (от греч. *Нормо* - привожу в движение, побуждаю) – вещества, вырабатываемые специализированными клетками и железами внутренней секреции и регулирующие обмен веществ отдельных органов и всего организма в целом. Для всех гормонов характерна большая специфичность действия и высокая биологическая активность.

Известно более 40 гормонов человека и животных. По химическому строению их делят на три группы: производные аминокислот, стероидные и пептидные.

Таблица

Эндокринные железы и их гормоны

Железы внутренней секреции	Выделяемые гормоны	Действие гормонов
Гипофиз а) передняя доля	Соматотропин	Стимуляция роста костей. Регулирует обменные процессы.
	Тиреотропин	Регуляция функций щитовидной железы.
	Пролактин	Рост молочных желез и секреция молока.
	Меланоцитотропин	Синтез меланина, пигментация кожи.
	Фолликулотропин	У женщин: стимуляция овогенеза, роста фолликулов, секреции эстрогенов и овуляция. У мужчин: стимуляция развития половых желез,
б) задняя доля	Лютеотропин	У женщин: стимуляция овуляции, образование желтого тела. Развитие и созревание половых клеток, секреция половых гормонов.
	Гормон, стимулирующий интерстициальные эндокриоциты	У мужчин: стимуляция функций интерстициальных эндокриноцитов половых желез.
	Адренокортикотропный гормон	Регуляция образования и секреции глюкокортикоидов коры надпочечников, мобилизация жира из жировой ткани.
Щитовидная железа	Окситоцин	Сокращение матки, усиление тонуса гладких мышц желудочно-кишечного тракта.
	Вазопрессин	Реабсорбция воды в почечных канальцах (антидиуретическое действие). Сосудосуживающее действие (повышение кровяного давления).
Паращитовидные железы	Тироксин, трийодтиронин, йодосодержащие гликопротеины	Обеспечение роста, умственного и физического развития. Стимуляция энергетического обмена, синтеза белка и окислительного метаболизма жиров и углеводов.
	Тиреокальцитонин	Регуляция метаболизма кальция и фосфора.
Паращитовидные железы	Паратгормон	Регуляция метаболизма кальция и фосфора.

Поджелудочная Надпочечники: а) кора	Инсулин. Глюкагон	Регуляция обмена углеводов
	Гидрокортизон	Регуляция обмена углеводов, белков, жиров.
	Альдостерон	Регуляция обмена минерального и водно-солевого равновесия.
	Андрогены	См. гормоны половых желез
б) мозговое ве- ще- ство	Адреналин, норадреналин (катехоламины)	Стимуляция обмена веществ; влияние на сосуды, сердце.
Яичники	Эстрадиол, эстрон	Развитие половых органов, вторичных половых признаков, половое поведение. Половая дифференцировка у эмбриона.
желтое тело	Прогестерон	Подготовка слизистой оболочки матки к имплантации зародыша. Нормальное протекание беременности.
Семенники (яички)	Тестостерон	Половая дифференцировка у эмбриона. Развитие половых органов, вторичных половых признаков, половое поведение.

Гормоны первой группы (например, адреналин, тироксин) по структуре близки к тирозину и триптофану. Стероидные гормоны, содержащие в своей основе структуру циклопентанпергидрофенантренового кольца, по числу углеродных атомов делят на три семейства: гормоны коры надпочечников и прогестерон - производные прегнана, мужские половые гормоны - производные андростана и женские половые гормоны – производные эстрона.

Пептидные гормоны условно делят на четыре подгруппы: пептиды (вазопрессин, окситоцин и др.), полипептиды (адреноректорикотропин, глюкагон, инсулин, кальцитонин и др.), простые белки (например, плацентарный лактоген, пролактин, соматотропин) и гликопротеины (лютеинизирующий гормон, фолликулостимулирующий гормон и др.). Последние состоят из двух субъединиц, причем  $\alpha$ -субъединицы во всех гликопротеинных гормонах имеют очень сходное строение, тогда как строение  $\beta$ -субъединиц характерно для каждого гормона этой подгруппы и определяет специфику его действия.

Стероидные гормоны, проникнув в клетку, связываются с цитоплазматическими рецепторами, образовавшийся комплекс транспортируется в ядро, где он связывается с белками хроматина и регулирует транскрипцию определенных генов. Гормоны щитовидной железы также действуют непосредственно на ядро, но, в отличие от стероидных, после проникновения в клетку сразу связываются с ядерными рецепторами. Все остальные гормоны взаимодействуют с рецепторами, находящимися на клеточной поверхности.

Небелковые гормоны, пептидные гормоны небольшой молекулярной массы и активные фрагменты некоторых полипептидных гормонов синтезируют. Полипептидные и белковые гормоны получают главным образом экстрагированием из желез убойного скота. Разработаны способы получения некоторых пептидных гормонов (инсулина и соматотропина) с использованием генной инженерии. Метод основан на выделении гена соответствующего гормона и включении его в геном бактериальных клеток, которые приобретают способность к синтезу данного гормона. Наиболее широко гормоны используют при эндокринных заболеваниях, связанных с недостатком или отсутствием в организме эндогенного гормона (напр., инсулин при сахарном диабете). Гормоны применяют также для усиления или подав-



ления функции той или иной эндокринной железы. Так, гормоны передней доли гипофиза стимулируют соответствующие периферической железы (напр., адренкортикотропин - кору надпочечников, тиреотропин - щитовидную железу), а гормоны периферических желез подавляют секрецию гипофизарных гормонов (например, кортикостероиды подавляют секрецию адренкортикотропина). Важные области применения гормонов – акушерство и гинекология. Так, хорионический гонадотропин используют для лечения бесплодия, окситоцин – для усиления родовой деятельности, пролактин – для стимуляции секреции молока. Стероидные половые гормоны применяют при различных видах дисфункции половой системы, в качестве противозачаточных средств и при лечении некоторых форм рака (женские половые гормоны при раке предстательной железы, мужские – при раке молочной железы).

Важная роль принадлежит гормонам и в лечении многих неэндокринных заболеваний; в первую очередь это относится к гормонам коры надпочечников, которые применяются при воспалительных процессах, аллергических заболеваниях, нефрите, ревматоидном артрите и др. Мужские стероидные половые гормоны и их синтетические аналоги – анаболические вещества.

### Тема 13. МОЧЕВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

*Строение органов мочевого выделения, расположение в организме. Нефрон - морфологическая и функциональная единица почки. Механизмы образования и выведения мочи. Физические и химические свойства мочи. Возрастные особенности строения и функции органов мочевого выделения системы.*

Функции выведения из организма продуктов обмена веществ, которые не могут быть использованы в теле человека, выполняют органы пищеварения, легкие, кожа и *мочевыделительная* (мочевая) *система*. В составе кала из пищеварительной системы удаляются соли, желчные пигменты, холестерин, вода. Через легкие удаляется углекислый газ, другие газообразные вещества, вода. Через потовые и сальные железы кожи выводится вода (до 0,6 л в сутки), углекислый газ, различные соли, продукты азотистого обмена. До 75% выводимых из организма продуктов обмена веществ удаляется через почки. С мочой выделяются вода, соли и продукты распада белков (мочевина, мочевая кислота и другие). С помощью почек в организме поддерживается кислотно-щелочное равновесие (рН), постоянный, нормальный объем воды и солей, стабильное осмотическое давление. Таким образом, почки обеспечивают (вместе с другими органами) постоянство состава организма (*гомеостаз*).

*Мочевые органы.* К мочевым органам относятся почки, в которых образуется моча, а также мочеточники, мочевой пузырь и мочеиспускательный канал, являющиеся путями выведения мочи из почек (из организма).

*Почка* человека (парный орган) имеет бобовидную форму, масса почки — 120—200 г. Располагаются почки на задней брюшной стенке по бокам от позвоночника на уровне от XII грудного до I—II поясничных позвонков. Правая почка лежит чуть ниже, чем левая. К верхнему полюсу прилежит надпочечник. Спереди к почкам прилежат брюшина и находящиеся на этом уровне внутренние органы (желудок, двенадцатиперстная кишка, изгибы толстой кишки, печень, поджелудочная железа и другие).

У почки выделяют *переднюю* и *заднюю* поверхности и два края — выпуклый *латеральный* и вогнутый *медиальный*. На медиальном крае находится углубление — *почечные ворота*, которые ведут в *почечную пазуху*. Через ворота в почку входят артерия, нервы, выходят из почки почечная вена, лимфатические сосуды. В почечной пазухе располагаются большие и малые чашки, почечная лоханка и жировая ткань.

Снаружи почка покрыта плотной *фиброзной капсулой*, окружает почку *жировая капсула*. На фронтальном разрезе почки (рис. 14) различают наружное, более светлое *корковое вещество* и внутреннее, более темное, *мозговое вещество*. В корковом веществе располагаются почечные тельца, а также проксимальный и дистальный извитые отделы почечных канальцев. Мозговое вещество имеет вид 7—10 *пирамид*. Основание каждой пирамиды направлено к

корковому веществу, а суживающаяся часть — *почечный сосочек* — к малой чашке. Между пирамидами заходят прослойки коркового вещества, получившие название *почечных столбов*.

Морфологической и функциональной единицей почки является нефрон. *Нефрон* — это почечная капсула и система почечных канальцев, длина которых у одного нефрона равна 50—55 мм, а у всех нефронов в двух почках — около 100 км. В каждой почке более 1 млн. нефронов. Началом каждого нефрона является двухстенная *капсула клубочка* (капсула Шумлянско-Боумена), внутри которой находится *клубочек кровеносных капилляров*. Капсула вместе с сосудистым клубочком образует *почечное тельце*. У нефрона выделяют капсулу клубочка, проксимальный отдел (извитой) канальца нефрона, петлю нефрона (петлю Генле), состоящую из нисходящей и восходящей частей, и дистальный отдел (извитой) канальца нефрона (рис. 15).

Клубочки всех нефронов располагаются в корковом веществе почки, а их петли находятся в мозговом веществе. Дистальные части канальцев нефронов открываются в *собирательные почечные трубочки*, начинающиеся в корковом веществе. Затем собирательные почечные трубочки проходят в пирамидах мозгового вещества, впадают в короткие *сосочковые протоки*, которые открываются в малые почечные чашки.

Между внутренней и наружной стенками находится *полость капсулы*, которая продолжается в канальцы нефрона. Внутренняя стенка капсулы прочно сращена с капиллярами сосудистого клубочка. Таким образом, между кровью капилляров и просветом капсулы клубочка находятся две сросшиеся стенки — капиллярная и капсулы. Через эти стенки из крови в просвет капсулы клубочков происходит фильтрация жидкости — *первичной мочи*. В течение

Рис. 14. Правая почка. Фронтальный (продольный) разрез. Вид сзади.

1 — капсула почки, 2 — почечные столбы, 3 — корковое вещество, 4 — мозговое вещество (пирамиды), 5 — малые почечные чашки (вскрыты), 6 — большая почечная чашка, 7 — мочеточник, 8 — почечная лоханка, 9 — нерв, 10 — почечная артерия, 11 — почечная вена

суток в просвет капсул обеих почек фильтруется около 180 л первичной мочи.

От каждой междольковой артерии ответвляются *приносящие артериолы*, распадающиеся на *клубочковые кровеносные капилляры*, окруженные капсулой клубочка. Из этих капилляров берет начало *выносящая клубочковая артериола*, которая, выйдя из почечного тельца, вновь распадается на капилляры (вторичные), оплетающие канальцы нефрона. Из этой вторичной сети кровь оттекает в вены, продолжающиеся в *междольковые вены*, впадающие затем в *дуговые* и далее в междольковые вены. Последние, сливаясь и укрупняясь, образуют *почечную вену*. Итак, в почках имеются две системы капилляров. Одна из них — артериальный сосудистый клубочек — располагается между двумя артериолами (так называемая *чудесная сеть*). Другая система капилляров, типичная, лежит на путях между выносящими артериолами и венами.

*Почечные чашки. Лоханка. Мочеточники.* Из нефронов через сосочковые протоки моча поступает в *малые почечные чашки* (в одной почке — от 5 до 15). В полость малых почечных чашек вдаются верхушки почечных сосочков. При этом малая почечная чашка охватывает сосочки со всех сторон, образуя над его верхушкой так называемый *свод*. В стенках свода имеются гладкомышечные клетки, образующие *сфинктер* свода. Комплекс структур свода,

Рис. 15. Строение нефрона и его взаимоотношение с кровеносными сосудами:

1 — капсула клубочка, 2 - клубочек (сосудистый) почечного тельца, 3 — проксимальный извитой почечный каналец, 4 — дистальный извитой почечный каналец, 5 — собирательная трубочка, 6 — петля нефрона, 7 — вокругканальцевая капиллярная сеть, 8 — дуговая вена, 9 — дуговая артерия, 10 — междольковая артерия, 11 — приносящая клубочковая артерия, 12 — выносящая клубочковая артерия

включающих сфинктер, соединительную ткань, нервы, кровеносные и лимфатические сосуды, рассматривается как *форникальный аппарат почки*. Этот аппарат играет важную роль в процессе выделения мочи и препятствует ее обратному току в мочевые канальцы. Несколько

малых почечных чашек открываются в одну большую чашку, которых у человека 2—3. Большие почечные чашки, сливаясь друг с другом, образуют одну общую полость — печечную лоханку.

*Почечная лоханка*, постепенно суживаясь, переходит в мочеточник. Стенки почечных чашек, лоханки состоят из слизистой оболочки, покрытой переходным эпителием, мышечной и адвентициальной оболочек.

*Мочеточник* человека представляет собой цилиндрическую трубку диаметром 6—8 мм, длиной 25—35 см, располагающуюся забрюшинно. У мочеточника различают *брюшную* и *тазовую части*, а также *внутристеночную*, косо прободающую стенку мочевого пузыря.

Слизистая оболочка мочеточника выстлана переходным эпителием, складчатая, поэтому его просвет на поперечном разрезе имеет звездчатую форму. Мышечная оболочка мочеточника состоит из трех слоев: внутреннего продольного, среднего кругового и наружного продольного. У детей мышечная оболочка развита слабо. Снаружи мочеточник покрывает адвентициальная оболочка.

*Мочевой пузырь* является резервуаром мочи, у взрослого человека он лежит в малом тазу позади лобкового симфиза. Наполненный мочевой пузырь выступает выше лобка. Вместимость пузыря — до 500 мл. Позади мочевого пузыря у мужчин находятся прямая кишка, семенные пузырьки, семявыносящие протоки, у женщин — матка и влагалище. У мочевого пузыря выделяют *верхушку*, *тело* и *дно*. Нижний отдел пузыря, суживаясь, переходит в мочеиспускательный канал. Кзади от внутреннего отверстия мочеиспускательного канала находится треугольная площадка со слабо выраженными складками — *треугольник мочевого пузыря*. По краям задней границы треугольника находятся *отверстия мочеточников* — места их впадения в мочевой пузырь.

Стенка мочевого пузыря образована слизистой оболочкой, подслизистой основой, мышечной и адвентициальной оболочками и частично брюшиной. Слизистая оболочка благодаря толстой подслизистой основе образует многочисленные складки, которые при наполнении пузыря расправляются. Мышечная оболочка мочевого пузыря состоит из трех обменивающихся своими пучками слоев — внутреннего и наружного продольных и среднего кругового (поперечного). Переплетение мышечных пучков пузыря способствует равномерному сокращению его стенок при мочеиспускании, выталкиванию мочи в *мочеиспускательный канал*. Круговой слой в области внутреннего отверстия мочеиспускательного канала образует утолщение — *внутренний сжиматель мочеиспускательного канала*. Волокна внутреннего мышечного слоя мочевого пузыря окружают также устья мочеточников. Сокращение этих волокон препятствует обратному току мочи из мочевого пузыря в мочеточники.

*Мочеиспускательный канал* женщины представляет собой короткую трубку длиной 3—6 см, которая расположена позади лобкового симфиза. Слизистая оболочка складчатая, выстлана псевдомногослойным эпителием. Миоциты стенки образуют два слоя: внутренний продольный и более выраженный наружный — *кольцевой*. Наружное отверстие находится в преддверии влагалища, впереди и выше входа во влагалище и окружено поперечнополосатым *наружным сфинктером мочеиспускательного канала*. Мочеиспускательный канал у взрослого мужчины имеет длину 16—22 см. У канала различают три части: *предстательную*, проходящую через предстательную железу; *перепончатую*, самую короткую, проходящую через мочеполовую диафрагму, и *губчатую* — самую длинную, залегающую в губчатом теле полового члена. На задней стенке предстательной части мочеиспускательного канала расположено возвышение — *семенной холмик*, по бокам от которого открываются устья семявыбрасывающих протоков и протоков простатических желез.

Слизистая оболочка мочеиспускательного канала выстлана эпителием, который в начале предстательной части переходный. Ближе к перепончатой части появляется цилиндрический эпителий. На расстоянии 5—6 мм от наружного отверстия мочеиспускательного канала эпителий многослойный, плоский, в собственной пластинке слизистой оболочки много мел-

ких слизистых желез уретры. Вокруг перепончатой части уретры поперечнополосатые мышцы мочеполовой диафрагмы образуют *наружный {произвольный}* сфинктер мочеиспускательного канала.

*Механизмы образования и выведения мочи.* В течение суток человек потребляет примерно 2,5 л воды, в том числе 1500 мл в жидком виде и около 650 мл с твердой пищей. Кроме этого, в организме в процессе распада белков, жиров и углеводов образуется еще около 400 мл воды. Из организма вода выводится главным образом через почки — 1,5 л в сутки, а также через легкие, кожу и частично с калом.

*Образование мочи в почках.* В образовании мочи в нефронах почки выделяют *две фазы*. Первая фаза — *фильтрационная*, это образование *первичной мочи* в клубочках нефронов. Во второй фазе, *реабсорбционной*, в канальцах нефрона происходит обратное всасывание воды и других веществ — образуется концентрированная, так называемая *вторичная моча*.

В почечных клубочках из почечных капилляров в начальную часть нефронов профильтровывается вода и растворенные в ней вещества. Ультрафильтрация происходит в связи с разностью давления в капиллярах клубочков и в капсуле нефрона. В капиллярах клубочков очень высокое давление крови — 60—70 мм рт. ст. (по сравнению с 30 мм в капиллярах других органов). Созданию высокого давления в капиллярах почечных клубочков способствует заметная разница в диаметре сосудов, приносящих кровь к клубочкам и уносящих из них кровь. Приносящие артериолы клубочков имеют в 2 раза больший диаметр, чем выносящие артериолы. Таким образом, капиллярная сеть клубочка, функцией которого является удаление из плазмы крови веществ, подлежащих выведению из организма, находится между двумя артериальными сосудами.

Кровоснабжение почек отличается также количеством проходящей через них крови. Через почки в течение 1 минуты протекает более 1 л крови (1,2 л). В течение суток через почки проходит до 1700—1800 л крови. Таким образом, за 24 часа вся кровь протекает через капилляры клубочков более 200 раз. Эта кровь соприкасается с внутренней поверхностью капилляров, площадь которых в клубочках почек составляет 1,5—2 м<sup>2</sup>. При этом количество образующейся первичной мочи достигает 150—180 л в сутки. Таким образом, из 10 л протекающей через почки крови отфильтровывается 1 л первичной мочи. Первичная моча содержит все компоненты плазмы крови, кроме высокомолекулярных белков. В первичной моче содержатся аминокислоты, глюкоза, витамины и соли, а также продукты обмена — мочевины, мочевая кислота и другие вещества.

Во вторую фазу образования мочи — *реабсорбционную* из капсул клубочков первичная моча, близкая по своему строению к плазме крови, поступает в канальцы нефронов. В канальцах происходит обратное всасывание (реабсорбция) из первичной мочи в кровь аминокислот, глюкозы, витаминов, большей части воды и солей. В конечном итоге в течение суток из 150—180 л первичной мочи образуется до 1,5 л вторичной (конечной) мочи. Вторичная моча по мочевыводящим путям (почечные чашки, лоханка, мочеточник) поступает в мочевой пузырь и выводится из организма. В канальцах всасывается 99% воды, содержащейся в первичной моче, а также растворенные в ней необходимые для организма вещества. Поэтому вторичная моча резко отличается от первичной. Во вторичной моче уже нет сахара, аминокислот, многих солей. В тоже время во вторичной моче резко повышена концентрация сульфатов, фосфатов, мочевины, мочевой кислоты и других веществ, которые не всасываются из канальцев нефронов в кровь. Так, концентрация мочевины во вторичной моче в 67 раз больше, чем в крови, креатинина — в 75 раз больше, а сульфатов — в 90 раз больше, чем в крови. Всасывание большинства веществ в канальцах нефронов является активным физиологическим процессом, на что затрачивается энергия эпителиального покрова и других структур стенок канальцев нефронов. Известно, что почки потребляют значительное количество (более 10%) кислорода, поступающего в организм. Это свидетельствует об очень высоких энергетических затратах в почках.

При очень высокой концентрации некоторых веществ в крови часть их не всасывается из первичной мочи обратно в кровь. Например, после излишнего потребления сахара и

избытка в связи с этим глюкозы в крови часть глюкозы остается в первичной моче. При недостатке поваренной соли в употребляемой пище она с мочой не выводится из организма. Таким образом, почки регулируют содержание веществ в организме, выводят лишние вещества, задерживают недостающие.

В канальцах нефрона наблюдается не только реабсорбция воды и многих растворенных в ней компонентов, но и выделение (секреция) в мочу веществ. Это вещества, которые не могут пройти через «почечный фильтр» на путях из кровеносных капилляров в капсулы клубочков. Это многие лекарственные препараты, особенно некоторые антибиотики (пенициллин), краски и другие вещества.

*Физические и химические свойства мочи.* Моча представляет собой светло-желтого цвета жидкость. В моче содержится 95% воды и 5% твердых веществ. Это мочевины (2%), мочевая кислота (0,05%), креатинин (0,075%) и другие вещества, в том числе соли калия, натрия. В течение суток из организма с мочой выводится 25-30 г мочевины и до 25 г неорганических веществ. При заболеваниях почек, при кратковременных больших физических нагрузках в моче может появиться белок, которого в ней не должно быть. Реакция мочи зависит от пищи. При употреблении преимущественно мясной пищи моча имеет кислую реакцию, при овощной пище — щелочную или нейтральную. Появление в моче крови (красный, розовый ее цвет) может быть в результате повреждения слизистой оболочки, кровоизлияний в органах мочевой системы. Употребление в пищу свежей моркови, свеклы также может привести к окрашиванию мочи в розовый цвет.

*Выведение мочи из почек.* Образовавшаяся в почках моча из почечных чашек, затем лоханки поступает в мочеточники, По мочеточникам благодаря их перистальтическим движениям моча по каплям проводится в мочевой пузырь, где она накапливается до наполнения пузыря. Наружный и внутренний сфинктеры мочеиспускательного канала в это время сокращены, выход из мочевого пузыря закрыт.

Опорожнение мочевого пузыря происходит рефлекторно при накоплении в мочевом пузыре мочи в количестве до 250—300 мл она начинает заметно давить на стенки пузыря с силой около 12—15 см водного столба. Из-за этого давления появляется позыв к мочеиспусканию. Возникшие в рецепторах стенок пузыря нервные импульсы направляются в центр мочеиспускания, расположенный в крестцовом отделе спинного мозга. Из этого центра по волокнам парасимпатических тазовых нервов к стенкам мочевого пузыря поступают сигналы. Эти сигналы вызывают одновременное сокращение мускулатуры стенок пузыря и раскрытие сфинктеров мочеиспускательного канала. При этом моча изгоняется из мочевого пузыря. Высшие центры мочеиспускания находятся в лобных долях полушарий большого мозга, они также регулируют процесс мочеиспускания. Условно-рефлекторная задержка на некоторое время позыва к мочеиспусканию вырабатывается в процессе воспитания ребенка. У новорожденных детей произвольная задержка мочеиспускания отсутствует. Способность регулировать произвольное мочеиспускание появляется лишь к концу первого года жизни ребенка. На втором году эта способность становится устойчивой. Влияние автономной (вегетативной) нервной системы обеспечивает не только выделение мочи из организма. Нервные импульсы могут усиливать или замедлять образование мочи, увеличивать или уменьшать выведение с мочой содержащихся в крови веществ.

На процессы образования мочи действует гуморальными путями вазопрессин (антидиуретический гормон), вырабатываемый нейросекреторными клетками гипоталамуса и поступающий в кровь при участии задней доли гипофиза. Этот гормон усиливает реабсорбцию (обратное всасывание) воды из первичной мочи, что увеличивает концентрацию веществ (солей) во вторичной моче. При заболеваниях гипоталамуса или задней доли гипофиза поступление вазопрессина в кровь нарушается, и тогда количество выделяемой в сутки воды может увеличиться до 20—25 л. Замедление или прекращение мочеотделения может произойти при сильных болевых раздражениях. На образование и выделение мочи влияют количество выпитой жидкости, употребление соленой пищи, физическая работа.

Возрастные особенности строения и функции органов мочевыделительной системы.

Почки. У новорожденных и детей грудного возраста почка округлая. Поверхность ее бугристая за счет дольчатого строения, что связано с недостаточным развитием коркового вещества в этом возрасте. Дольчатое строение почки сохраняется до 2—3 лет. Длина почки у новорожденного составляет 4 см, масса почки — 12 г. В грудном возрасте размер почки увеличивается примерно в 1,5 раза, а масса достигает 37 г. В период первого детства длина почки равна в среднем 8 см, а масса — 56 г. У подростков длина почки достигает уже 10 см, а масса — 120 г.

Рост почек происходит в основном на первом году жизни ребенка. В период 5—9 лет и особенно в 16—19 лет размеры почки увеличиваются за счет развития коркового вещества, которое продолжается вплоть до окончания подросткового периода. Рост мозгового вещества прекращается к 12 годам. Масса коркового вещества почек увеличивается благодаря росту в длину и ширину извитых канальцев и восходящей части петель нефронов.

Толщина коркового вещества у взрослого человека по сравнению с таковой у новорожденного увеличивается примерно в 4 раза, а мозгового — только в 2 раза.

Фиброзная капсула почки становится хорошо заметной к 5 годам жизни ребенка, а к 10—14 годам по своему строению она близка к фиброзной капсуле взрослого человека. Жировая капсула начинает формироваться лишь к периоду первого детства, продолжая при этом постепенно утолщаться. К 40—50 годам толщина жировой капсулы почки достигает максимальных величин, а в пожилом и старческом возрасте она истончается, иногда исчезает.

С возрастом изменяется топография почек. У новорожденного верхний конец почки проецируется на уровне верхнего края XII грудного позвонка, а в грудном возрасте (до 1 года) — уже на уровне середины тела XII грудного позвонка. Нижний конец почки находится на уровне нижнего края I поясничного позвонка, у годовалого ребенка — на  $У_2$  позвонка выше, что связано с быстрым ростом позвоночного столба. После 5—7 лет положение почек относительно позвоночника приближается к таковому у взрослого человека.

В возрасте старше 50 лет, особенно у старых и истощенных людей, почки могут располагаться ниже, чем в молодом возрасте. Во все периоды жизни человека правая почка расположена несколько ниже левой.

*Мочеточники и мочевой пузырь.* У новорожденного мочеточники имеют извилистый ход. Длина мочеточника достигает 5—7 см. К 4 годам длина его увеличивается до 15 см. Мышечная оболочка в раннем детском возрасте развита слабо. Емкость мочевого пузыря у новорожденных равна 50—80 мл. К 5 годам он вмещает 180 мл мочи, а после 12 лет — 250 мл.

#### **Тема 14. ОЦЕНКА ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ**

*Комплексная схема оценки физического развития ребенка. Биологический и календарный возраст. Возрастные и половые особенности определения физического развития детей и подростков. Определение гармоничности морфо-функционального состояния.*

Физическое развитие растущего организма является основным показателем состояния здоровья ребенка. Чем более значительны отклонения в физическом развитии, тем выше вероятность возникновения заболеваний. Подчиняясь биологическим закономерностям, физическое развитие зависит от социальных условий, поэтому здоровье детей и подростков является и показателем санитарного благополучия населения.

Наиболее информативным методом оценки физического развития является комплексная схема оценки, позволяющая определить уровень биологического развития индивидуума и степень гармоничности его морфо-функционального статуса. Существующие формы регистрации данных о физическом развитии и состоянии здоровья детей (ф. 026/у и ф. 112/у) отражают только морфологические показатели индивидуума (длина тела, масса тела, окружность грудной клетки). Для получения более полной информации о физическом развитии необходимо вести документ, отражающий динамику, параметров, отражающих это развитие (*карта обследования ребенка*).

*Оценка физического развития ребенка по комплексной схеме проводится в 2 этапа.*

*1-й этап.* Определение уровня биологического развития ребенка, его соответствия календарному возрасту. Оценка уровня биологической зрелости детей и подростков (биологический возраст) осуществляется по длине тела, ее прибавке, срокам прорезывания постоянных зубов и их количеству, изменениям в пропорциях тела, степени развития вторичных половых признаков.

В дошкольном (начиная с 5 лет) и младшем школьном возрастах ведущими показателями биологического развития являются: длина тела, прибавка длины тела за последний год, общее количество постоянных зубов на верхней и нижней челюсти суммарно. В качестве дополнительных показателей в дошкольном возрасте могут быть использованы: изменения в пропорциях тела (отношение окружности головы к длине тела) и «Филиппинский тест».

В среднем и старшем школьном возрастах оценка уровня биологической зрелости осуществляется по длине тела и годовой ее прибавке, степени выраженности вторичных половых признаков.

Длина тела определяется с помощью ростомера или антропометра, а ее прибавка – по разнице в показателях длины тела на день обследования и за предыдущий год.

При определении общего количества постоянных зубов учитываются зубы всех степеней прорезывания - от четкого появления режущего края или жевательной поверхности над десной до полностью сформировавшегося зуба.

При проведении «Филиппинского теста» правая рука ребенка при вертикальном положении головы кладется поперек середины темени, пальцы руки вытянуты в направлении левого уха, рука и кисть плотно прилегают к голове. «Филиппинский тест» считается положительным, если кончики пальцев достигают верхнего края ушной раковины.

Отношение окружности головы к длине тела - коэффициент ОГ/ДТ - определяется как частное от деления величины окружности головы на длину тела, выраженное в процентах.

Для установления степени полового созревания определяется:

у девочек - оволосение подмышечных впадин (Axillaris - Ax), оволосение лобка (Pubis - P), развитие грудной железы (Mammae - Ma), возраст наступления первой менструации (Menarhis - Me);

у мальчиков - оволосение подмышечных впадин, оволосение лобка, мутация голоса (Vocalis - V), оволосение лица (Facialis - F), развитие кадыка (Larings - L).

Для оценки уровня биологической зрелости ребенка проводится сопоставление показателей его развития со средним возрастнo-половым стандартом. Если показатели биологического развития ребенка соответствуют средним возрастнo-половым значениям, то его биологическое развитие оценивается как соответствующее календарному возрасту, если превышает его – как опережающее, и отстающее, если показатели ребенка ниже стандарта.

*2-й этап.* Определение гармоничности морфо-функционального состояния. Морфо-функциональный статус ребенка оценивается по шкалам регрессии массы тела по длине тела. Определяется соответствие массы тела и окружности грудной клетки длине тела ребенка. По шкалам регрессии для каждого возраста и пола находят показатель длины тела ребенка и соответствующий диапазон изменений величин массы тела и окружности грудной клетки для данной длины тела диапазон определяется значением  $M \pm 1 \text{ дельта } R$ . Если показатель массы тела выходит за диапазон изменений (в сторону его превышения), то измеряется величина кожно-жировых складок. Каждая складка плотно захватывается большим и указательным пальцем левой руки и измеряется сверху с помощью скользящего циркуля или специального прибора - калипера. Все измерения проводят в 4-х точках:

1) на груди - по среднеключичной линии на уровне 3-го ребра;

2) на животе - на 5 см влево от пупка;

3) в подлопаточной области - у нижнего края угла лопатки по ходу сегментарной линии;

4) над трицепсом – по линии, соединяющей акромиальный отросток лопатки и локтевой отросток.

Если одна из складок больше среднего значения показателя, то ребенок относится к группе риска в отношении ожирения.

В качестве простого критерия для идентификации детей с ожирением может быть использован показатель окружности талии. К этой группе детей следует относить детей, окружность талии которых превышает  $M+1\sigma$ .

Оценка морфо-функционального статуса дополняется сопоставлением функциональных показателей индивидуума со средними возрастными значениями. Средним уровнем развития функций считается тогда, когда показатели находятся в пределах P25 - P75 центиля, ниже среднего - меньше P25, выше среднего - P75 и более.

Морфо-функциональное состояние оценивается как гармоничное, если масса тела и окружность грудной клетки соответствуют длине тела или отличаются в пределах одной частной сигмы (находятся в диапазоне изменений), а функциональные показатели - в пределах P25 - P75, либо превышают их.

Дисгармоничным за счет избытка массы тела морфо-функциональное состояние считается тогда, когда масса тела больше должной на одну или более частных сигм (превышает диапазон изменений), толщина жировой складки превышает средние значения, а функциональные показатели ниже P25.

Дисгармоничным за счет дефицита массы тела морфо-функциональное состояние считается тогда, когда масса тела и окружность грудной клетки меньше должной на одну или больше частных сигм (меньше диапазона изменений), а функциональные показатели ниже P25.

Таким образом, при комплексной схеме оценки заключение о физическом развитии включает вывод о соответствии биологического возраста календарному, и о гармоничности морфо-функционального состояния.

Анализ взаимосвязи состояния здоровья и физического развития, определяемого по комплексной схеме, позволил выделить детей в группы риска трех степеней, в зависимости от имеющихся у них нарушений уровня биологического развития и гармоничности морфо-функционального состояния.

Дети, биологическая зрелость которых соответствует возрасту, а физическое развитие гармоничное, наиболее благополучны в отношении состояния здоровья. Однако дети этой группы с отставанием функциональных показателей должны быть взяты под наблюдение врача.

Дети, с нарушением сроков возрастного развития (с опережением или отставанием биологического возраста) при сохранении гармоничности морфо-функционального статуса, а также дети с соответствием биологической зрелости возрасту, но имеющие дисгармоничный морфологический статус за счет дефицита массы тела, составляют группу детей первой степени риска.

Дети с нарушением сроков возрастного развития сочетающегося дисгармоничностью морфо-функционального статуса, а также дети, с соответствием биологического развития возрасту, но имеющие дисгармоничность за счет избытка массы тела составляют группу детей второй степени риска.

Все дети, имеющие резкую дисгармоничность в физическом развитии, как при нарушении сроков возрастного развития, так и развивающиеся соответственно возрасту, составляют группу детей с третьей степенью риска.

Выделенные таким образом дети нуждаются в различных лечебно-диагностических мероприятиях: 1 группа - углубленное обследование; 2 - углубленное обследование и диспансерное наблюдение; 3 - обследование, диспансерное наблюдение и амбулаторное или стационарное лечение.

В целях совершенствования работы по укреплению здоровья населения и улучшению физического развития и физической подготовленности населения Правительство Российской Федерации приняло постановление от 29 декабря 2001 г. № 916 «Об общероссийской систе-



ме мониторинга состояния физического здоровья населения, физического развития детей, подростков и молодежи».

*Мониторинг* – это система мероприятий по наблюдению, анализу, оценке и прогнозу состояния здоровья, физического развития и физической подготовленности детей, подростков и молодежи, являющаяся частью социально-гигиенического мониторинга, проводимого Министерством здравоохранения и социального развития Российской Федерации.

### **Тема 15. ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К РЕЖИМУ УЧЕБНО-ВОСПИТАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

*Правовая основа организации учебно-воспитательного процесса. Продолжительность уроков, учебной недели. Условия приема детей в школу. Организация мероприятий по двигательной активности школьников. Особенности организации учебного процесса в классах компенсирующего обучения. Особенности организации учебного процесса в малокомплектных школах. Применение технических средств обучения. Продолжительность перемен. Возрастные особенности продолжительности выполнения домашних заданий.*

В соответствии с Санитарными правилами СП 2.4.2.782-99 «Гигиенические требования к условиям обучения школьников в различных видах современных общеобразовательных учреждений» программы, методики и режимы воспитания и обучения допускаются к использованию при наличии санитарно-эпидемиологического заключения о соответствии их санитарным правилам.

Для учащихся 5 - 11 классов всех видов общеобразовательных учреждений с углубленным содержанием обучения не следует вводить 5-дневную учебную неделю.

Продолжительность урока в школах не должна превышать 45 мин.

В 1-е классы школы принимаются дети 8-го или 7-го года жизни по усмотрению родителей.

Прием в школу детей 7-го года жизни осуществляется при достижении ими к 1 сентября учебного года возраста не менее 6 лет 6 месяцев.

Прием детей в 1-е классы осуществляется на основании заключения психолого-медико-педагогической комиссии (консультации) о готовности ребенка к обучению.

Обучение детей, не достигших 6,5 лет к началу учебного года, следует проводить в условиях школы, УВК (учебно-воспитательный комплекс) или детского сада с соблюдением всех гигиенических требований по организации обучения детей с шестилетнего возраста.

В оздоровительных целях и для облегчения процесса адаптации детей к требованиям школы в 1-х классах применяется «ступенчатый» метод постепенного наращивания учебной нагрузки: в сентябре, октябре - 3 урока по 35 мин. каждый; со второй четверти - 4 урока по 35 мин. каждый.

Для обучающихся в 1-х классах в течение года устанавливаются дополнительные недельные каникулы.

В начальной школе плотность учебной работы учащихся на уроках по основным предметам не должна превышать 80%. С целью профилактики утомления, нарушения осанки, зрения учащихся на уроках проводятся физкультминутки и гимнастика для глаз при обучении письму, чтению, математике.

В оздоровительных целях в общеобразовательных учреждениях создаются условия для удовлетворения биологической потребности школьников в движении. Эта потребность может быть реализована посредством ежедневной двигательной активности учащихся в объеме не менее 2 ч. Такой объем двигательной активности складывается из участия школьников в комплексе мероприятий дня каждой школы: в проведении гимнастики до учебных занятий, физкультминуток на уроках, подвижных игр на переменах, спортивного часа в продленном дне, уроков физкультуры, внеклассных спортивных занятий, общешкольных соревнований и дней здоровья, самостоятельных занятий физкультурой.

С этой же целью в школьный компонент учебных планов для младших школьников следует включать предметы двигательного характера (хореография, ритмика, современные и бальные танцы, обучение традиционным и национальным спортивным играм и др.).

Учебные занятия в школах должны начинаться не ранее 8 ч, без проведения нулевых уроков.

В общеобразовательных учреждениях с углубленным содержанием учебных программ обучение проводится только в первую смену.

В общеобразовательных учреждениях, работающих в несколько смен, учащиеся начальной школы, пятых выпускных и классов компенсирующего обучения должны обучаться в первую смену.

В классах компенсирующего обучения количество учащихся не может превышать 20 человек.

Продолжительность уроков в таких классах составляет не более 40 мин. Коррекционно-развивающие занятия включаются в объем максимально допустимой недельной нагрузки, установленной для учащихся каждого возраста.

Независимо от продолжительности учебной недели число уроков в день должно быть не более 5 - в начальной школе и не более 6 - в основной школе.

Для предупреждения утомления и сохранения оптимального уровня работоспособности в течение недели учащиеся компенсирующих классов должны иметь облегченный учебный день в середине недели (среда).

С целью реабилитации здоровья и сокращения сроков адаптации к требованиям школы учащиеся компенсирующих классов обеспечиваются в школе необходимой медико-психологической помощью (психолог, педиатр, логопед), специально подготовленными педагогами, техническими и наглядными пособиями, подключением родителей к процессу обучения и развития детей.

В малокомплектных школах формирование классов-комплектов определяется условиями конкретной школы и зависит от числа учащихся и учителей. При объединении двух классов число учащихся в классе-комплекте должно составлять не более 25, а при объединении 3 - 4 классов - не более 15 детей.

В целях охраны здоровья и профилактики переутомления детей следует отдавать предпочтение формированию в малокомплектных школах двух совмещенных классов-комплектов. Оптимальным является объединение в один комплект учащихся 1 и 3 классов (1 + 3), 2 и 3 классов (2 + 3), 2 и 4 классов (2 + 4).

Для предупреждения утомления учащихся в малокомплектных школах необходимо сокращать продолжительность совмещенных (особенно 4-х и 5-х) уроков на 5 - 10 мин (кроме урока физкультуры).

При необходимости объединить в один комплект учащихся 1, 2, 3, 4 классов следует применять скользящий график учебных занятий для детей разного возраста с целью создания условий для проведения в каждом классе части уроков вне совмещения (соблюдение этого требования особенно необходимо для первоклассников).

В малокомплектных школах, где со 2 класса применяется программированное обучение с использованием звукотехнических средств, должна соблюдаться предельно допустимая длительность работы детей с программными материалами: на уроках письма во 2 классе - не более 20 мин, в 3 - не более 25 мин; на уроках математики во 2 классе - не более 15 мин, в 3 - не более 20 мин. На уроках чтения использование звукотехнических средств допустимо только в качестве звуковых наглядных пособий.

В течение недели количество уроков с применением ТСО не должно превышать для учащихся младших классов 3 - 4, старших классов - 4 - 6.

При использовании компьютерной техники на уроках непрерывная длительность занятий непосредственно с видеодисплейным терминалом (ВДТ) и проведение профилактиче-

ских мероприятий должны соответствовать гигиеническим требованиям, предъявляемым к видеодисплейным терминалам и персональным электронно-вычислительным машинам.

После занятий с ВДТ необходимо проводить гимнастику для глаз, которая выполняется учащимися на рабочем месте.

На занятиях трудом следует чередовать различные по характеру задания. Не следует на уроке выполнять один вид деятельности на протяжении всего времени самостоятельной работы.

Общая длительность практической работы для учащихся 1 - 2 классов - 20 - 25 мин, для учащихся 3 - 4 классов - 30 - 35 мин.

Продолжительность непрерывной работы с бумагой, картоном, тканью для учащихся 1 классов не более 5 мин, 2 - 3-х - 5 - 7 мин, 4-х - 10 мин, а при работе с деревом и проволокой - не более 4 - 5 мин.

Длительность практической работы на уроках труда для учащихся 5 - 7 классов не должна превышать 65% времени занятий. Длительность непрерывной работы по основным трудовым операциям для учащихся 5 классов - не более 10 мин, 6-х - 12 мин, 7-х - 16 мин.

Школьное расписание уроков составляется отдельно для обязательных и факультативных занятий. Факультативные занятия следует планировать на дни с наименьшим количеством обязательных уроков.

Между началом факультативных и последним уроком обязательных занятий устраивается перерыв продолжительностью в 45 мин.

В начальной школе сдвоенные уроки не проводятся. Для учащихся 5 - 9 классов сдвоенные уроки допускаются для проведения лабораторных, контрольных работ, уроков труда, физкультуры целевого назначения (лыжи, плавание). Сдвоенные уроки по основным и профильным предметам для учащихся 5 - 9 классов допускаются при условии их проведения следом за уроком физкультуры или динамической паузой продолжительностью не менее 30 мин.

В 10 - 11 классах допускается проведение сдвоенных уроков по основным и профильным предметам.

При составлении расписания уроков следует чередовать в течение дня и недели для младших школьников основные предметы с уроками музыки, изобразительного искусства, труда, физкультуры, а для учащихся среднего и старшего возраста - предметы естественно-математического и гуманитарного циклов.

Школьное расписание уроков строится с учетом хода дневной и недельной кривой умственной работоспособности учащихся.

Продолжительность перемен между уроками для учащихся всех видов общеобразовательных учреждений составляет не менее 10 мин, большой перемены (после 2 или 5 уроков) - 30 мин: вместо одной большой перемены допускается после 2 и 3 уроков устраивать две перемены по 20 мин каждая. Перемены необходимо проводить при максимальном использовании свежего воздуха, в подвижных играх. При проведении ежедневной динамической паузы разрешается удлинять большую перемену до 45 мин, из которых не менее 30 мин отводится на организацию двигательных активных видов деятельности учащихся на пришкольной спортплощадке, в спортивном зале или в оборудованных тренажерами рекреациях.

Домашние задания даются учащимся с учетом возможности их выполнения в следующих пределах: в 1 классе (со второго полугодия) - до 1 ч, во 2-м - до 1,5 ч, в 3 - 4-м - до 2 ч, в 5 - 6-м - до 2,5 ч, в 7 - 8-м - до 3 ч, в 9 - 1-м - до 4 ч.

Работа групп продленного дня строится в соответствии с действующими требованиями Минздрава России по организации и режиму работы групп продленного дня. В группах продленного дня продолжительность прогулки для младших школьников составляет не менее 2 ч, учащихся 5 - 8 классов - не менее 1,5 ч. Самоподготовку следует начинать с 16 ч.

Наилучшим сочетанием видов деятельности детей в группах продленного дня является их двигательная активность на воздухе до начала самоподготовки (прогулка, подвижные и спортивные игры, общественно полезный труд на пришкольном участке), а после самоподго-

товки - участие в мероприятиях эмоционального характера (занятия в кружках, игры, посещение зрелищных мероприятий, подготовка и проведение концертов самодеятельности, викторин и прочее).

## ЗАДАНИЯ К СЕМИНАРСКИМ ЗАНЯТИЯМ

### **Тема: Организм человека и его основные функции. Основные принципы формирования и регуляции физиологических функций**

Физиологические реакции и свойства целостного организма. Общие свойства организма: саморегуляция, обмен веществ, раздражимость, возбудимость. Рефлекс. Гомеостаз как необходимое условие выживания организма в изменяющихся условиях внешней среды. Адаптация организма. Понятие о системах органов. Функциональная система. Основопологающие системные принципы. Ритмичность физиологических функций. Основные понятия анатомии (плоскости, линии). Основные анатомические области тела человека.

### **Тема: Анатомия и физиология опорно-двигательного аппарата. Меры профилактически нарушений функций опорно-двигательного аппарата.**

Пассивная часть опорно-двигательного аппарата. Активная часть опорно-двигательного аппарата. Строение костной ткани. Строение скелета человека. Классификации костей. Химический состав костей и их механические свойства. Возрастные особенности строения и функций костей. Виды мышечной ткани, особенности строения и функции. Классификация мышц. Вспомогательные аппараты мышц и их функции. Виды работы мышц. Сила мышц. Мышечный тонус. Утомление мышц. Мышцы пояса верхних конечностей. Мышцы пояса нижних конечностей.

### **Тема: Анатомия и физиология дыхательной системы. Гигиенические требования к воздушной среде учебных заведений.**

Органы дыхания (воздухопроводящие пути, легкие). Функциональная дыхательная система. Механизм вдоха. Газообмен в легких между вдыхаемым воздухом и кровью. Структура жизненной емкости легких. Остаточный объем легких. Мертвое пространство. Минутный объем дыхания. Возрастные особенности строения и функции органов дыхания. Профилактика нарушений функций дыхательной системы.

### **Тема: Анатомия и физиология сердечно-сосудистой системы. Лимфатическая система.**

Строение сердца человека. Типы сосудов. Большой и малый круги кровообращения. Лимфатические сосуды. Возрастные особенности строения сердца и сосудов. Состав, объем крови. Функциональная система кровообращения. Сердце как основной орган системы кровообращения. Автоматизм сердца. Фазы работы сердца. Клапанный аппарат сердца и его роль в обеспечении внутрисердечной гемодинамики. Основные показатели работы сердца и их возрастные особенности. Факторы, обеспечивающие и регулирующие движение крови. Факторы, определяющие величину давления крови. Роль микроциркуляции в механизме обмена веществ между кровью и тканями. Гигиенические меры профилактики нарушений функций сердечно-сосудистой системы.

### **Тема: Анатомия пищеварительной системы. Физиология пищеварения. Гигиена питания**

Органы пищеварения, их расположение в организме, главные функции (ротовая полость, глотка, пищевод, тонкий и толстый кишечник). Расположение и функция слюнных желез. Основные этапы пищеварения. Роль поджелудочной железы, печени и кишечных желез в пищеварении. Общие принципы регуляции обмена белков, жиров и углеводов. Значение водно-солевого обмена для организма. Роль витаминов в обеспечении жизнедеятельности организма. Физиологические основы питания (калорийность, соотношение основных химических составляющих пищи). Калорическая ценность различных питательных веществ (физическая и физиологическая). Основные методы оценки калорийности пищи. Энергетический баланс организма. Физиологические потребности организма в энергии в различные возрастные периоды. Основной обмен, обмен в состоянии физиологического покоя, обмен при физической работе. Методы определения уровня энергетического обмена в организме. Гигиена питания и предупреждение желудочно-кишечных заболеваний в различные возрастные периоды.

**Тема: Кожа и ее производные: строение и функции**

Функции кожного покрова. Строение кожи (эпидермис, дерма). Строение и функции сальных желез. Строение волосяных луковиц и волоса. Возрастные изменения строения и функции кожи. Особенности строения и функции кожи у новорожденных детей. Гигиена кожи.

**Тема: Анатомия и физиология нервной системы. Вегетативная нервная система. Сенсорные системы**

Причины возникновения и развития нервной системы. Основные тенденции развития нервной системы. Строение спинного мозга. Отделы головного мозга. Расположение нервной системы в теле человека. Строение вегетативной нервной системы. Функциональное строение нервной системы. Рефлекторная дуга. Виды рефлексов. Свойства нервных центров. Функциональное значение вегетативной нервной системы. Координирующая роль ЦНС. Значение анализаторов в познании мира. Структурная и функциональная организация анализаторов (зрительный, слуховой, вестибулярный, тактильный, обонятельный, вкусовой, температурный анализаторы). Регуляция деятельности анализаторов. Гигиенические меры по профилактике нарушений функционирования органов зрения, слуха.

**Тема: Высшая нервная деятельность**

Учения о высшей нервной деятельности. Поведение как фактор эволюции. Врожденные формы поведения. Структурная и функциональная основа формирования рефлексов. Условные и безусловные рефлексы: роль в формировании поведения человека. Механизмы и типы памяти. Особенности психических функций человека (внимание, восприятие, эмоции, мышление, сознание, речь. Архитектура целостного поведенческого акта (по П.К.Анохину). Аналитическая и синтетическая деятельность коры больших полушарий головного мозга. Целенаправленное поведение как форма поведения, ведущего к достижению организмом приспособительного результата.

**Тема: Анатомия и физиология желез внутренней секреции**

Анатомическая организация эндокринной системы. Роль гормонов в обмене веществ и энергии, в росте и развитии организма. Механизмы действия гормонов. Центральная регуляция желез внутренней секреции. Саморегуляция эндокринной системы, механизм обратной связи. Возрастные особенности функционирования желез внутренней секреции.

**Тема: Мочевыделительная система.**

Органы мочевыделительной системы. Строение почки. Строение и функции нефрона. Механизм образования мочи (фильтрационная и реабсорбционная фазы). Состав мочи. Органы и механизмы выведения мочи из почек. Возрастные изменения органов мочевыделительной системы. Возрастные изменения функционирования органов мочевого выделения.

**Тема: Оценка физического развития детей и подростков**

Физическое развитие как показатель состояния здоровья ребенка. Биологический и календарный возраст развития ребенка. Основные показатели биологического развития ребенка в дошкольном и младшем школьном возрасте (длина тела, ее прибавка за год, формула зубов, изменения пропорций тела, «Филиппинский тест»). Определение биологической зрелости в среднем и старшем школьном возрасте; половые особенности определения биологической зрелости. Шкалы регрессии массы тела по длине тела как инструмент оценки морфо-функционального статуса ребенка. Группы риска формирования нарушений развития детей.

**Тема: Гигиенические требования к режиму учебно-воспитательного процесса.**

Правовая основа гигиенических требований к режиму учебно-воспитательного процесса. Правовая основа организации учебно-воспитательного процесса. Продолжительность уроков, учебной недели. Условия приема детей в школу. Организация мероприятий по двигательной активности школьников. Особенности организации учебного процесса в классах компенсирующего обучения, в малокомплектных школах. Регламентация применения технических средств обучения. Продолжительность перемен. Возрастные особенности продолжительности выполнения домашних заданий.

## **САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ**

**Самостоятельная работа студентов включает следующие виды работ:**

- знакомство с учебной и методической литературой по вопросам физиологии человека и профилактике нарушений функций организма;
- работа с нормативно-правовой литературой по вопросам санитарно-эпидемиологического благополучия населения и профилактике нарушений функций организма.

**Контроль самостоятельной работы** студентов включает:

- текущие контрольные задания на семинарских занятиях по итогам лекции, семинара; защита докладов и рефератов; тестирование и т.п.

### **ТЕМЫ ДОКЛАДОВ (РЕФЕРАТОВ) ПО КУРСУ**

1. Нейрофизиологические основы поведения.
2. Феномены высшей нервной деятельности: восприятие, внимание, память, сон и т.д.
3. Становление коммуникативного поведения. Речь.
4. Индивидуальные типологические особенности ребенка.
5. Изменение функций сенсорных систем на разных возрастных этапах.
6. Вклад отечественных ученых в развитие анатомии.
7. Вклад отечественных ученых в развитие мировой физиологической науки.
8. Современные представления о мембранном потенциале.
9. Современные представления о строении клетки.
10. Механизм проведения нервного импульса по нервным волокнам.
11. Механизм передачи возбуждения в синапсах.
12. Основные функции крови.
13. Физиологические свойства миокарда.
14. Функциональная классификация кровеносных сосудов.
15. Функциональная классификация лимфатических сосудов.
16. Единство организма и внешней среды.
17. Влияние внешней среды на физиологические функции человека (климатические аспекты)
18. Влияние внешней среды на физиологические функции человека (экологические аспекты)
19. Влияние внешней среды на физиологические функции человека (техногенные факторы)
20. Физиолого-эргономический механизм работы скелетных мышц.
21. Роль желез внутренней секреции в регуляции функций организма,
22. Адаптационные изменения сердечно-сосудистой системы при физической работе.
23. Адаптационные изменения дыхательной системы при физической работе.
24. Этапы развития органов чувств.
25. Возрастные изменения функций мочевыделительной системы
26. Движение как основа жизнедеятельности организма.
27. Изменения строения скелета в детском возрасте.
28. Строение костей человека. Типы соединения костей.
29. Закаливание как мера профилактики нарушений здоровья детей
30. Закаливание детей младшего школьного возраста
31. Гигиенические основы режима дня школьника
32. Гигиенические основы организации питания школьника
33. Рациональное питание - залог здоровья
34. Основные механизмы действия гормонов
35. Гигиенические требования к оборудованию школ, направленные на профилактику нарушений функционирования опорно-двигательного аппарата
36. Особенности нервной деятельности у детей.
37. Механизмы формирования памяти.
38. Гигиена учебно-воспитательного процесса в школе.
39. Гигиенические требования к планировке школьного здания, земельного участка.

## ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

### Инструкция по работе с тестами

При ответе на вопрос тестового задания необходимо выбрать один ответ из предлагаемых вариантов ответов – наиболее правильный по мнению отвечающего. На выполнение тестового задания по теме отводится 3 минуты.

#### Тест «ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА».

1. Физиологический изгиб позвоночника выпуклостью кпереди называется:  
а) лордоз б) кифоз в) сколиоз
2. Турецкое седло расположено:  
а) на височной кости б) на решетчатой кости в) на клиновидной кости  
г) на лобной кости
3. Тело трубчатых костей называют:  
а) диафизом б) эпифизом в) метафизом
4. Удаленный от туловища конец трубчатой кости называется:  
а) проксимальный б) дистальный в) латеральный г) медиальный
5. Тазобедренный сустав является по форме:  
а) мыщелковым б) шаровидным в) цилиндрическим г) чашеобразным
6. На лопатке расположен отросток:  
а) сосцевидный б) шиловидный в) клювовидный
7. Костью лицевого черепа является:  
а) височная б) скуловая в) решетчатая г) клиновидная
8. Костью мозгового черепа является:  
а) нижняя челюсть б) верхняя челюсть в) скуловая кость г) теменная кость
9. Костью плечевого пояса является:  
а) локтевая б) лучевая в) лопатка г) плечевая
10. Трубчатой костью является:  
а) лопатка б) позвонок в) локтевая г) тазовая
11. Плоской костью является:  
а) ребро б) ключица в) позвонок г) надколенник
12. Шейный отдел состоит из:  
а) 5 позвонков б) 6 позвонков в) 7 позвонков г) 8 позвонков
13. Искривление позвоночника в боковой плоскости называется:  
а) лордоз б) кифоз в) сколиоз
14. Прямая мышца живота является:  
а) многобрюшной б) двубрюшной в) двуглавой г) трехглавой
15. Двуглавая мышца бедра относится:  
а) к медиальной группе б) к передней группе в) к задней группе
16. К мышцам плечевого пояса относится:  
а) плечевая б) дельтовидная в) клюво-плечевая г) плечевая
17. Заднюю брюшную стенку образуют:  
а) прямая мышца живота б) внутренняя косая мышца живота  
в) поперечная мышца живота г) квадратная мышца поясницы
18. К собственно дыхательным мышцам относится:  
а) диафрагма б) ромбовидные мышцы в) большая грудная мышца  
г) передняя зубчатая
19. Мышца, сгибающая предплечье:  
а) плечевая б) трехглавая в) двуглавая г) плече-лучевая

#### ЭТАЛОНЫ ОТВЕТОВ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
а	в	а	б	Г	в	б	г	в	в	а	в	в	а	в	б	г	а	б



### **Тест «ОРГАНЫ ДЫХАНИЯ».**

1. Воздухоносной костью является:  
а) височная б) затылочная в) теменная г) лобная
2. Гайморова пазуха открывается:  
а) в верхний носовой ход б) в средний носовой ход в) в нижний носовой ход
3. Коническая связка расположена:  
а) между щитовидным и перстневидным хрящами  
б) между щитовидным хрящом и подъязычной костью  
в) между клиновидными хрящами
4. Давление в плевральной полости:  
а) выше атмосферного б) равно атмосферному в) ниже атмосферного
5. Обонятельные клетки расположены в слизистой:  
а) верхнего носового хода б) среднего носового хода в) нижнего носового хода
6. Дыхательный объем легких составляет:  
а) 1500 - 2000 мл. б) 300 - 700 мл. в) 3,0 - 3,5 л.
7. Проекция гортани на позвоночник:  
а) IV - VI шейные позвонки б) IV - VI грудные позвонки в) II - IV шейные позвонки  
г) I - II грудные позвонки
8. Кислород транспортируется в виде:  
а) метгемоглобина б) оксигемоглобина в) карбгемоглобина
9. Бифуркация трахеи расположена на уровне:  
а) IV - VI шейных позвонков б) I - II грудного позвонка в) IV - V грудного позвонка
10. Резервный объем вдоха составляет:  
а) 3000 - 4000 мл. б) 300 - 700 мл. в) 3,00 - 3,5 л. г) 1500 - 2000 мл.
11. Внешнее дыхание это:  
а) газообмен между кровью и тканями б) газообмен между атмосферным и альвеолярным воздухом в) транспорт газов кровью
12. Тканевое дыхание это:  
а) газообмен между альвеолярным и атмосферным воздухом  
б) газообмен между альвеолярным воздухом и кровью  
в) утилизация кислорода и выделение углекислого газа клетками
13. Жизненная емкость легких составляет:  
а) 1500 - 2000 мл. б) 300 - 700 мл. в) 6000 - 8000 мл. г) 3,0 - 3,5 л.
14. Ворота легкого расположены:  
а) на реберной поверхности б) на диафрагмальной поверхности  
в) на медиастинальной поверхности
15. Внутренний листок плевры называется:  
а) висцеральным б) париетальным в) медиастинальным

### **ЭТАЛОНЫ ОТВЕТОВ**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
г	б	а	в	а	б	А	б	в	г	б	в	г	в	а

### **Тест «СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА».**

1. Большой круг кровообращения начинается:  
а) легочным стволом б) аортой в) полыми венами г) легочными венами.
2. Малый круг кровообращения заканчивается:  
а) легочными венами б) аортой в) легочным стволом г) полыми венами
3. 2-х створчатый клапан локализуется:  
а) в правом предсердно-желудочковом отверстии  
б) в левом предсердно-желудочковом отверстии

- в) в устье аорты г) в устье легочного ствола.
4. Продолжительность систолы желудочков составляет:  
а) 0,4 сек. б) 0,3 сек. в) 0,1 сек. г) 0,8 сек.
5. Кожу и мышцы головы кровоснабжают:  
а) внутренние сонные артерии б) наружные сонные артерии  
в) подключичные артерии г) мозговые артерии
6. От головного мозга кровь оттекает по:  
а) наружным яремным венам б) подключичным венам в) внутренним яремным венам.
7. Большой круг кровообращения заканчивается:  
а) легочным стволом б) легочными венами в) полыми венами г) аортой.
8. Емкостные сосуды выполняют следующую функцию:  
а) регулируют кровоток в капиллярах б) обуславливают артериальное давление  
в) сглаживают пульсацию кровотока г) депонируют кровь.
9. От органов малого таза кровь оттекает по:  
а) наружным подвздошным венам б) внутренним подвздошным венам  
в) воротной вене г) бедренной вене.
10. Сердечную мышцу кровоснабжают:  
а) венечные артерии б) позвоночные артерии в) грудные артерии.
11. Воротная вена направляется:  
а) к печени б) к селезенке в) к желудку. г) к 12- перстной кишке
12. Внутренним слоем стенки сердца является:  
а) эпикард б) эндокард в) миокард г) перикард
13. Оболочка, образующая сердечную сорочку называется:  
а) эпикард б) перикард в) эндокард г) миокарда
14. Желудочная артерия является ветвью:  
а) верхней брыжеечной артерии б) нижней брыжеечной артерии в) чревного ствола.
15. Кровь от селезенки оттекает:  
а) в воротную вену б) в нижнюю полую вену в) в печеночную вену  
г) в верхнюю брыжеечную вену
16. Шунтирующие сосуды выполняют следующую функцию:  
а) регулируют кровоток в капиллярах б) обуславливают артериальное давление  
в) сглаживают пульсацию кровотока г) депонируют кровь.
17. Синусный узел (Киса-Флека) расположен:  
а) в стенке левого предсердия б) в стенке правого предсердия  
в) в стенке левого желудочка г) в межжелудочковой перегородке.

#### ЭТАЛОНЫ ОТВЕТОВ:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
б	а	б	б	б	в	в	г	б	а	а	б	б	в	а	а	б

#### **Тест «ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА».**

1. При глотании мягкое небо закрывает:  
а) зев б) носоглотку в) гортань г) пищевод
2. Главные клетки желудочных желез вырабатывают:  
а) гастрин б) мукоидный секрет в) пепсиноген г) соляную кислоту
3. Слизистая преддверия рта образует:  
а) уздечку верхней губы б) уздечку языка в) бахромчатые складки
4. Эвакуации пищи из желудка в 12-п кишку способствуют движения желудка :  
а) антиперистальтические б) тонические в) систолические г) перистальтические
5. Энтерокиназа осуществляет:  
а) расщепление клетчатки б) превращение трипсиногена в трипсин  
в) эмульгирование жиров г) стимуляцию желчеотделения

6. Фатеров сосочек - место впадения общего желчного и панкреатического протоков, расположен:

- а) в восходящей части 12-п кишки б) в горизонтальной части 12-п кишки  
в) в луковице 12-п кишки г) в нисходящей части 12-п кишки

7. Диафрагма полости рта образована:

- а) мягким небом б) твердым небом в) надподъязычными мышцами г) щеками

8. Выводной проток околоушной слюнной железы открывается:

- а) в области дна ротовой полости на подъязычном мясе  
б) на слизистой щеки, напротив 7 верхнего зуба  
в) на слизистой щеки, напротив 7 нижнего зуба

9. Реакция слюны:

- а) кислая б) щелочная в) слабо-щелочная г) нейтральная

10. Бактерицидное вещество, содержащееся в слюне:

- а) муцин б) лизоцим в) птиалин г) гастромукопротеин

11. Обкладочные клетки желудочных желез вырабатывают:

- а) мукоидный секрет б) пепсиноген в) гастрин г) соляную кислоту

12. Отношение поджелудочной железы к брюшине:

- а) экстраперитонеальное б) интраперитонеальное в) мезоперитонеальное

13. Вырабатываемое желудком вещество, необходимое для всасывания витамина В 12

- а) гастрин б) гастрон в) лизоцим г) гастромукопротеин

14. Отделом тонкой кишки является:

- а) слепая б) двенадцатиперстная в) прямая г) ободочная

15. Время нахождения пищи в желудке:

- а) 4 - 10 часов б) 1 - 2 часа в) 30 -60 минут

16. Отдел кишечника, в котором расположены Пейеровы бляшки:

- а) 12-п кишка б) сигмовидная кишка в) подвздошная кишка г) прямая кишка

17. В области впадения тонкой кишки в толстую располагается:

- а) Баугиниева заслонка б) Фатеров сосочек в) Пейеровы бляшки

18. Суточное количество желудочного сока составляет:

- а) 1 - 1,5 л, б) 2 - 2,5 л, в) 2,5 - 3,0 л, г) 0,5 - 1,0 л.

19. В состав желчи входит:

- а) пепсиноген б) урохром в) холестерин г) соляная кислота

20. Перемешиванию пищи в желудке способствуют:

- а) тонические движения б) перистальтические в) антиперистальтические

21. Продуктами расщепления белков являются:

- а) моносахариды б) аминокислоты в) ферменты г) глицерин и жирные кислоты

22. Продуктами расщепления углеводов являются:

- а) моносахариды б) аминокислоты в) ферменты г) глицерин и жирные кислоты

23. Продуктами расщепления жиров являются:

- а) моносахариды  
б) аминокислоты  
в) ферменты  
г) глицерин и жирные кислоты

24. В результате гниения в толстом кишечнике образуется:

- а) фенол, б) креатинин, в) уробилин, г) аммиак.

#### ЭТАЛОНЫ ОТВЕТОВ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
б	в	а	г	б	г	в	б	в	б	г	а	г	б	а	в	а	б	в	а	б	а	г	а

**Тест «НЕРВНАЯ СИСТЕМА»**

1. Количество сегментов спинного мозга:
  - а) 30 б) 31 в) 32
2. В шейном отделе спинного мозга насчитывается:
  - а) 6 сегментов б) 7 сегментов в) 8 сегментов г) 12 сегментов
3. Средней оболочкой спинного мозга является:
  - а) твердая б) мягкая (сосудистая) в) сетчатая г) паутинная
4. Спинномозговую жидкость можно получить наиболее безопасно, путем прокола:
  - а) ниже XII грудного позвонка б) ниже II поясничного позвонка
  - в) между V поясничным позвонком и крестцом.
5. Спинной мозг выполняет:
  - а) рефлекторную функцию б) опорную функцию в) трофическую функцию.
6. Непроизвольный центр мочеиспускания и дефекации расположен:
  - а) в шейном отделе спинного мозга б) в грудном отделе спинного мозга
  - в) в крестцовом отделе
7. По составу волокон спинномозговые нервы являются:
  - а) смешанными б) двигательными в) чувствительными. г) симпатическими
8. Спинномозговыми нервами, не участвующими в образовании сплетений, являются:
  - а) шейные б) грудные в) поясничные г) крестцовые.
9. Отделом головного мозга, граничащим со спинным, является:
  - а) промежуточный мозг б) средний мозг в) продолговатый мозг
10. Наружной оболочкой головного мозга является:
  - а) паутинная б) твердая в) сосудистая (мягкая).
11. Сердечную мышцу иннервирует
  - а) тройничный нерв б) блоковидный нерв в) блуждающий нерв г) отводящий нерв.
12. Центральный канал спинного мозга сообщается:
  - а) с III желудочком б) с боковыми желудочками в) с Сильвиевым водопроводом
  - г) с IV желудочком.
13. Гипофиз, расположенный в гипоталамусе, относится:
  - а) к промежуточному мозгу б) к среднему мозгу в) к продолговатому мозгу
  - г) к заднему мозгу.
14. Дыхательный центр расположен:
  - а) в заднем мозге б) в четверохолмии в) в эпителиамусе г) в продолговатом мозге.
15. Количество черепно-мозговых нервов:
  - а) 10 пар б) 11 пар в) 12 пар г) 31 пара.

**ЭТАЛОНЫ ОТВЕТОВ**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
б	в	г	б	а	В	а	б	в	б	в	г	а	г	г

### **ПРИМЕРНЫЕ ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ (ЗАЧЕТУ)**

1. Вклад отечественных ученых в развитие анатомии.
2. Вклад отечественных ученых в развитие мировой физиологической науки.
3. Вклад отечественных ученых в развитие гигиены в нашей стране.
4. Организм как единое целое.
5. Строение и функции крови.
6. Мышечная ткань: виды, морфологическая и функциональная характеристика.
7. Опорно-двигательный аппарат: пассивная и активная части. Химический состав костей, механические свойства костей.
8. Классификация и строение костей человека.
9. Возрастные особенности строения и функции костей.
10. Характеристика видов соединений костей.
11. Анатомическая и биомеханическая классификации соединений костей.
12. Возрастные и функциональные особенности соединений костей.
13. Возрастные преобразования черепа, факторы, влияющие на эти преобразования.
14. Позвоночный столб как единое целое. Анатомическая и функциональная характеристика различных отделов позвоночника.
15. Возрастные особенности строения и функции позвоночника.
16. Возрастные особенности строения грудной клетки
17. Особенности строения черепа новорожденного.
18. Возрастные и половые особенности строения черепа.
19. Особенности строения костей верхней конечности.
20. Особенности строения костей нижней конечности, их отличия от строения костей верхней конечности; причины формирования таких отличий.
21. Строение и функции скелетных мышц.
22. Вспомогательные аппараты мышц, их функции.
23. Пищеварительная система: органы, основные функции органов. Молочные и постоянные зубы, формула зубов.
24. Возрастные особенности строения и функции органов пищеварения.
25. Пищеварение в полости рта. Пищеварение в желудке
26. Особенности пищеварения у детей в разные возрастные периоды.
27. Обмен веществ между организмом и внешней средой как основное условие жизни и сохранение гомеостаза.
28. Пластическая и энергетическая роль питательных веществ.
29. Энергетический баланс организма. Учет прихода и расхода энергии: физическая калориметрия, калорическая ценность различных питательных веществ (физическая и физиологическая).
30. Возрастные особенности строения дыхательной системы.
31. Значение дыхания для организма. Функции аппарата внешнего дыхания.
32. Вентиляция легких. Газообмен в легких. Состав вдыхаемого и выдыхаемого воздуха.
33. Регуляция дыхания (ЦНС, механорецепторы, рефлекс Гeringa и Брейера). Роль дыхательной мускулатуры в обеспечении дыхания.
34. Возрастные особенности дыхания. Значение первого вдоха новорожденного.
35. Регуляция сердечной деятельности (миогенная, гуморальная, нервная).
36. Строение кровеносной системы человека. Типы сосудов.
37. Строение сердца человека. Физиологические свойства миокарда.
38. Регуляция сердечной деятельности (миогенная, гуморальная, нервная).
39. Схема строения малого и большого кругов кровообращения.
40. Факторы, определяющие величину давления крови.
41. Кровь как ткань. Функции крови.
42. Возрастные особенности крови.

43. Строение и функции кожи.
44. Особенности строения и функции кожи в разные возрастные периоды.
45. Строение нервной клетки. Виды нервных клеток.
46. Понятие о рефлексе. Классификация рефлексов. Рефлекторная дуга.
47. Центральная нервная система: строение, основные функции.
48. Вегетативная нервная система: строение, основные функции.
49. Схема строения спинного мозга (поперечный разрез).
50. Возрастные особенности спинного мозга.
51. Строение головного мозга.
52. Основные функции отделов головного мозга.
53. Локализация функций в коре больших полушарий мозга.
54. Методы изучения высшей нервной деятельности.
55. Условный рефлекс как форма приспособления к изменяющимся условиям внешней среды.
56. Структурная и функциональная основа условных рефлексов. Физиологические механизмы образования условных рефлексов.
57. Нейрофизиологические основы поведения.
58. Особенности психических функций человека (внимание, восприятие, эмоции, мышление, сознание, речь).
59. Общие принципы конструкции сенсорных систем.
60. Зрительная система: строение и функции. Возрастные особенности.
61. Слуховая сенсорная система: строение и функции. Возрастные особенности.
62. Вестибулярная сенсорная система: строение и функции.
63. Гигиена учебно-воспитательного процесса в школе, гигиенические требования к оборудованию школ.
64. Гигиенические основы режима дня, режима труда и отдыха.
65. Гигиенические требования к воздушной среде учебных заведений,
66. Возрастные особенности гигиены кожи.
67. Механизмы формирования условных рефлексов.
68. Принципы классификации рецепторов.
69. Правила образования условных рефлексов.
70. Память: виды, формы, механизмы образования.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### *Основная:*

Безруких М.М. Возрастная физиология: учеб. пособие / М.М. Безруких, В.Д. Сонкин, Д.А. Фарбер. – М.: Академия, 2003.

Обреимова Н.И. Основы анатомии, физиологии и гигиены детей и подростков: учеб. пособие / Н.И. Обреимова, А.С. Петрухин. – М.: Академия, 2000.

Сапин М.Р., Сивоглазов В.И. Анатомия и физиология человека с возрастными особенностями детского организма. -М.: Изд. Центр»Академия», 2009.- 448 с.

Хрестоматия по возрастной физиологии: учеб. пособие / Сост. М.М. Безруких, В.Д. Сонкин, Д.А. Фарбер. – М.: Академия, 2002.

Федеральный закон от 30 марта 1999 г. N 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (с изменениями от 30 декабря 2001 г., 10 января, 30 июня 2003 г., 22августа 2004 г., 9 мая, 31 декабря 2005 г., 18, 29, 30 декабря 2006 г., 26 июня2007 г., 8 ноября, 1 декабря 2007 г., 12 июня, 14, 23 июня, 27 октября, 22, 30декабря 2008 г.)

### *Дополнительная:*

Айзман Р.И. Избранные лекции по возрастной физиологии. / Айзман, В.М. Ширшова. - Новосибирск.: Сиб.унив. изд-во, 2002.- 133 с.

Безруких М.М. Возрастная физиология (физиология развития ребенка). / М.М.Безруких, В.Д.Сонькин, Д.А.Фарбер. – М.: Академия, 2002. - 416 с.

ГОСТ 11015-93 «Столы ученические».

ГОСТ 11016-93 «Стулья ученические».

Никитин Б.П. Здоровое детство без лекарств и прививок. / Б.П.Никитин, Л.А. Никитина. - М.: Лист Нью, 2001.

Никитин Б.П., Никитина Л.А. Резервы здоровья наших детей. / Б.П.Никитин, Л.А. Никитина. - М.: Физ-ра и спорт, 1990.

Нормальная физиология /Под ред. К.В.Судакова.- М.: Мед. информационное агентство, 1999.

Тульчинская В. Сестринское дело в педиатрии. / В.Тульчинская, Н.Соколова, Н.Шеховцова.- Ростов-на-Дону: Феникс, 2001.

Усов И.Н. Здоровый ребенок. / И.Н.Усов.- Минск: Беларусь, 1984.

Физиологические основы здоровья/Под ред. Р.И. Айзман, А.Я.Тернер. –Новосибирск: Лада, 2002. - 566 с.

Хрестоматия по возрастной физиологии. /Сост. М.М.Безруких, В.Д.Сонькин, Д.А.Фарбер. – М.: Академия, 2002. - 288 с.

Хрипкова А.Г. Разговор на трудную тему.- М.:Педагогика, 1970.

Чарлиш А. Ваш ребенок.- М.: Никола Пресс, 1999.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Тема 1. Краткая характеристика развития анатомии человека и нормальной физиологии человека. Гигиена как наука	4
Тема 2. Организм человека и его основные функции. Основные принципы формирования и регуляции физиологических функций	9
Тема 3. Анатомия и физиология опорно-двигательного аппарата.	12
Тема 4. Анатомия и физиология дыхательной системы.	19
Тема 5. Анатомия и физиология сердечно-сосудистой системы. Лимфатическая система.	26
Тема 6. Анатомия пищеварительной системы. Физиология пищеварения	33
Тема 7. Обмен веществ и энергии	42
Тема 8. Кожа и ее производные: строение и функции	53
Тема 9. Анатомия и физиология нервной системы	57
Тема 10. Высшая нервная деятельность (ВНД)	63
Тема 11. Сенсорные системы	68
Тема 12. Анатомия и физиология желез внутренней секреции	72
Тема 13. Мочевыделительная система	75
Тема 14. Оценка физического развития детей и подростков	81
Тема 15. Гигиенические требования к режиму учебно-воспитательного процесса	83
Задания к семинарским занятиям	87
Самостоятельная работа студентов	89
Тестовые задания для контроля знаний	90
Примерные вопросы к экзамену (зачету)	95
Рекомендуемая литература	97
Содержание	98



**Леонид Гиршевич Нахамчен,**  
*доцент кафедры медико-социальной работы АмГУ, канд мед. наук*

**Возрастная анатомия, физиология и гигиена. Учебное пособие.**

---

Изд-во АмГУ. Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 5,58. Тираж 100. Заказ 223.

