

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Н.Ю. Давыдова

БИОЛОГИЯ, ЭКОЛОГИЯ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

Учебное пособие

Барнаул 2011

УДК 57:574(072)

Рецензенты: к.б.н., доцент кафедры зоологии и физиологии АГУ
И.Ю. Воронина;

к.б.н., доцент кафедры общей биологии, физиологии и морфологии животных АГАУ Т.Н. Землянухина;

к.с.-х.н., доцент кафедры безопасности жизнедеятельности АГАУ
А.И. Пешкова.

Давыдова Н.Ю. Биология, экология и здоровье человека: учебное пособие. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2011. – 142 с.

Учебное издание написано в соответствии с требованиями Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования и учебных программ по дисциплинам: «Биология с основами экологии» и «Безопасность жизнедеятельности» аграрных направлений подготовки.

Рассмотрены свойства и функции тканей человека, дана структурно-функциональная характеристика основных систем органов, введено понятие «гомеостаз» и объяснены его механизмы. Значительное место в пособии уделяется вопросам здоровья человека и механизмам его сохранения. В частности, подробно выявлены факторы, влияющие на здоровье человека, выделено влияние окружающей среды на здоровье человека и предложены пути снижения негативных влияний окружающей среды. Акцентировано внимание студентов на наиболее сложных вопросах дисциплин.

Предназначено для студентов аграрных направлений подготовки по дисциплинам «Биология с основами экологии» и «Безопасность жизнедеятельности» всех форм обучения.

Рекомендовано к изданию методической комиссией факультета биолого-технологического менеджмента АГАУ (протокол № 3 от 16 ноября 2011 г.).

Рекомендовано к изданию методической комиссией инженерного факультета АГАУ (протокол № 3 от 20 октября 2011 г.).

© Давыдова Н.Ю., 2011

© ФГБОУ ВПО АГАУ, 2011

© Издательство АГАУ, 2011

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
Глава 1. СВОЙСТВА И ФУНКЦИИ ТКАНЕЙ ЧЕЛОВЕКА	5
1.1. Эпителиальные ткани, их характеристика	6
1.2. Соединительные ткани, их характеристика	9
1.3. Мышечные ткани, их характеристика	14
1.4. Нервная ткань, ее характеристика	18
Глава 2. СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМ ОРГАНОВ	24
2.1. Опорно-двигательная система	25
2.1.1. <i>Костная система – скелет</i>	26
2.1.2. <i>Мышечная система</i>	29
2.2. Системы обмена	32
2.2.1. <i>Полости тела человека</i>	33
2.2.2. <i>Пищеварительная система</i>	35
2.2.3. <i>Дыхательная система</i>	42
2.2.4. <i>Мочевыделительная система</i>	46
2.2.5. <i>Кожа и система терморегуляции</i>	48
2.2.6. <i>Обмен веществ</i>	51
2.3. Транспортные системы организма	54
2.3.1. <i>Внутренняя среда организма</i>	55
2.3.2. <i>Лимфатическая система</i>	56
2.3.3. <i>Система крови: кровь и органы кроветворения</i>	57
2.3.4. <i>Система кровообращения</i>	69
2.4. Онтогенез человека, его периодизация	74
Глава 3. ГОМЕОСТАЗ И МЕХАНИЗМЫ ЕГО СОХРАНЕНИЯ	79
3.1. Понятие о гомеостазе и механизмах его поддержания	79
3.2. Нервная система и анализаторы	83
3.3. Высшая нервная деятельность	102
3.4. Железы внутренней секреции	109
Глава 4. ВЛИЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА	112
4.1. Факторы, определяющие здоровье человека	112
4.2. Человек и окружающая среда	118
4.3. Состояние окружающей среды и способы его оценки	119
4.4. Влияние загрязнения окружающей среды на здоровье человека	123
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК И ПЕРЕЧЕНЬ ИНТЕРНЕТ-ССЫЛОК	140

***Чтобы стать здоровым,
нужны собственные усилия,
постоянные и значительные.
Заменить их ничем нельзя.
Н.М. Амосов***

ВВЕДЕНИЕ

Биология является фундаментальной дисциплиной, повышающей общий уровень знаний студентов и формирующей его мировоззрение. Понимание единства всего живого на Земле, взаимосвязи и взаимозависимости живых организмов между собой, необходимости сохранения этого единства является неотъемлемой частью мировоззрения современного образованного человека.

Но невозможно понимание окружающего мира, его сложности и хрупкости без знания себя самого и, прежде всего, собственного тела. Усвоение студентами основных принципов строения (анатомия) и работы (физиология) организма человека, знание способов поддержания здоровья (гигиена) позволит им более разносторонне использовать свои способности.

С этой точки зрения необходимым явилось написание учебного пособия, предназначенного для студентов аграрных направлений подготовки. Имеющиеся пособия ориентированы на студентов биологических специальностей и, прежде всего, медицинских. Эти издания отличают подробность, большой объем изложения материала и применение сложной терминологии. Такой материал с трудом усваивается студентами аграрных профилей.

Целью создания данного учебного пособия было изложение материала доступным языком, четко, конкретно и в то же время достаточно подробно. Поэтому материал в пособии строго систематизирован и содержит большое число схем и рисунков. Учебное пособие охватывает основные темы анатомии и физиологии человека, структурно-функциональные характеристики основных систем органов и тканей человека, затрагивает вопросы поддержания индивидуального здоровья человека. Акцентировано внимание студентов на наиболее сложных вопросах дисциплины.

Учебное пособие служит для самостоятельной подготовки студентов при изучении дисциплин «Биология с основами экологии» и «Безопасность жизнедеятельности». Рекомендуется для подготовки к лабораторно-практическим занятиям, к тестированию как непосредст-

венно в процессе обучения, так и при контроле знаний студентов в форме Интернет-экзамена. Тезисность и наглядность пособия позволяют студентам быстро усвоить представленный материал, и при необходимости – вспомнить изученный материал.

Особенностью пособия является наличие проблемных вопросов и задач, представленных в конце каждого раздела, а не обычных в таких случаях вопросов для самоконтроля. Такие задачи развивают творческое мышление студентов и активизируют их познавательную деятельность. При этом более важным оказывается не быстрое получение однозначного правильного ответа (если такой имеется), а сам процесс поиска, имеющий ярко выраженный развивающий характер. Поэтому предлагаемые вопросы и задачи целесообразно обсуждать в ходе коллективной работы, совместного поиска решений, а также обращаться к учебнику и другим источникам информации.

Глава 1. СВОЙСТВА И ФУНКЦИИ ТКАНЕЙ ЧЕЛОВЕКА

Ткань – совокупность клеток и межклеточного вещества, имеющих общее происхождение, одинаковых по форме и строению и выполняющих одну и ту же функцию.

Изучает строение тканей и их особенности раздел биологии – **гистология**. Впервые термин был предложен в 1819 году К. Майером. Основным методом исследований является микроскопирование, поэтому развитие гистологии как самостоятельной науки тесно связано с изобретением и совершенствованием микроскопа.

В зависимости от выполняемых функций в организме человека выделяют четыре группы тканей (**рис. 1**).



Рис. 1. Классификация тканей человека [10]

1.1. Эпителиальные ткани, их характеристика

Эпителиальные ткани (греч. «ερί» – на, поверх) – это слой клеток, покрывающий поверхность тела снаружи (эпидермис) или выстилающий полости тела изнутри, – формирует серозные оболочки полостей, а также слизистые оболочки внутренних органов (пищеварительный тракт, дыхательная система, мочеполовые пути, кровеносные сосуды и т.д.). Также эпителий образует большинство желез организма (кожные железы, печень, некоторые эндокринные железы).

Характерные черты эпителиальных тканей:

- клетки плотно прилегают друг к другу, межклеточные пространства не развиты;
- клетки образуют сплошные пласты, опирающиеся на базальную мембрану;
- отсутствуют кровеносные сосуды, питание клеток осуществляется через базальную мембрану путем диффузии из лимфатических сосудов;
- обладают выраженной способностью к регенерации.

Основные функции эпителиальных тканей:

барьерная и защитная – защита организма от химических, механических и иных воздействий, а также от проникновения микроорганизмов и вирусов;

обмен с внешней средой – осуществляется через эпителий наружных покровов;

секреторная – выделение особых веществ – секретов, которые выводятся во внешнюю среду – **экскреция** (кожные железы), при этом клетки выделяют секрет на свободную поверхность эпителия. Клетки могут выделять секрет и во внутреннюю среду организма – **инкреты** или **наружная секреция** (например, слюнные железы выделяют слюну в ротовую полость, поджелудочная железа выделяет секрет в полость 12-перстной кишки), либо непосредственно в кровь – внутренняя секреция (гормоны щитовидной, поджелудочной и др.);

всасывание – наполнение из внутренней среды организма различными веществами. Например, свободная поверхность эпителия кишечника всасывает питательные вещества из его просвета. Другим примером может быть всасывание конечных продуктов обмена или экзогенных веществ – лекарств, красителей, ядов и выведение их наружу, например выделение мочевины клетками эпителия почечных канальцев;

чувствительная – эпителиальные элементы входят в структуру некоторых органов чувств, например органов слуха, вкуса;

газообменная – осуществляется эпителием в альвеолах легких.

Существуют несколько классификаций эпителиев, в основу которых положены различные признаки: происхождение, строение, функции. Из них наибольшее распространение получила морфологическая классификация, учитывающая особенности строения различных эпителиев в связи с выполняемыми функциями (рис. 2).

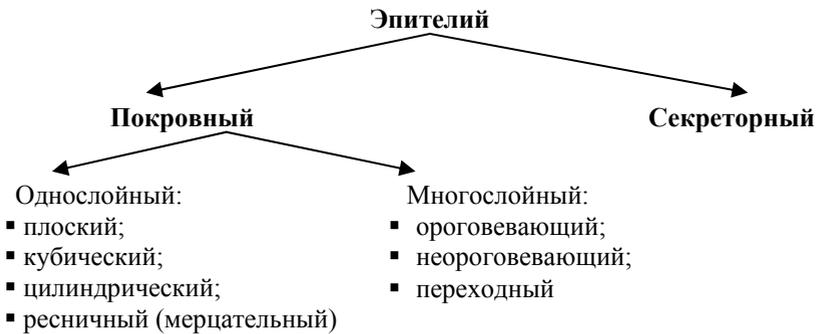


Рис. 2. Классификация эпителиальных тканей в зависимости от выполняемых функций

Покровный эпителий (рис. 3): располагается на поверхности тела и выстилает изнутри полости тела – серозные оболочки, а также образует слизистые оболочки внутренних органов. Все клетки располагаются на базальной мембране. В зависимости от количества клеточных пластов покровный эпителий делят на однослойный и многослойный. Клетки однослойного эпителия выстланы в один ряд, плотно прилегают друг к другу. Он выстилает полости внутренних органов и формирует оболочки. Многослойный эпителий: клетки лежат в несколько слоев, поэтому ткань обычно толще. Такой эпителий участвует в образовании наружных покровов тела и формировании внутренних органов.

Секреторный эпителий: разновидность эпителиальной ткани, состоит из эпителиальных железистых клеток, которые в процессе эволюции приобрели ведущее свойство вырабатывать и выделять секреты. Такие клетки называются секреторными (железистыми) (рис. 4).

Большинство секреторных клеток отличаются наличием включений в цитоплазме, развитыми эндоплазматической сетью и аппаратом Гольджи, а также полярным расположением органелл и секреторных гранул. Секреторные клетки расположены в железах кожи, пищеварительного тракта, слюнных железах, эндокринных железах.



Рис. 3. Покровный эпителий [14]
 Окраска гематоксилин-эозином
 Стрелкой показаны ядра клеток

ные в эпителиальном пласте, в других случаях необходимо объединение клеток – в железу.

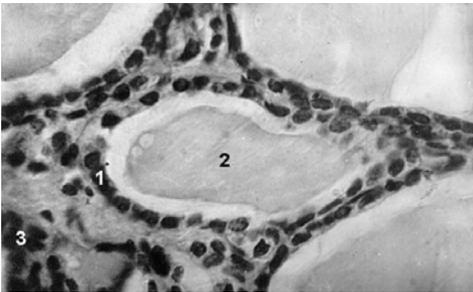


Рис. 4. Секреторный эпителий в щитовидной железе
 Окраска гематоксилин-эозином:
 1 – эпителий пузырька (фолликула), образованная клетками секреторного эпителия;
 2 – полость фолликула с коллоидом;
 3 – межфолликулярный эпителий

Существуют два типа секреторных клеток: 1) экзокринные – выделяют свой секрет во внешнюю среду или просвет органа; 2) эндокринные (рис. 4) – выделяют свой секрет непосредственно в кровоток. В ряде случаев секрецию осуществляют отдельные клетки, расположенные

Железы – особые органы или части органов, специализированные на выработке определенных биологических значимых продуктов (секретов) и выделяющие их во внешнюю или внутреннюю среду. Железы могут выделять секрет во внешнюю среду (потовые и сальные железы, железы пищеварительного тракта) или во внутреннюю среду организма – кровь (железы внутренней секреции). Первые называют экзокринными, вторые – эндокринными. Экзокринные железы выводят свой секрет или с помощью системы выводных протоков, или непосредственно с поверхности клеток

(рис. 3). Эндокринные железы свои секреты – гормоны – выводят непосредственно в кровь (рис. 4), такие железы обильно кровоснабжаются. Их называют также железами внутренней секреции.

1.2. Соединительные ткани, их характеристика

Соединительные ткани – сборная группа тканей, в которую вошли внутренние ткани организма. Эту группу тканей еще называют опорно-трофическими, поскольку они не отвечают за работу какого-либо органа, а играют вспомогательную роль, составляя 60-90% от массы органа.

Характерные черты соединительных тканей:

- занимают внутреннее положение;
- пронизаны сетью кровеносных сосудов (за исключением хрящевых тканей);
- обладают высокой способностью к регенерации;
- имеют общую схему строения.

В состав соединительной ткани входят разнообразные клетки, волокна нескольких типов, представляющие собой неживые продукты клеток, жидкий или полужидкий аморфный матрикс (**рис. 5**). Составляющие соединительную ткань клетки располагаются достаточно далеко друг от друга, а их метаболические потребности относительно невелики.



Рис. 5. Схема строения соединительных тканей

Клетки соединительной ткани отличаются разнообразием как по строению, так и по выполняемым функциям. Разновидности соединительных тканей отличаются, прежде всего, клеточным составом.

Межклеточное вещество соединительной ткани состоит из аморфного компонента и различных волокон. В эмбриогенезе человека межклеточное вещество образуется, начиная с 1-2 месяца внутриутробного развития. В течение последующей жизни межклеточное

вещество постоянно обновляется путем секреции клетками соединительной ткани, а также из плазмы крови, поступающей в межклеточные пространства.

Аморфный компонент (основное вещество) – полужидкая субстанция, характеризуется низким содержанием минеральных солей, высоким содержанием воды, небольшим количеством органических веществ (преобладают углеводы), также содержится небольшое количество белка. Между крупными молекулами располагаются каналы, по которым течет тканевая жидкость. Из этой жидкости в кровь поступают продукты обмена, а из крови доставляются питательные вещества. Все эти вещества находятся в постоянном движении и обновлении.

Волокна соединительной ткани погружены в основное вещество. Волокна в соединительной ткани образуют волокнистый остов с ориентированным, неориентированным и смешанным типами расположения волокон. Ориентированный (или оформленный) тип характеризуется параллельным расположением основной массы волокнистых структур (например, в сухожилиях, связках, фасциях). Неориентированный (или неоформленный) тип построен из волокон, не имеющих преимущественной ориентации (как например, дерма кожи). Смешанный тип волокнистого остова, как правило, имеет слоистое строение с чередованием направлений расположения волокнистых элементов. Среди них выделяют коллагеновые, ретикулярные и эластические волокна. **Коллагеновые волокна** более широкие, внешне извитые, не соединяются друг с другом. Их основу составляет белок коллаген. Коллагеновые волокна нерастяжимы, очень прочные, набухают в водной среде, в слабокислой и слабощелочной среде их прочность снижается. Определяют прочность соединительной ткани. **Эластические волокна** – тонкие, разветвленные волокна, растяжимые, менее прочные по сравнению с коллагеновыми. Толщина их 0,2-1,0 мкм, но длина может достигать нескольких микрометров. Основа – белок эластин. Его структура напоминает резину, поэтому эластические волокна способны растягиваться в 1,5 раза. Эластин синтезируется фибробластами и гладкомышечными клетками. **Ретикулярные волокна** – их основа – белок коллаген. Его волокна тоньше, разветвленные, снаружи покрыты углеводами. Вместе с ретикулярными клетками образуют каркас органов кровотока и иммунной системы. Вместе с коллагеновыми и эластическими волокнами образуют строму органов.

Основные функции соединительных тканей:

опорно-механическая;

трофическая (питательная) по отношению к другим тканям;

защитная (механическая защита, фагоцитоз, иммунитет);

структурообразующая (пластическая; участвует в заживлении ран, сращивании костей после переломов и других процессах, связанных с перестройками структуры органов);

транспортная (по соединительным тканям осуществляется перенос питательных веществ, метаболитов, газов, конечных продуктов обмена, регуляторных веществ).

Значение соединительных тканей велико, а их функции крайне разнообразны и непосредственно связаны с особенностями строения. Выделяют семь основных типов соединительных тканей (**рис. 6**):



Рис. 6. Классификация соединительных тканей в зависимости от их функций

Кровь, лимфа: заполняет кровеносную и лимфатическую системы. Основные функции: транспортная, дыхательная, защитная, регуляторная. Подробнее о функции и строении этих тканей смотри в соответствующем разделе.

Рыхлая волокнистая соединительная ткань содержит многочисленные клетки, которые разбросаны в межклеточном пространстве на значительном удалении друг от друга. Волокна размещаются в аморфном матриксе рыхло, образуя неупорядоченное переплетение. Коллагеновые волокна располагаются в различных направлениях в виде волнообразно изогнутых, спиралевидно скрученных, округлых или уплощенных в сечении тяжей длиной 1-3 мкм и более. Эластические волокна широко соединяются друг с другом. Окутывает все органы тела, связы-

вает кожу с лежащими под ней структурами, покрывает кровеносные сосуды и нервы на входе в органы и выходе из них, т.е. образует соединительнотканые прослойки органов; формирует строму (каркас) большинства органов, образует наружную оболочку сосудов и некоторых полых органов (трахея, пищевод), входит в состав кожи и слизистых оболочек, заполняет пространство между тканями.

Плотная волокнистая соединительная ткань: наблюдается резкое преобладание основного вещества, представленного мощными пучками коллагеновых волокон, между которыми располагаются немногочисленные клетки соединительной ткани. Выделяют две разновидности данной ткани, имеющих различное строение и топографию в организме: оформленная и неоформленная. Неоформленная плотная волокнистая соединительная ткань характеризуется неупорядоченным расположением волокон, которые формируют здесь трехмерную сеть (вязь). Образует сетчатый слой кожи, капсулы различных органов. Оформленная плотная волокнистая соединительная ткань характеризуется строго упорядоченным расположением коллагеновых волокон, между которыми располагаются клетки соединительной ткани. В каждом случае расположение волокон соответствует тем условиям, в каких функционирует данный орган. Пучки коллагеновых волокон придают органам высокую механическую прочность. Оформленная волокнистая ткань образует сухожилия, связки, фасции, фиброзные мембраны, эластический конус гортани и ее голосовые связки, входит в состав стенок артерий эластического типа.

Костная ткань вместе с хрящевой тканью составляет скелетную систему. Состоит из взаимодействующих структур: клеток кости, межклеточного органического матрикса кости (органического скелета кости) и основного минерализованного межклеточного вещества. Клетки занимают всего лишь от 1 до 5% объема костной ткани скелета взрослого человека. Межклеточное вещество представлено органическим межклеточным матриксом, построенным из коллагеновых волокон (30-40% веса кости) и основным минерализованным веществом (55-70% веса кости). Минеральные вещества представлены кристаллами, построенными из кальция и фосфора. Отношение кальций/фосфор в норме составляет примерно 1,3-2,0. Органические вещества придают кости мягкость и эластичность, неорганические – твердость и прочность. Различают несколько видов костной ткани: **1) грубоволокнистая костная ткань** – в ней не выявляется какой-либо специальной ориентировки в расположении клеток и волокон межкле-

точного вещества. Волокна в ней образуют грубые пучки. Этот вид костной ткани у человека встречается в эмбриональном периоде, у взрослых она имеется только в местах прикрепления сухожилий к костям и в заросших черепных швах; **2) пластинчатая (тонковолокнистая) костная ткань** широко распространена у человека. Ее структурной единицей является костная пластинка, в которой параллельно расположенные коллагеновые волокна спаяны минерализованным основным веществом. Внутри костных пластинок или между ними, располагаются клетки костной ткани. Пластинчатая костная ткань образует два вида костного вещества – компактное и губчатое. В губчатом веществе костные пластинки образуют перекладки, соединяющиеся между собой. Это вещество широко представлено в эпифизах длинных трубчатых костей, из него состоят губчатые и плоские кости. В компактном веществе костные пластинки лежат компактно, образуя три слоя; **3) дентин** – по своему составу сходен с костью, но содержит больше неорганического вещества, поэтому тверже. Дентин расположен между эмалью и пульпой зуба. В нем нет лакун. Клетки дентина расположены на его внутренней поверхности, от них отходят пронизывающие зуб кровеносные сосуды и нервные окончания, а также особые отростки, вырабатывающие коллаген. Основная функция дентина – опорная.

Хрящевая ткань – гибкая опорная ткань, состоящая из клеток хрящевой ткани, располагающихся далеко друг от друга, и упругого межклеточного вещества с волокнистыми структурами и основным аморфным веществом. Важнейшее отличие хрящевой ткани от костной – отсутствие внутри хряща нервов и сосудов. Хрящевую ткань можно сравнить с губкой, находящейся между твердыми поверхностями головок костей. Когда сустав находится в состоянии покоя, эта губка пропитана суставной жидкостью. В момент, когда на сустав действует нагрузка, губка выделяет жидкость и смазывает сустав. Как только нагрузка прекращается, жидкость впитывается, и процесс повторяется вновь. В здоровом суставе кости окружены гладкой блестящей хрящевой тканью, которая помогает им скользить, смягчать толчки. Считается, что прочность человеческих суставов превосходит прочность металлических подшипников.

Ретикулярная ткань – имеет сетевидное строение и состоит из отростчатых клеток и ретикулярных волокон, связанных между собой, образуя трехмерную сеть, «пропитанную» полужидким межклеточным веществом. Ретикулярная ткань образует строуму кровотворных

органов (кроме вилочковой железы) и микроокружение для развивающихся в них клеток крови. Кроме того, в небольших количествах присутствует вокруг кровеносных сосудов.

Жировая ткань представляет собой рыхлую соединительную ткань, содержащую большое количество жировых клеток, межклеточного вещества немного. Размер жировой клетки может достигать 1 мм. Они могут накапливать до 62% жира от своей массы, в то время как другие клетки – не более 25%. Располагается в подкожной клетчатке, особенно в нижней части брюшной стенки, на ягодицах и бедрах, где она образует подкожный жировой слой, а также вокруг паренхиматозных и полых органов.

1.3. Мышечные ткани, их характеристика

Мышечные ткани различны по строению и происхождению, их объединяет способность к выраженным сокращениям, благодаря которым они обеспечивают перемещение тела в целом или отдельных его частей, а также и движение внутренних органов.

Они состоят из высокоспециализированных сократительных клеток или волокон, объединенных между собой соединительной тканью. Мышечная ткань обладает свойством возбудимости и сократимости, благодаря которым осуществляются двигательные процессы.

Основные функции мышечных тканей:

сократительная;

участие в теплообмене (телопродуцирующие элементы);

депонирующая (депо углеводов в форме гликогена и кислорода в виде временного комплекса с **миоглобином** – железосодержащий белок мышечных клеток; отвечает за транспорт кислорода в скелетных мышцах и в мышце сердца; обеспечивает связывание кислорода и создание его запаса на момент сокращения мышцы, когда сдавливаются кровеносные сосуды и поступление кислорода снижается).

Основные особенности клеток мышечных тканей – удлинённая форма, наличие продольно расположенных специальных органелл, обеспечивающих сократимость, расположение митохондрий рядом с сократительными элементами, наличие включений гликогена, липидов и миоглобина. Мышечные нити обеспечивают сокращение, которое возникает при взаимодействии в них двух основных мышечных белков – **актина** и **миозина** при обязательном участии ионов кальция.

Митохондрии обеспечивают эти процессы энергией. Запас источников энергии образуют гликоген и липиды.

Существует несколько классификаций мышечных тканей. В основу морфофункциональной классификации положены особенности строения органелл сокращения и функционирования в целом разных типов тканей (рис. 7).



Рис. 7. Морфофункциональная классификация мышечных тканей

Соматические мышечные ткани возникли, вероятно, первыми. Они иннервируются соматической нервной системой. Характер сокращений – произвольный, т.е. их работа контролируется сознанием. Структурная единица: **симпласт** – объединение клеток мышечной ткани, характеризующееся отсутствием клеточных границ и расположением ядер в сплошной массе цитоплазмы.

Висцеральные, или внутренностные, ткани возникли позднее, иннервируются вегетативной нервной системой. Характер сокращений – непроизвольный, т.е. контроль сознания невозможен. Структурная единица – клетка.

Скелетная поперечнополосатая мышечная ткань: основной компонент скелетной мускулатуры, совместно с другими тканями формирует опорно-двигательную систему организма: образует мускулатуру скелета, мышц языка, глаз, глотки верхней части пищевода, гортани и пр. Она состоит из мышечных волокон длиной 10-12 см, диаметр 10-60 мкм. Отдельное мышечное волокно – симпласт – объединение множества клеток – многоядерное волокно, в котором ядра и большинство органоидов общего назначения располагаются по периферии цитоплазмы. В цитоплазме мышечного волокна тончайшие мышечные нити расположены параллельно и образуют темные и светлые участки, которые образуют параллельные полосы, т.е. формируют ис-

черченность. При сокращении между актиновыми и миозиновыми нитями при наличии катализатора – ионов кальция образуются мостики или акто-миозиновые комплексы, что обеспечивает скольжение нитей навстречу друг к другу и их укорочение.

Снаружи мышечное волокно покрыто тонкой соединительнотканной оболочкой, в которой проходят сосуды и нервы. Группы мышечных волокон формируют пучки различного ранга, разделенные прослойками соединительной ткани. Мышечные волокна, соединяясь, образуют пучки, а пучки – мышцы.

Скелетная мускулатура иннервируется двигательными нейронами головного и спинного мозга, т. е. сокращение этих мышц можно сознательно контролировать, при этом характерны мощные, быстрые сокращения, короткий период отдыха и, как следствие этого, быстрое утомление.

Сердечная поперечнополосатая мышечная ткань образует мышечный слой сердца – миокард. В течение жизни (около 70 лет) сердечная мышца сокращается более 2,5 млн раз. Ни одна другая ткань не обладает таким потенциалом прочности. Для этой мышцы характерно быстрое ритмическое сокращение и расслабление, длительный **рефрактерный период** – состояние полной невозбудимости мышечного волокна сразу после сокращения. Поэтому утомление не наступает; клетка не может долго оставаться в состоянии сокращения.

Мышечная клетка – **кардиомиоцит** имеет цилиндрическую или отростчатую форму. Он мельче и короче мышечного волокна скелетной ткани (длина 0,08 мм, диаметр 12-15 мкм). Имеет несколько ядер, они расположены в центре клетки, на концах клетки разветвляются и соединяются друг с другом при помощи особых поверхностных отростков – вставочных дисков. Благодаря этим дискам волокна сердечной мышцы прочно сцеплены друг с другом, и сокращение одного из них передается другим.

Как и скелетная мышечная ткань, сердечная имеет поперечную исчерченность. При большом увеличении видно, что эта исчерченность, также как и в миоцитах скелетной мышечной ткани, обусловлена упорядоченным положением актиновых и миозиновых нитей.

Характерен автоматизм сокращений (кардиомиоциты проводящей системы обладают внутренним свойством генерировать электрические импульсы с определенной периодичностью: именно они задают ритм сокращений сердца). Для клеток характерны циклические изменения метаболизма (в фазу сокращения преобладает катаболизм, в фазу рас-

слабления – анаболизм). И хотя регуляция ткани в целом миогенная, т.е. характерны произвольные сокращения (автоматия) сердечной мышцы, но на скорость сокращений может влиять вегетативная нервная система.

Гладкая мышечная ткань образует мышечную оболочку полых органов (желудка, кишечника, мочеточников, мочевого пузыря, желчного пузыря, матки, семявыносящих протоков и др.), кровеносных и лимфатических сосудов, протоков желез. Например, в стенке кишечника есть наружный продольный и внутренний кольцевые слои, сокращение которых вызывают удлинение кишки и ее сужение. Такая скоординированная работа мышц называется **перистальтикой** и способствует перемещению содержимого кишки или ее веществ внутри полых органов.

Структурной единицей гладкой мышечной ткани является гладкий миоцит (термин «гладкий» означает отсутствие поперечной исчерченности – характерного признака скелетной мускулатуры, обусловленного наличием мышечных нитей). Миоциты веретеновидной формы длиной 10-40 мкм, достигающие иногда до 140 мкм. Наибольшей длины гладкие миоциты достигают в стенке матки – до 500 мкм. Диаметр миоцитов колеблется от 2 до 20 мкм. Цитоплазма в световом микроскопе выглядит однородно, без поперечной исчерченности. Поверхность клетки неровная, имеющая многочисленные складки, углубления, выполняющие роль депо ионов Ca^{2+} – необходимого участника процесса сокращения. В цитоплазме наряду с органеллами общего значения имеется особый опорно-сократительный аппарат, обеспечивающий поддержание формы клетки и ее сокращение. Миоциты объединяются в пучки, между которыми располагаются тонкие прослойки соединительной ткани. В эти прослойки входят ретикулярные и эластические волокна, окружающие миоциты. В прослойках проходят кровеносные сосуды и нервные волокна. Нервные волокна оканчиваются не на поверхности миоцитов, а между ними. Поэтому после поступления нервного импульса возбуждение распространяется диффузно, возбуждая сразу многие клетки.

Гладкая мышечная ткань сокращается постепенно и способна долго находиться в состоянии сокращения, потребляя относительно небольшое количество энергии и не уставая. Такой тип сократительной деятельности называется **тоническим**.

Иннервируются такие ткани вегетативной нервной системой; т.е. сокращения носят произвольный характер, их нельзя контролировать сознательно.

1.4. Нервная ткань, ее характеристика

Нервная ткань – совокупность высокоспециализированных нервных клеток, формирующих органы нервной системы: головной и спинной мозг, нервные узлы и волокна. Обладает уникальными свойствами раздражимости и проводимости.

Основные функции нервной ткани:

рецепторная – обеспечивает получение, переработку и хранение информации из внешней и внутренней среды, восприятие и преобразование раздражителей в нервный импульс и передача его на рабочий орган;

регуляторная – обеспечение согласованной деятельности разных систем органов, приспособление обмена веществ к изменяющимся условиям.

Схема строения нервной ткани представлена на **рисунке 8**.

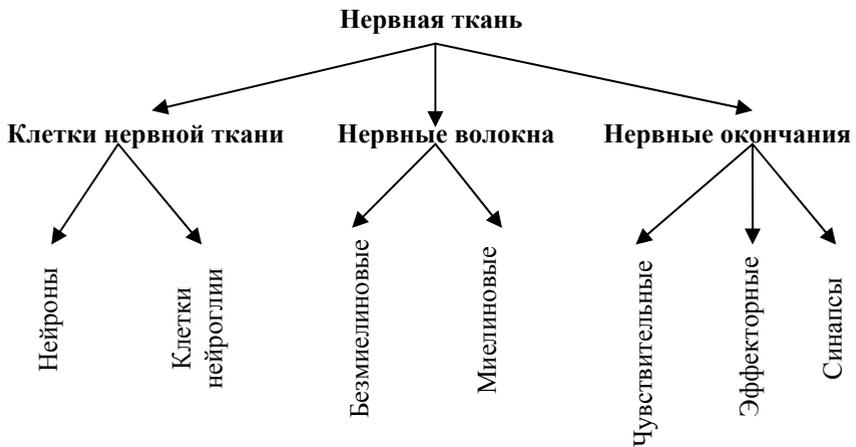


Рис. 8. Схема строения нервной ткани

Нервная ткань состоит из плотно упакованных, связанных между собой нервных клеток – нейронов, которые организуют сложные рефлекторные системы посредством разнообразных контактов друг с другом и осуществляют генерирование и распространение нервных импульсов. Второй тип клеток – клетки нейроглии – выполняет вспомогательные функции, обеспечивая жизнедеятельность нейронов. Нейроны и глиальные клетки образуют глионевральные структурно-функцио-

нальные комплексы. Межклеточные пространства в нервной ткани небольшие. Она содержит и рецепторные клетки. Обычно окружена соединительной тканью, очень богатой кровеносными сосудами.

Клетки нервной ткани: в составе нервной ткани встречаются две разновидности клеток: нейроны (нейроциты) и клетки нейроглии (глиоциты). Количественное соотношение клеточных элементов: 10% нейронов, 90% клеток нейроглии. Нейрон с окружающими его глиальными клетками (комплекс «нейрон-глия») является структурно-функциональной единицей нервной ткани.

Нейроны (нейроциты) – это функциональная единица нервной системы. В организме человека насчитывается более ста миллиардов нейронов, в головном мозге их число достигает около 10 миллиардов клеток.

Главная особенность нейрона – способность генерировать **нервные импульсы** (это электрическая волна, бегущая с большой скоростью по нервному волокну) и передавать возбуждение другим нейронам, мышечным или железистым клеткам рабочих органов. Нервные клетки предназначены для проведения нервных импульсов. Получив информацию на одном участке поверхности, нейрон очень быстро передает ее на другой участок своей поверхности.

Основные функции нейронов:

генерация и проведение нервных импульсов (возбудимость и проводимость);

организация сложных рефлекторных систем посредством разнообразных контактов друг с другом и пространственная и временная суммация нервных импульсов (информации);

трофическая (с помощью специальных белков поддерживает структуру, метаболизм и функционирование ткани на необходимом уровне).

Нейрон состоит из тела диаметром от 3 до 130 мкм, содержащего ядро (с большим количеством ядерных пор), органелл и разных отростков. Отличительной чертой нейрона является наличие **тигроида** или **субстанции Ниссля** (по имени открывшего ее ученого). Тигроид представляет собой комплекс гранулярной эндоплазматической сети и цистерн аппарата Гольджи, окрашивающийся базофильно (т.е. в синий цвет). Тигроид проникает в начальные отделы дендритов, но располагается на заметном расстоянии от начала аксона, что служит гис-

тологическим признаком аксона. Тигроид является показателем функциональной активности нейрона, и в частности, синтеза белка.

Характерной структурной особенностью нервных клеток является наличие у них двух видов отростков – аксона и дендритов (**рис. 9**).

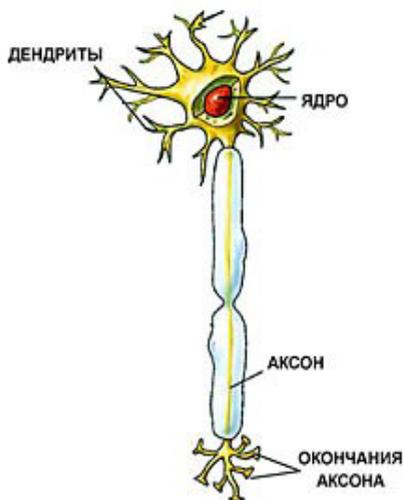


Рис. 9. Схема строения нейрона и его отростков [15]

Аксон – единственный отросток нейрона, обычно тонкий, длинный (до 1,5 м), мало ветвящийся, отводящий импульс от тела нервной клетки. Некоторые аксоны на конце разветвляются (как дендриты) на сотни веточек, каждый из которых соединяется со своим нейроном. В итоге каждый нейрон может посылать сигналы сотням других нейронов точно так же, как и принимать сигналы от тысяч других нейронов. По аксону нейрон передает результирующий импульс другим нейронам, мышечным или железистым клеткам рабочих органов. Аксоны образуют нервные волокна и могут иметь специальную оболочку из миелина.

Дендриты (древopodobные), напротив, приводят импульс к телу клетки, это обычно более толстые и сильно разветвленные отростки (до тысячи ответвлений). Количество дендритов у нейрона колеблется от одного до нескольких десятков в зависимости от типа нейронов. Дендриты не имеют специальной оболочки из миелина. Нейрон может иметь несколько дендритов и обычно только один аксон. Один нейрон может иметь связи со многими (до 20 тысяч) нейронами.

В нервной ткани наблюдается дифференциация нейронов: клетки собираются группами, образуя серое вещество, а волокна идут пучками, образуя белое вещество.

Клетки нейроглии (глиоциты) – сложный комплекс вспомогательных клеток, расположенных между нейронами. Они имеют разное строение и происхождение, но объединены общими функциями.

Глиоциты в 10 раз более многочисленны, чем нейроны. Они располагаются между нейронами, окружают их отростки, образуя нерв-

ное волокно, выстилают полости ЦНС – желудочки головного мозга и центральный канал спинного мозга.

Основные функции клеток нейроглии:

разграничительная и изолирующая (создают механическую поддержку, заполняя большую часть пространства между нейронами);

трофическая (обеспечивает питание нейронов, осуществляя их связь с капиллярами);

гомеостатическая (обеспечивает постоянство межклеточной среды);

фагоцитирующая (поглощение осколков разрушенных клеток и др.);

пластическая (способна к размножению, заполняет “пустоты” на месте погибших нейронов, способствует регенерации отростков нервных клеток);

секреторная – продукция жидкости, заполняющей полости ЦНС;

барьерная – вместе со стенкой кровеносного сосуда создают гематоэнцефалический барьер – структурно-функциональную границу между кровью и нервной тканью.

Нервные волокна – отростки нервных клеток (аксоны) вместе с их оболочками, проводящие нервные импульсы. Формируют белое вещество головного и спинного мозга и периферические нервы.

Нервные волокна обычно имеют толщину 0,5-30 мкм. Длина зависит от размеров животного и может превышать 1 м. В нервном волокне имеются центральная часть – осевой цилиндр, образованный аксоном нервной клетки, и периферическая – окружающие волокно глиоциты. С поверхности к каждому волокну примыкает базальная мембрана с прилегающими к ней коллагеновыми волокнами.

Основные функции нервного волокна:

проведение нервных импульсов;

нейроплазматический ток (по входящим в состав нервных волокон отросткам нейронов в обоих направлениях осуществляется транспорт различных веществ и частиц – рибосом, митохондрий, ферментов, нейромедиаторов).

В зависимости от способа организации оболочки вокруг аксона различают миелиновые (мякотные) и безмиелиновые (безмякотные) волокна.

Безмиелиновые (безмякотные) нервные волокна – тонкие (0,3-1,5 мкм), характеризуются низкой скоростью проведения импульса

(0,5-2,5 м/сек.). Такие волокна характерны для вегетативной нервной системы.

Миелиновые (мякотные) нервные волокна имеют относительно больший диаметр, сложно устроенную оболочку из глиоцитов – шванновских клеток (**рис. 10**). Мембрана шванновской клетки вследствие многократного закручивания вокруг аксона образует многослойную структуру из **миелина** – слоистый белково-липидный комплекс. На границе двух смежных шванновских клеток отсутствует миелиновый слой и образуются **перехваты Ранвье**. Нервный импульс по такому волокну распространяется скачками – от одного перехвата до другого, что обеспечивает высокую скорость проведения возбуждения (до 120 м/сек.). Толщина миелиновой оболочки у разных аксонов различна. Обычно чем длиннее отросток, тем он имеет более толстую оболочку – для лучшей защиты информации и большей скорости ее проведения. Изучение гигантских (диаметром около 800 мкм) нервных волокон у кальмара позволило выяснить ряд общих закономерностей физиологии возбудимых клеточных мембран. Встречаются, главным образом, в соматической нервной системе и также в проводящих путях головного и спинного мозга.



Рис. 10. Схема строения миелинового волокна [16]

Нервные окончания – окончания нервных волокон. Различают три вида нервных окончаний: эффекторы (двигательные), рецепторы (чувствительные) и межнейронные связи – синапсы.

Эффекторы передают нервные импульсы (возбуждение) от нервных клеток к рабочему органу. Бывают двигательными и секреторными. Двигательные окончания представляют собой концевые аппараты аксонов моторных клеток (преимущественно передних рогов спинного мозга) соматической или вегетативной нервной системы, которые подходят к клеткам и контактируют с ними. Двигательные окончания в поперечно-полосатой мышечной ткани называют нервно-

мышечными окончаниями (синапсами) или моторными бляшками. Моторные нервные окончания в гладкой мышечной ткани имеют вид пуговчатых утолщений или четкообразных расширений. Секреторные окончания выявлены на железистых клетках.

Рецепторы представляют собой концевые аппараты дендритов чувствительных нейронов.

Синапсы – место, где контактируют две нервные клетки или нервная клетка с получающей сигнал (нервный импульс) эффекторной клеткой. Синапс выполняет роль своеобразного «передатчика» нервного импульса между нейронами и представляет собой булавовидное расширение аксона передающей клетки (пресинаптическая часть или пресинаптическая мембрана) и дендрита воспринимающей клетки (постсинаптическая часть или постсинаптическая мембрана). Между пресинаптической и постсинаптической частью находится синаптическая щель. Передача нервного импульса в синапсе осуществляется за счет медиаторов (серотонин, дофамин, адреналин, норадреналин, ацетилхолин и др.) или электрическим путем (за счет ионов).

Нейроны посредством синапсов объединяются в нейронные цепи. Цепь нейронов, обеспечивающая проведение нервного импульса от рецептора чувствительного нейрона до двигательного нервного окончания, называется **рефлекторной дугой**.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое ткань? Дайте определение.
2. Что собой представляют эпителиальные ткани? Каковы их особенности и функции?
3. Какие типы эпителиев Вы знаете? Чем они характеризуются?
4. Что собой представляют соединительные ткани? Каковы их особенности и функции?
5. Какие типы соединительных тканей Вы знаете?
6. Из чего состоит мышечная ткань? Каковы ее особенности и функции?
7. Какие типы мышечных тканей Вы знаете? Чем они характеризуются?
8. Что собой представляет нервная ткань? Что такое нейрон? Каково строение нейрона?
9. Что собой представляют клетки нейроглии? Каковы их функции?

Проблемные вопросы и задачи

Задача 1. В современных средствах массовой информации много говорят о применении стволовых клеток, в чем, по вашему мнению, заключаются плюсы и минусы данного метода лечения?

Задача 2. Пофантазируем и предположим, что в организме человека гладкая мускулатура оказалась на месте поперечно-полосатой и стала выполнять ее функции. Каковы были бы последствия этого изменения для организма? Почему Вы так думаете?

Задача 3. Представим, что в организме человека исчезли одновременно все миелиновые нервные волокна. Какие изменения произойдут в работе организма? Как Вы это можете объяснить?

Задача 4. Как Вы думаете, почему в группу «Соединительные ткани» объединены ткани столь разного строения? Как Вы предложите сформировать группы тканей?

Глава 2. СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМ ОРГАНОВ

Орган – часть тела определённой формы и строения, имеющая определённое положение в организме и выполняющая определённые функции. Каждый орган образован определёнными тканями, имеющими характерный клеточный состав.

Система органов – это объединение органов различного строения и локализации, но объединённые выполнением общих функций.

Некоторые органы выполняют несколько функций и относятся к разным системам. Так, вилочковая железа (тимус) является звеном как иммунной, так и эндокринной системы, поджелудочная железа – эндокринной и пищеварительной.

Системы органов формируют целостный **организм человека**.

Постоянство внутренней среды (**гомеостаз**) поддерживается посредством нейрогуморальной регуляции обменных процессов в организме, обеспечиваемой совместной работой нервной и эндокринной систем.

Большая роль в познании организма человека и условий сохранения его здоровья принадлежит наукам – анатомии, физиологии и гигиене.

Анатомия человека – наука о строении тела человека, составляющих его тканей, органов и их систем.

Физиология – наука о функциях целостного организма и его частей, а также механизмах регуляции этих функций.

Гигиена изучает влияние факторов окружающей среды и производственной деятельности на здоровье человека, его работоспособность и продолжительность жизни; она также разрабатывает мероприятия, направленные на оздоровление условий жизни и труда и предупреждение заболеваний человека. Иными словами, эта наука о сохранении и улучшении общественного здоровья.

2.1. Опорно-двигательная система

Опорно-двигательная система – система органов, образующих каркас, придающий форму организму, дающий ему опору, обеспечивающий защиту внутренних органов и возможность передвижения в пространстве. Это самодвижущийся механизм, состоящий из 600 мышц, около 200 костей, нескольких сотен сухожилий. Это функциональная совокупность костей скелета, их соединений и соматической мускулатуры, которая наряду с другими системами органов образует человеческое тело.

Основные функции опорно-двигательной системы:

опорная – фиксация мышц и внутренних органов;

защитная – защита жизненно важных органов (головной мозг и спинной мозг, сердце и др.);

двигательная – обеспечение простых движений и двигательной деятельности; возможна только при условии взаимодействия костей и мышц скелета, потому что мышцы приводят в движение костные рычаги. Большинство костей скелета соединено подвижно с помощью суставов. Одним концом мышца прикрепляется к одной кости, образуя сустав, другим концом – к другой кости. При сокращении мышца приводит кости в движение. Благодаря мышцам противоположного действия кости могут не только совершать те или иные движения, но и фиксироваться относительно друг друга;

рессорная – смягчение толчков и сотрясений;

обменная – участие в обеспечении жизненно важных процессов, таких как минеральный обмен, кровообращение, кроветворение

и другие. Кости и мышцы принимают участие в обмене веществ (кальция и фосфора).

Схематическое изображение функциональной структуры опорно-двигательной системы представлено на **рисунке 11**.



Рис. 11. Функциональная структура опорно-двигательной системы

2.1.1. Костная система – скелет

Скелет (греч. «skeleton» – высохший, высушенный) – совокупность костей, пассивная часть опорно-двигательного аппарата. Состоит из 206 костей, почти все они соединяются в единое целое с помощью суставов, связок и других соединений. Подъязычная кость – единственная косточка, непосредственно не связанная с другими, находится на шее, но традиционно относится к костям лицевого отдела черепа. Она подвешена мышцами к костям черепа и соединена с гортанью.

Изучением костей занимается раздел анатомии – **остеология**. Данный раздел изучает скелет в целом, отдельные кости, костную ткань. Как раздел антропологии изучает закономерности изменчивости скелета в зависимости от половых, расовых и возрастных особенностей и его морфологию.

Функции скелета:

опорно-механическая – поддержка формы тела, обеспечение возможности движения: кости, как рычаги, приводятся в движение

прикрепленными к ним мышцами, что обеспечивает общую двигательную функцию;

защитная – защита внутренних органов;

кроветворная – является местом кроветворения: в костном мозге происходит образование новых клеток крови. Одно из самых распространённых заболеваний, поражающих костный мозг, – лейкоз, часто, несмотря на лечение, приводит к смерти;

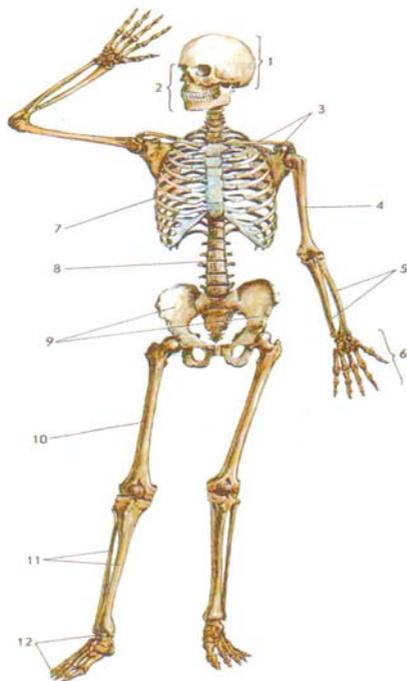
обменная – является хранилищем большей части кальция и фосфора организма, играет важную роль в обмене минеральных веществ.

Отделы скелета человека

В скелете человека выделяют осевой отдел (череп, позвоночник, грудная клетка) и добавочный, в который входят пояса верхних и нижних конечностей и скелет свободной конечности (**рис. 12**).

Рис. 12. Строение скелета человека (вид спереди) [17]:

- 1 – мозговой череп; 2 – лицевой череп;
- 3 – кости пояса верхней конечности (ключица и лопатка);
- 4 – плечевая кость;
- 5 – кости предплечья (локтевая и лучевая);
- 6 – кости кисти (кости запястья, пясти и фаланги пальцев);
- 7 – грудная клетка (ребра и грудина);
- 8 – позвоночник;
- 9 – кости пояса нижних конечностей – тазовые кости (подвздошная, седалищная и лобковая);
- 10 – бедренная кость;
- 11 – кости голени (большая и малая берцовые кости);
- 12 – кости стопы (кости предплюсны, плюсны и фаланги пальцев)



Скелет головы (череп) образован парными и непарными плоскими костями, подразделяется на отделы – мозговой череп и лицевой череп. Череп выполняет защитную функцию, образует вместилища

для органов чувств и окружает начальные участки пищеварительной и дыхательной систем. Кости мозгового черепа образуют черепную коробку, в которую заключен головной мозг.

Позвоночник имеет метамерное (т.е. многократно повторяющееся) строение, состоит из 30-34 позвонков. Выделяют отделы позвоночника: шейный (7 позвонков), грудной (12 позвонков), поясничный (5 позвонков), крестцовый (5 сросшихся позвонков – крестец), копчиковый отдел – (1-5 рудиментарных позвонков). Позвоночник человека имеет изгибы: шейный и поясничный лордозы (изгибы, направленные вперед) и грудной и крестцовый кифозы (изгибы, направленные назад); благодаря изгибам позвоночник представляет собой вертикальную пружину, что способствует амортизации при ходьбе. Размеры тел позвонков закономерно увеличиваются сверху вниз, так как на каждый последующий позвонок приходится все большая опора. Толщина межпозвоночных дисков также закономерно увеличивается сверху вниз для обеспечения амортизации.

Скелет верхних конечностей подразделяется на скелет пояса верхних конечностей (плечевой пояс) и скелет свободной конечности. Скелет пояса верхних конечностей служит для прикрепления свободной конечности к осевому скелету. Включает в себя ключицу и лопатку. Скелет свободной верхней конечности состоит из плечевой кости, двух костей предплечья – локтевой и лучевой, скелета кисти – костей запястья (8 коротких губчатых костей), пясти (5 коротких трубчатых костей) и фаланг пальцев (короткие трубчатые кости; две фаланги в первом пальце и по три фаланги в остальных пальцах).

Скелет нижних конечностей подразделяется на скелет пояса нижних конечностей (тазовый пояс) и скелет свободной конечности. Скелет пояса нижних конечностей включает в себя парные тазовые кости, каждая из которых образуется из трех костей: подвздошные, седалищные, лобковые. У взрослого человека тазовые кости неподвижно соединены между собой и с крестцовым отделом позвоночника. Обеспечивают прикрепление к туловищу нижних конечностей, и являются вместилищем и опорой для ряда внутренних органов. Скелет свободной нижней конечности состоит из бедренной кости, двух костей голени – большой берцовой и малой берцовой, скелета стопы – костей предплюсны (7 коротких губчатых костей), плюсны (5 коротких трубчатых костей) и фаланг пальцев (короткие трубчатые кости; в первом пальце 2 фаланги, в остальных пальцах по 3 фаланги).

2.1.2. Мышечная система

Мышечная система – совокупность мышц и мышечных пучков, объединенных соединительной тканью. Состоит из поперечно-полосатой скелетной мышечной ткани. Является активным звеном в динамической цепи движения, которая, действуя на костные рычаги, изменяет положение тела человека или его частей.

У новорожденных и детей на мышцы приходится не более 20-25% массы тела, а в старости отмечается постепенное уменьшение массы мускулатуры до 25-30% от массы тела. У взрослого человека скелетные мышцы составляют около 40% от массы тела. Так, масса их у мужчин составляет 40-45% (у взрослого мужчины среднего роста – 29-30 кг), у женщин – 30% от массы тела (у взрослой женщины среднего роста – не более 16-18 кг). Всего в теле человека около 500-600 скелетных мышц.

Изучением мышц занимается раздел анатомии – **миология**. Данный раздел изучает особенности строения мышц и расположения мышц у человека.

Функции мышечной системы:

двигательная – осуществляет движение организма;

поддерживают равновесие тела;

участвуют в теплообмене;

депонирующая – является депо углеводов в форме гликогена.

Скелетная мышца – орган, имеющий характерную форму и строение, типичное расположение сосудов и нервов, построенный из пучков поперечнополосатых мышечных волокон, связанных между собой рыхлой соединительной тканью и покрытый снаружи собственной фасцией. При сокращении мышца действует на кости или кожу, к которым она прикрепляется. Сократительную часть мышцы называют телом мышцы. Сократимая часть мышцы, образованная мышечными волокнами, с обоих концов переходит в сухожилие. С помощью сухожилий мышцы прикрепляются к костям скелета. В некоторых случаях (мимические мышцы лица) сухожилия вплетаются в кожу. Сухожилия построены из оформленной плотной волокнистой соединительной ткани, они очень прочны.

Мышечной ткани присущи три физиологических свойства: **возбудимость** – способность на раздражение отвечать возбуждением, **проводимость** – способность проводить возбуждение и **сократимость** –

способность сокращаться. При сокращении мышца укорачивается или в ней развивается напряжение.

В организме скелетные мышцы возбуждаются импульсами, приходящими к ним по двигательным нервам от мотонейронов центральной нервной системы. Аксон, подходя к мышце, ветвится на множество веточек, заканчивающихся концевыми моторными бляшками на мышечных волокнах. Каждый мотонейрон иннервирует от нескольких десятков до нескольких тысяч мышечных волокон. Мотонейрон и иннервируемую им группу мышечных волокон называют **двигательной единицей**. Двигательная единица работает как единое целое, все ее мышечные волокна сокращаются одновременно. Чем более тонкие, точные движения может совершать мышца, тем мельче моторная единица. Следовательно, моторные единицы очень крупные в мышцах ног и мелкие в мышцах рук, особенно в мышцах, управляющих движениями пальцев.

Одиночное мышечное сокращение складывается из трех фаз: скрытого периода возбуждения, периода укорочения и периода расслабления. **Под скрытым периодом возбуждения**, или латентным периодом, понимают время от момента нанесения раздражения до начала ответа на него. **Период укорочения** соответствует сокращению мышцы. В мышце волна возбуждения предшествует волне сокращения. **Период расслабления** может быть разным по продолжительности и соответствует расслаблению мышцы.

Сила мышечного сокращения зависит от силы раздражения. На самый слабый раздражитель, способный вызвать возбуждение, мышца ответит сокращением минимальной силы. Если силу раздражения постепенно увеличивать, то сила сокращения также будет постепенно расти, пока не достигнет определенного максимума, при котором дальнейшее увеличение силы раздражения уже не будет увеличивать силу сокращения.

Отдельные мышечные волокна сокращаются по закону «все или ничего», т.е. на минимальное раздражение они отвечают сокращением максимальной силы, а если раздражение ниже порога, то не отвечают вовсе. Целая мышца, состоящая из множества моторных единиц, усиливает сокращение при увеличении силы раздражения. Если мышцу раздражать серией одиночных ударов тока, т.е. наносить ритмическое раздражение, то возникает длительное укорочение мышцы, которое называют **тетанусом**.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое скелет? Какие функции он выполняет?
2. Какие отделы скелета человека Вы знаете? Каковы особенности каждого отдела?
3. Из какой ткани состоит мышечная система? Какие функции она выполняет?
4. Каково строение скелетной мышцы?
5. Что такое тонус мышцы? Чем он поддерживается?
6. Что такое ритмичность в работе мышцы?

Проблемные вопросы и задачи

Задача 1. Существует гипотеза о том, что дальнейшее историческое развитие человека приведет к значительному увеличению объема его черепной коробки. На каких аргументах основывается это предположение? Согласны ли Вы с этой гипотезой или нет? Дайте обоснованный ответ.

Задача 2. Представьте, что шейные и поясничные позвонки у человека поменялись местами. К каким последствиям это могло бы привести? Какие проблемы возникли бы у человека?

Задача 3. Один человек, наклонившись, легко дотянулся кончиками пальцев до носков своих ботинок. Другой испытуемый. При всем желании сделать этого не смог. В чем причины указанных различий между людьми?

Задача 4. Два человека поспорили, кто из них сможет дольше простоять на одном месте. От каких индивидуальных особенностей скелета могут зависеть победа или поражение в этом споре? Является ли допустимым самостоятельное проведение таких экспериментов? Почему Вы так думаете?

Задача 5. Два человека поскользнулись на льду и упали. Один из них сломал ногу, а другой отделался ушибом. Предположим, что сила удара при падении и его направление были одинаковыми. Можно ли предположить возраст этих людей? Ответ обоснуйте.

Задача 6. Многие люди, к сожалению, сидят неправильно за рабочим столом. Это приводит к нарушению осанки, искривлению позвоночника. Однако степень выраженности этих нарушений у таких людей может быть различной: у одних деформация скелета более заметна, а у других – менее. Объясните, возможные причины этих раз-

личий. Каким образом особенности организма, образ жизни, различные привычки, возраст, профессиональная деятельность могут повлиять на форму позвоночника людей, нарушающих правила посадки за столом.

Задача 7. У человека кости стопы образуют свод. Эта особенность скелета не характерна для обезьян. Объясните причины различий между человеком и нашими ближайшими «родственниками» из животного мира. В чем значение сводчатой формы стопы для человека?

Задача 8. Замечено, что у человека в меньшей степени, чем у обезьян, развиты кости лицевого черепа. Объясните причины этих различий.

Задача 9. У различных людей одинаковые мышцы тела могут существенно различаться по силе. Постарайтесь назвать возможные причины этих различий. Разработайте рекомендации, которые позволили бы постепенно наращивать мышечную силу.

Задача 10. Предположим, что человечество по каким-то причинам переселилось на Луну. Как бы изменилась степень развития скелета и мускулатуры у людей в этом случае? Дайте развернутый аргументированный ответ.

Задача 11. Прекрасный способ развития и укрепления мускулатуры – физические упражнения. Но врачи утверждают, что нагрузки могут принести как пользу, так и вред. Прокомментируйте это утверждение. Приведите необходимые примеры.

2.2. Системы обмена

Системы обмена в организме человека обслуживают процессы обмена веществ. К ним относят системы внутренних органов: пищеварительную, дыхательную и мочевыделительную. Пищеварительная система обеспечивает поступление в организм питательных веществ и выведение непереваренных остатков. Дыхательная – осуществляет процессы газообмена, а именно поступление в организм кислорода и выведение углекислого газа. Мочевыделительная система обеспечивает вывод из организма конечных продуктов обмена.

К системам обмена относят и кожу, которая выполняет целый ряд важнейших обменных функций: экскреторную (избирательное накопление и выделение некоторых конечных продуктов обмена веществ), метаболическую (синтез витамина D, участие в метаболизме гормонов, токсинов), терморегулирующую и др.

2.2.1. Полости тела человека

Полость тела – пространство, ограниченное внутренней поверхностью стенки тела, в которой расположены внутренние органы.

В теле человека выделяют следующие полости: полость мозгового отдела черепа, глазные полости, носовые полости, ротовая полость, грудная полость, околосердечная полость или полость перикарда, брюшная полость, полость таза.

Полость мозгового отдела черепа (рис. 13) заполнена головным мозгом, в котором, в свою очередь, выделяют четыре полости или четыре желудочка.

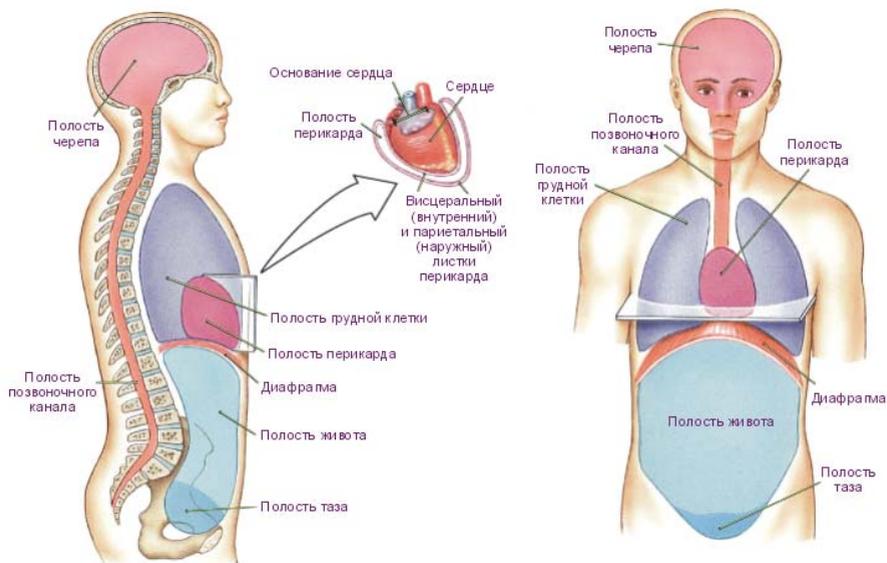


Рис. 13. Полости тела человека [18]

Глазные полости располагаются в лицевой части черепа, здесь располагаются глаза или органы зрения.

Носовые полости располагаются в лицевой части черепа, вместе с носом они образуют начальные органы системы дыхания.

Грудная, брюшная полости и полость малого таза располагаются в теле человека. Органы, расположенные во внутренних полостях тела человека называются **внутренними**, или **внутренностями**. Их изуче-

нием занимается раздел анатомии – **спланхнология** – наука о внутренних органах. К ним относят органы пищеварения, дыхания, мочевую и половую системы. Эволюционно брюшная полость возникла первой, впоследствии у человека и млекопитающих она была разделена грудобрюшной преградой на грудную и на собственно брюшную полости.

Грудная полость располагается в верхней части тела, сверху и с боков ограничена ребрами грудной клетки, снизу отграничена **диафрагмой** – сухожильно-мышечной перегородкой, отделяющая грудную полость от брюшной; она обеспечивает диафрагмальное дыхание, выравнивание давления в грудной и брюшной полостях и пр. Грудная полость содержит околосердечную полость с сердцем и плевральную полость с лёгкими, выстлана **плеврой** – это оболочка, покрывающая легкие и стенки грудной полости.

Околосердечная полость располагается в грудной, между двумя легкими, в ней располагается сердце, окруженное околосердечной сумкой или перикардом.

Брюшная полость, или **полость живота**, – это самое большое полая пространство организма, которое заполнено внутренними органами, за исключением почек, сердца и лёгких. В вертикальном положении тела грудобрюшная преграда или диафрагма отделяет брюшную полость сверху от грудной полости. Спереди брюшная полость ограничена переднебоковыми мышцами живота, сзади – телами поясничных позвонков, мышцами поясницы. Снизу брюшная полость граничит с полостью большого и малого таза. В брюшной полости расположены внутренние органы. Большинство непарных внутренних органов полости живота покрыта брюшиной. Она ограничивает пространство, которое называют **полостью брюшины**, или **брюшинной полостью**. Полость брюшины является частью полости живота. В задних отделах полости живота брюшина отделяет полость брюшины от забрюшинного пространства. В забрюшинном пространстве расположены парные брюшинные органы (почки, надпочечники, мочеточники), крупные кровеносные сосуды и нервные сплетения, окруженные жировой клетчаткой.

Полость таза – анатомическое пространство, ограниченное костями таза. Полость таза содержит репродуктивные органы, мочевой пузырь, прямую кишку и многие другие органы и анатомические образования. В связи с тем, что эти структуры расположены в относи-

тельно небольшом объёме, патологические изменения в одном органе способны оказывать влияние на функцию соседних.

2.2.2. Пищеварительная система

Пищеварительная система представляет собой комплекс органов, осуществляющих процессы пищеварения и обеспечивающий организм человека необходимой энергией и строительным материалом для восстановления и обновления клеток и тканей, постоянно разрушающихся в процессе жизнедеятельности.

Потребляемые человеком пищевые продукты подвергаются в органах пищеварения определенным **видам обработки пищи**:

механическая обработка – заключается в измельчении, перетирании и перемешивании пищи;

химическая обработка – расщепление питательных веществ под действием ферментов пищеварительных желез;

биологическая обработка – происходит под действием микроорганизмов, живущих в кишечнике.

Функции пищеварительной системы:

моторно-механическая – осуществляется за счет мускулатуры пищеварительного тракта, включает в себя измельчение, передвижение и выделение пищи;

секреторная – выработка пищеварительных соков (слюны, желудочного сока, сока поджелудочной железы, кишечного сока, желчи);

всасывающая – всасывание белков, жиров, углеводов, витаминов, минеральных веществ и воды);

защитная – выделение лизоцима слюны, соляной кислоты желудочного сока, обеспечение местного иммунитета.

Пищеварительная система человека представляет собой комплекс внутренних органов расположенных в грудной, брюшной, частично тазовой (полость малого таза) полостях, а также в области головы и шеи.

Пищеварительный канал имеет длину около 8-10 м, и на всем протяжении он образует расширения полости и сужения.

Пищеварительная система состоит из пищеварительной трубки – **пищеварительного канала** (полость рта с находящимися в ней органами, глотка, пищевод, желудок, тонкая, толстая и прямая кишка) и **пищеварительных желез**, расположенных внутри стенок тракта и за

его пределами (слюнные железы, печень, поджелудочная железа), но связанных с ним протоками (рис. 14).

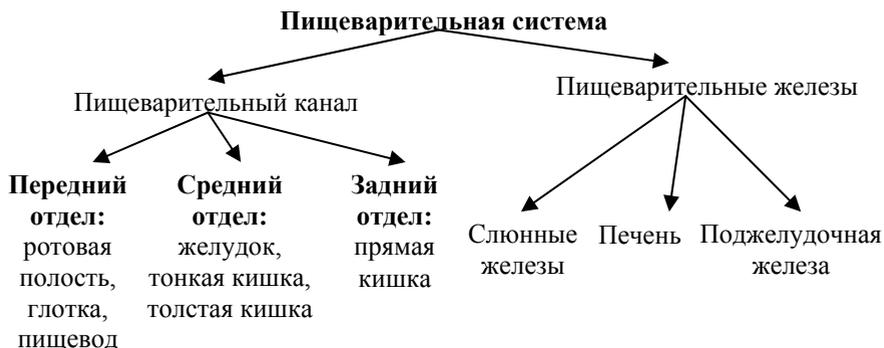


Рис. 14. Функциональная структура пищеварительной системы

Переваривание и всасывание веществ в разных отделах пищеварительного тракта

В ротовой полости определяются вкусовые качества пищи, степень ее пригодности для организма, начинается первичная механическая и химическая обработка пищи. Механическая обработка (измельчение путем разжевывания и формирование пищевого комка) происходит с участием зубов и языка. Пища задерживается в ротовой полости 15-20 с, здесь она пропитывается слюной. Химическая обработка осуществляется ферментами слюны: амилаза расщепляет крахмал до дисахарида – мальтозы, а фермент мальтаза расщепляет ее до глюкозы; муцин придает слюне вязкость, склеивает пищевой ком, что облегчает проглатывание; лизоцим обладает бактерицидными свойствами и препятствует развитию микроорганизмов. Ферменты слюны работают и в желудке, пока пищевой ком не пропитался кислым желудочным соком. В ротовой полости расщепляются только углеводы, другие вещества под действием ферментов слюны не расщепляются. В ротовой полости происходит незначительное всасывание глюкозы, алкоголя и некоторых лекарственных препаратов (валидол, нитроглицерин).

Глотка, пищевод осуществляют продвижение пищевого комка из ротовой полости в желудок. Пища находится здесь недолго, поэтому существенных изменений пищи не происходит. В пищевом комке продолжают действовать ферменты слюны.

Желудок. Пища поступает в желудок, где она подвергается дальнейшей химической и механической обработке. Кроме того, желудок является пищевым депо. Механическая обработка пищи обеспечивается моторной деятельностью желудка, способствует перемешиванию пищи с желудочным соком, продвижению и порционному поступлению содержимого желудка в двенадцатиперстную кишку. Углеводная пища эвакуируется быстрее, чем пища, богатая белками. Жирная пища переходит в двенадцатиперстную кишку с наименьшей скоростью. Время полной эвакуации смешанной пищи из желудка в 12-перстную кишку составляет 6-10 ч. Химическая обработка осуществляется за счет ферментов желудочного сока. **Пепсин** действует в кислой среде и расщепляет белки на пептиды. **Химозин** створаживает белок молока – казеин. **Липаза** имеется в незначительном количестве и расщепляет только эмульгированный жир молока. **Муцин** предохраняет слизистую оболочку желудка от механических и химических повреждений и от самопереваривания. **Соляная кислота** обладает бактерицидным действием, активизирует ферменты. **Лизоцим** обеспечивает бактерицидные свойства желудочного сока. Кроме того, в желудке продолжается гидролиз углеводов под влиянием ферментов слюны. Это становится возможным потому, что пищевой комок, попавший в желудок, пропитывается кислым желудочным соком постепенно. Размельченные и химически обработанные пищевые массы в смеси с желудочным соком образуют жидкий или полужидкий **химус**. При отсутствии в желудке пищи его железы не выделяют сок. Секреция желудочного сока начинается через 5-10 минут после начала еды и продолжается до тех пор, пока в желудке находится пища. Характер секреции (состав сока и скорость его выделения) зависит от качества и количества пищи. В возбуждении желез желудка играют роль и механические раздражители пищи (ее объем и консистенция).

В желудке всасываются некоторые аминокислоты, немного глюкозы, воды с растворенными в ней минеральными солями и довольно существенно всасывание алкоголя.

Тонкий кишечник. Здесь происходят основные процессы переваривания и всасывания пищевых веществ. Особенно велика роль ее начального отдела – двенадцатиперстной кишки, где в процессе пищеварения участвуют панкреатический, кишечный соки и желчь. С помощью ферментов, входящих в их состав, происходит гидролиз белков, жиров и углеводов.

За счет двигательной активности наружных продольных и внутренних (кольцевых) мышц тонкой кишки происходит перемешивание химуса с соком поджелудочной железы и кишечным соком и продвижение химуса по тонкой кишке. Кроме того, в течение всего процесса пищеварения наблюдаются постоянное сокращение и расслабление ворсинок кишки, что обеспечивает соприкосновение их с новыми порциями химуса, улучшает всасывание.

В тонком кишечнике различают три вида пищеварения: полостное, пристеночное и мембранное. **Полостное пищеварение** происходит с помощью ферментов пищеварительных секретов, поступающих в полость тонкой кишки (поджелудочный сок, желчь, кишечный сок). В результате полостного пищеварения крупномолекулярные вещества (полимеры) расщепляются до стадии олигомеров. Дальнейший их гидролиз идет в зоне, прилегающей к слизистой оболочке тонкого кишечника и непосредственно на ней. **Пристеночное пищеварение** происходит в слое слизистых наложений и на поверхности микроворсинок. Слой слизистых наложений состоит из слизи, продуцируемой слизистой оболочкой тонкой кишки и слущивающегося кишечного эпителия. В этом слое находится много ферментов поджелудочной железы и кишечного сока. Питательные вещества, проходя через слой слизи, подвергаются воздействию этих ферментов. Продукты гидролиза поступают на мембраны клеток кишечного эпителия, в которые встроены кишечные ферменты, осуществляющие **собственное мембранное пищеварение**, в результате которого образуются мономеры, способные всасываться. Основное всасывание продуктов гидролиза белков, жиров и углеводов происходит именно в тонком кишечнике. Белки всасываются в виде аминокислот, углеводы – в виде моносахаридов, жиры – в виде глицерина и жирных кислот. Всасыванию нерастворимых в воде жирных кислот помогают водорастворимые соли желчных кислот.

Всасывание зависит от величины всасывающей поверхности. Она велика в тонкой кишке и создается за счет складок, ворсинок и микроворсинок. Слизистая оболочка тонкого кишечника образует складки числом 700-900. Поверхность складок покрыта кишечными ворсинками высотой 0,2-1,2 мм, которые значительно увеличивают всасывающую поверхность слизистой оболочки. Большую роль во всасывании играют сокращения ворсинок, которые натошак сокращаются слабо, а при наличии в кишке химуса – до 6 сокращений в 1 минуту. Функция ворсинок – всасывание питательных веществ, подвергшихся дей-

ствию желчи, поджелудочного и кишечного сока, выделяемого кишечными железами; при этом белки и углеводы всасываются по венозным сосудам и проходят контроль печени, а жиры – по лимфатическим. Число ворсинок больше всего в тощей кишке, где они тоньше и длиннее.

Толстый кишечник. Из тонкой кишки химус переходит в толстую кишку. Роль толстой кишки в процессе переваривания пищи небольшая, так как пища почти полностью переваривается и всасывается в тонкой кишке, за исключением растительной клетчатки. В толстой кишке происходят концентрирование химуса путем всасывания воды и формирование каловых масс. Здесь также происходит всасывание минеральных солей, водорастворимых витаминов, жирных кислот, углеводов.

Моторная функция толстой кишки обеспечивает резервную функцию, т.е. накопление кишечного содержимого и периодическое удаление каловых масс из кишечника. Кроме того, моторная активность кишки способствует всасыванию воды.

Железы слизистой оболочки толстой кишки выделяют небольшое количество кишечного сока (рН 8,5-9,0), который содержит в основном слизь, отторгнутые эпителиальные клетки и небольшое количество ферментов (пептидазы, липаза, амилаза, нуклеаза) со значительно меньшей активностью, чем в тонкой кишке. Однако при нарушении пищеварения вышележащих отделов пищеварительного тракта толстая кишка способна их компенсировать путем значительного повышения секреторной активности. Регуляция сокоотделения в толстой кишке обеспечивается местными механизмами. Так, механическое раздражение слизистой оболочки кишечника усиливает секрецию в 8-10 раз.

В толстом кишечнике человека происходит, прежде всего, **симбионтное пищеварение** за счет ферментов, вырабатываемых симбионтами или микрофлорой толстого кишечника.

Микрофлора (микробиота) – совокупность микроорганизмов (бактерий, грибов и простейших), обитающих в пищеварительном канале человека и находящихся с ним в симбионтных или нейтральных отношениях.

Микроорганизмы, составляющие основу микрофлоры толстого кишечника, представлены бифидобактериями, лактобактериями и кишечной палочкой. У здорового человека нормальная микрофлора представлена в следующем соотношении: на 100 клеток бифидобакте-

рий в толстом кишечнике должно быть 1 клетка лактобактерии, 1-10 клеток кишечной палочки, 1 клетка других микроорганизмов.

Функции кишечной микробиоты:

проявляя выраженный антагонизм по отношению к патогенным бактериям микробиота кишечника, **осуществляет неспецифическую защиту** организма от кишечных инфекций;

оказывает стимулирующее влияние на иммунную систему и таким образом принимает участие в поддержании ее фонового тонуса;

является источником витаминов В₂, В₆, В₁₂, пантотеновой и фолиевой кислот;

вырабатывает ферменты, расщепляющие растительную клетчатку;

нейтрализует некоторые фармакологически активные вещества, поступающие извне или образующиеся в процессе пищеварения;

разрушает избыток пищеварительных ферментов и желчных кислот.

При нарушении состава кишечной микрофлоры развивается заболевание **дисбактериоз** – нефизиологическое изменение качественных и количественных характеристик сообщества микроорганизмов.

Возникновение и развитие дисбактериоза обуславливают ряд внешних и внутренних факторов. **Внешние факторы:** 1) нерациональное питание или строгие диеты; 2) длительный или бесконтрольный прием лекарств (особенно антибиотиков); 3) стресс; 4) резкая смена климата или образа жизни; 5) неблагоприятная экологическая обстановка. **Внутренние факторы:** 1) заболевания желудочно-кишечного тракта; 2) ослабленный иммунитет. **Последствия дисбактериоза:** 1) дисфункции кишечника (боли в животе, диарея, запоры, повышенное газообразование и т.д.); 2) аллергические реакции; 3) частые инфекционные и простудные заболевания; 4) нарушения обмена веществ. **Как избежать дисбактериоза:** 1) устранить причины возникновения дисбактериоза; 2) укреплять иммунитет; 3) следовать рекомендациям по правильному питанию; 4) пользоваться специальными препаратами для восстановления микрофлоры кишечника (по рекомендации врача).

Прямая кишка заканчивается анальным отверстием, через которое производится выведение каловых масс – **акт дефекации**. Перед этим в прямой кишке происходит всасывание воды и минеральных солей и окончательное формирование каловых масс.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое системы обмена? Какие системы органов в них входят?
2. Какие полости выделяют в теле человека?
3. Какие функции выполняет пищеварительная система?
4. Какие отделы входят в состав пищеварительной системы?
5. Какие типы пищеварения Вы знаете?
6. Что такое симбионтное пищеварение? Какого его значение в организме?
7. Перечислите и охарактеризуйте основные этапы процесса пищеварения?

Проблемные вопросы и задачи

Задача 1. В настоящее время широкое распространение получило вегетарианство, т.е. употребление в пищу только растительных продуктов. Как Вы относитесь к идее вегетарианского питания и почему? Дайте обоснованный ответ.

Задача 2. Известно, что белки пищи расщепляются в пищеварительной системе до аминокислот, из которых в клетках образуются белки, свойственные данному организму. Какой биологический смысл заключен в таком сложном превращении? Почему невозможно построение организма человека непосредственно из белков пищи?

Задача 3. Предположим, что врачи обследовали множество людей, каждый из которых чистил зубы два раза в сутки. Как Вы думаете, окажутся ли у всех этих людей абсолютно здоровые зубы? Почему? Какие условия (кроме чистки) влияют на сохранность зубов?

Задача 4. Докажите, что процессы слюноотделения и желудочного сокоотделения регулируются нервной системой.

Задача 5. Печень человека обезвреживает различные вредные вещества. Однако никто из нас не застрахован от отравления ядовитыми веществами, содержащимися в воздухе, воде, продуктах питания. Не противоречат ли эти факты друг другу? Как можно объяснить это «противоречие»?

Задача 6. Внутренняя стенка тонкого кишечника человека имеет множество поперечных складок. В пищеводе таких складок нет. Почему пищевод и кишечник имеют такое разное строение?

Задача 7. Как Вы думаете, можно ли разработать общие универсальные правила питания, которые подошли бы человеку любого воз-

раста, состояния здоровья, половой принадлежности, профессии? Ответ обоснуйте.

2.2.3. Дыхательная система

Дыхательная система представляет собой совокупность органов, обеспечивающих газообмен между организмом и окружающей средой или процессы **дыхания**. Жизнедеятельность организма человека тесно связана с реакциями **биологического окисления** – это совокупность химических реакций окисления, т.е. соединения вещества с кислородом с выделением энергии (медленное горение), протекающее во всех живых клетках и обеспечивающее организм энергией. Для поддержания окислительных процессов необходимо постоянное поступление кислорода и выведение побочного продукта окисления – углекислого газа.

Обмен газов между кровью и воздухом называется **газообменом** и выполняется лёгкими, в норме направлен на поглощение из вдыхаемого воздуха кислорода и выделение во внешнюю среду образованного в организме углекислого газа. Установлено, что взрослый человек делает 15-17 вдохов-выдохов в минуту, а новорождённый ребёнок делает 1 вдох в секунду. Доказано, что взрослый человек выдыхает 4 стакана воздуха в сутки (примерно 800 мл), а ребёнок – около двух (примерно 400 мл).

Функции дыхательной системы:

газообменная;

обонятельная;

голособразование – осуществляется в гортани;

защитная – механическая и иммунная защита от воздействий внешней среды, увлажнение поступающего воздуха, участие в регуляции свертывания крови;

терморегулирующая – выведение из организма избытка тепла с парами воды;

выделительная – удаление из организма паров воды и некоторых летучих метаболитов (аммиак, ацетон, этанол);

метаболическая – участие в липидном и водно-солевом обмене веществ;

депонирующая – в развитой сосудистой системе легких происходит депонирование крови;

эндокринная – эндокринные элементы слизистой оболочки воздухоносных путей являются частью диффузной эндокринной системы.

Систему органов дыхания составляют воздухоносные пути и респираторный отдел (рис. 15).

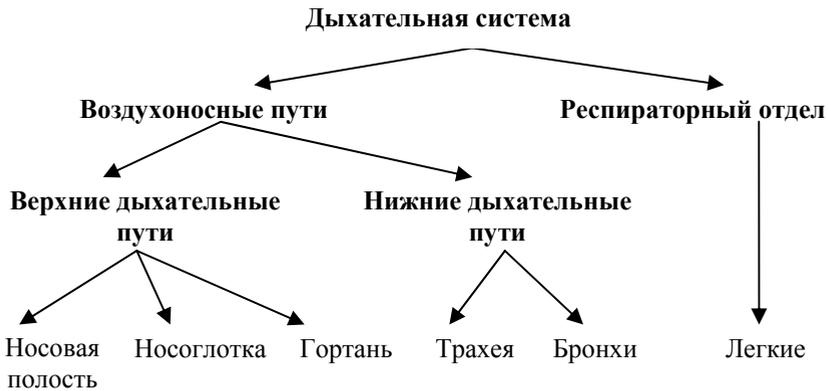


Рис. 15. Функциональная структура дыхательной системы

Воздухоносные пути подразделяются на два отдела: верхние дыхательные пути (носовая полость, носоглотка и гортань), и нижние дыхательные пути (трахея, бронхи). Основная функция дыхательных путей – обеспечение продвижения воздуха, чему способствует наличие костного или хрящевого каркаса, к которому прикрепляется слизистая оболочка, богатая сосудами и железами. Благодаря твердому каркасу стенки дыхательных путей не спадаются, и по ним свободно циркулирует воздух во время дыхания. В воздухоносных путях происходит очищение, увлажнение, согревание вдыхаемого воздуха, восприятие раздражителей, регуляция объема вдыхаемого воздуха, участие в звукообразовании. **Респираторный отдел** представлен легкими, в которых протекают процессы газообмена.

Этапы газообмена. При газообмене с окружающей средой в процессах дыхания выделяют три этапа: внешнее дыхание, газообмен в легких и тканях.

Внешнее дыхание включает процессы вентиляции легких – поступление воздуха в легкие и выхода его обратно. Оно состоит из дыхательных движений, включающих акты **вдоха** (поступление воздуха в легкие) и **выдоха** (выведение воздуха из легких в окружающую среду). Поскольку легкие не имеют собственных мышц, то дыхательные

движения осуществляются пассивно вслед за изменением объема грудной клетки.

Механизм вдоха. При вдохе наружные межреберные мышцы сокращаются, ребра при этом поднимаются, объем грудной клетки увеличивается в поперечном и переднезаднем направлениях. Одновременно купол диафрагмы опускается, объем грудной клетки увеличивается в вертикальном направлении. Расширение грудной клетки, а соответственно, и герметически замкнутой грудной полости приводит к растяжению легких. Внутри понижается давление, что приводит к засасыванию атмосферного воздуха – происходит вдох.

Механизм выхода. Выдох происходит пассивно при расслаблении мышц. Наружные межреберные мышцы расслабляются, ребра опускаются, купол диафрагмы поднимается, объем грудной клетки уменьшается и воздух пассивно выходит из легких. При усиленном выдохе дополнительно сокращаются внутренние межреберные и брюшные мышцы.

Газообмен в легких и тканях. Содержание газов во вдыхаемом и выдыхаемом воздухе неодинаково: во вдыхаемом воздухе содержится около 21% кислорода (O_2), 79% азота, 0,04% углекислого газа (CO_2), небольшое количество водяных паров и инертных газов. Состав выдыхаемого воздуха иной: 16% кислорода, содержание CO_2 увеличивается до 4%, увеличивается содержание водяных паров. В основе газообмена в легких и тканях лежит разница в содержании газов.

Газообмен в легких (рис. 16 А) происходит через стенки альвеол: во время вдоха внутри альвеолы оказывается воздух, в котором содержание кислорода выше, чем в капиллярах. Поэтому кислород через стенку альвеолы и затем стенку кровеносного сосуда поступает в кровь, проникает в **эритроциты** (красные кровяные тельца), где вступает в прочное соединение с **гемоглобином** (железосодержащий красный пигмент крови, находящийся в эритроцитах и выполняющий функции переноса O_2 и CO_2). Углекислый газ, соответственно, переходит из крови в альвеолярный воздух за счет разницы концентраций в крови и в воздухе альвеолы. При выдохе обедненный кислородом и обогащенный углекислым газом воздух выходит в окружающую среду. Насыщенная кислородом и бедная углекислым газом, т.е. артериальная кровь по капиллярам поступает в органы и ткани.

Газообмен в тканях (рис. 16 Б): в тканях кислород из капилляров переходит в тканевую жидкость, где его концентрация более низкая. Из тканевой жидкости он проникает в клетки и сразу вступает в реак-

ции окисления, поэтому в клетках свободного кислорода практически нет. По тем же законам углекислый газ из клеток через тканевую жидкость поступает в капилляры. Там углекислый газ способствует распаду соединения кислород-гемоглобин, и сам вступает в соединение с гемоглобином. Таким образом, в тканях органов происходит превращение артериальной крови в венозную.

В норме взрослый человек совершает примерно 16 дыхательных движений в минуту, во время сна дыхание становится реже – около 12 движений.

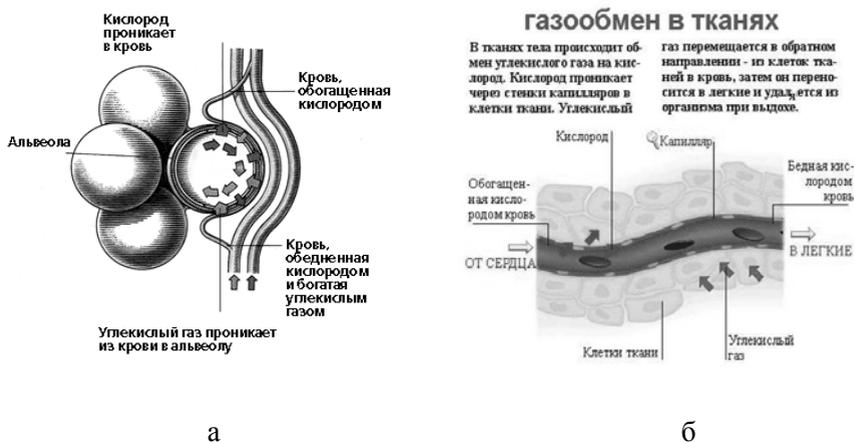


Рис. 16. Газообмен в легких (А) и тканях (Б) человека [19]

Вопросы для самоконтроля

1. Какие функции выполняет дыхательная система?
2. Какие отделы входят в состав дыхательной системы?
3. Из каких этапов состоит процесс дыхания?
4. Каковы механизмы вдоха и выдоха?
5. Как происходит газообмен в легких и тканях?

Проблемные вопросы и задачи

Задача 1. При совершении тяжелой физической работы вентиляция легких у одного человека усилилась за счет увеличения частоты дыхания, а у другого – за счет увеличения глубины вдоха и выдоха.

Почему одна и та же нагрузка вызвала такой разный эффект у этих двух людей?

Задача 2. Известно, что глубоководный ныряльщик должен подниматься к поверхности воды очень медленно. Что произойдет, если нарушить это правило и почему?

Задача 3. Предположите, существует ли связь между степенью возбуждения дыхательного центра головного мозга человека и уровнем его физической активности в данный момент времени. Ваши рассуждения проиллюстрируйте примерами.

Задача 4. Эмбрион человека, находящийся внутри материнского организма, не совершает дыхательных движений. Можно ли предположить на этом основании, что зародыш не испытывает потребности в кислороде? Будет ли это предположение правильным? Какие причины заставляют сделать новорожденного первый вдох?

Задача 5. Известно, что один человек может задерживать дыхание на одну минуту, а другой – на 3-4 или даже на 6 минут. Как можно объяснить эти факты?

Задача 6. Считается, что при интенсивной физической работе потребность организма в кислороде резко увеличивается. Как можно организовать экспериментальную проверку правильности этого утверждения?

2.2.4. Мочевыделительная система

Мочевыделительная система представляет собой комплекс органов, выводящих из организма избыток воды, продукты обмена веществ, минеральные соли, а также ядовитые вещества, поступившие в организм извне или образовавшиеся в нем.

Функции выделения выполняют у человека также легкие (удаляют из организма углекислый газ), железы желудочно-кишечного тракта (выделяют желчные пигменты – продукты расщепления гемоглобина), толстый кишечник (выводит соли кальция и тяжелых металлов), потовые железы кожи (выделяют воду, в которой растворены минеральные соли и продукты обмена, некоторые ядовитые вещества, одновременно обеспечивая терморегуляцию). Однако основными органами, очищающими жидкости (кровь, лимфа) в организме человека от различных веществ, являются почки, которые входят в состав мочевыделительной системы.

Схематическое изображение функциональной структуры мочевыделительной системы человека представлено на **рисунке 17**.



Рис. 17. Функциональная структура мочевыделительной системы

Функции мочевыделительной системы:

выделительная – удаление из организма конечных продуктов обмена и чужеродных веществ (например, мочевины, мочевого кислоты, ацетоновые тела, креатинин – образуются при распаде белков; концентрация этих веществ в почках значительно выше, чем в крови), без этой функции было бы неизбежное отравление организма;

поддержание гомеостаза – химического постоянства, кислотно-щелочного состояния и объема крови и внеклеточной жидкости: осуществляется регуляцией количества воды и солей – поддержание водно-солевого баланса; регулирует кислотно-щелочное равновесие, содержание электролитов; препятствуют превышению нормы количества воды;

эндокринная – выработка ренина и простагландинов (регуляция артериального давления); выработка эритропоэтинов и лейкопоэтинов (регуляция кроветворения);

участие в регуляции фосфорно-кальциевого обмена (посредством образующегося в почках витамина D₃ который усиливает всасывание кальция в кишечнике и способствует его отложению в костях);

участие в регуляции свертывания крови;

обезвреживает ядовитые вещества в случае выхода из строя печени.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие функции выполняет выделительная система?
2. Какие отделы входят в состав выделительной системы?

2.2.5. Кожа и система терморегуляции

Кожа образует наружный покров тела человека. Это самый большой орган человеческого организма: ее вес у взрослого человека составляет 3-5 кг (около 5% от общей массы тела), а площадь достигает 1,5-2,3 м². Производными ее являются железы, волосы и ногти. Кроме того, она представляет собой огромное рецепторное поле в котором сосредоточено до 300 чувствительных нервных окончаний на 1 см² кожи.

С возрастом в коже снижаются процессы регенерации, возрастает восприимчивость к действию повреждающих факторов (в частности, солнечных лучей). В пожилом возрасте уменьшается выделение пота, выработка жировых веществ сальными железами. Иммуные функции кожи также снижаются. Увеличивается потеря витамина Д, что ведет к частым переломам костей. Уменьшается с возрастом содержание в коже воды и клеточных элементов.

Функции кожи:

защитная: механическая (большая прочность), радиационная (благодаря наличию большого числа клеток, содержащих пигмент меланин), химическая (роговой слой эпидермиса обеспечивает устойчивость кожи к действию агрессивных химических факторов), биологическая (кожа вырабатывает и выделяет на поверхность вещества, угнетающие размножение микроорганизмов или уничтожающие их, а также имеет собственный иммунный аппарат);

рецепторная;

выделительная – избирательное накопление и выделение некоторых конечных продуктов обмена веществ;

участие в терморегуляции;

метаболическая – биосинтез витамина D, участие в метаболизме гормонов, токсинов, канцерогенов и др.);

депонирующая – депо крови, углеводов, витаминов, некоторых минеральных компонентов;

дыхательная – заключается в поглощении кислорода и выделении углекислого газа, однако она в целом гораздо менее значительна по сравнению с легочным обменом.

Строение кожи: состоит из трех слоев – эпидермис, дерма или собственно кожа и подкожно-жировая клетчатка (гиподерма).

Эпидермис – поверхностный слой кожи, представлен многослойным эпителием. Толщина его колеблется от 1,3 мм на веках до 4,8 мм

на стопе. Поверхностный слой эпидермиса состоит из мертвых, лишенных ядер клеток, которые в результате воздействия внешней среды постоянно слущиваются и заменяются новыми за счет клеток глубокого слоя непрерывно размножающихся клеток – **росткового слоя**. Затем, перемещаясь вверх, в наружные слои, они уплощаются, теряют ядро и органеллы, содержание воды в них уменьшается. В норме процесс перемещения занимает около месяца. При ранениях, затрагивающих только верхние слои эпидермиса, заживление обычно происходит быстро. Если же рана глубокая и затронут ростковый слой, то затягивается она долго и весьма болезненно, а на месте травмы образуется шрам белого цвета.

В клетках росткового слоя, лежащего на границе с собственно кожей – дермой, в клетках – **меланоцитах** образуется и откладывается пигмент меланин – красящее вещество, от количества которого зависит цвет кожи. Действие солнечных лучей усиливает отложение пигмента, и кожа темнеет (загар). Пигмент не пропускает в организм ультрафиолетовые лучи, избыток которых оказывает вредное влияние на организм.

Дерма, или **собственно кожа**, – средний слой кожи, находится под эпидермисом, и имеет толщину от 0,5 до 2,5 см, образована соединительной тканью, содержащей пучки эластических и коллагеновых волокон, обуславливающих механические свойства кожи. С возрастом, при старении организма количество эластических волокон уменьшается, поэтому у стариков нередко дряблая кожа. Дерма вдаётся в эпидермис многоклеточными выступами – сосочками, образуя **сосочковый слой**. На поверхности кожи этим выступам соответствуют гребешки и борозды, особенно выраженные на ладонях и подошвах, где они образуют характерный для каждого индивидуума рисунок. В дерме проходят многочисленные кровеносные сосуды, нервные волокна, заканчивающиеся рецепторами. В дерме располагаются корни волос, потовые и сальные железы. Здесь находятся и гладкомышечные клетки, местами образующие небольшие пучки. Они оплетают волосные фолликулы и носят название мышц «поднимающих волос». Другие пучки расположены на коже шеи, лба, тыльной поверхности кистей и стоп. Сокращение их, уменьшая приток крови, вызывает появление «гусиной кожи», регулируя тем самым теплоотдачу организма.

Подкожная жировая клетчатка, или **гиподерма**, образована дольками жировой ткани с прослойками рыхлой волокнистой ткани; ее

толщина обусловлена состоянием питания, а общий характер распределения в организме – влиянием половых гормонов. Толщина ее колеблется на разных участках от 2 мм (кожа волосистой части головы, лоб, нос) до 10 см и более (на ягодицах, животе и подошвах). На веках и коже мошонки совсем отсутствует. Выполняет в организме теплоизолирующую функцию, является депо питательных веществ, витаминов и гормонов, обеспечивает подвижность кожи и предохраняет ее и лежащие глубже лежащие ткани от механических повреждений.

Система терморегуляции

Человек относится к теплокровным (гомойотермным) организмам, для которых характерна постоянная температура тела. Однако следует иметь в виду, что строгий температурный режим поддерживается только в так называемом «ядре» тела – комплексе органов, залегающих глубже 8 см от поверхности последнего – ЦНС, внутренние органы, глубокие мышцы. Температура «оболочки» тела – кожи, подкожной жировой клетчатки, поверхностных мышц – в определенной мере зависит от температуры внешней среды. Картина распределения температуры как в пределах «ядра», так и в пределах «оболочки» тела отличается неоднородностью; при этом величина температурных градиентов «ядра», естественно, значительно ниже по сравнению с «оболочкой» (например, в печени – $37,9^{\circ}\text{C}$, в мозге – $37,6^{\circ}\text{C}$, в то время как на коже пальцев ног – $24,4^{\circ}\text{C}$, в подмышечной впадине – $36,6^{\circ}\text{C}$).

Стабильный температурный режим обеспечивается балансом процессов теплопродукции и теплоотдачи. Совокупность регуляторных актов, направленных на поддержание этого равновесия, называется **терморегуляцией**. Система терморегуляции включает управляющее устройство (центр терморегуляции), терморецепторы, объекты управления (рабочие механизмы, определяющие интенсивность теплопродукции и теплоотдачи).

Принцип регуляции. Центр терморегуляции получает информацию от терморецепторов и на ее основании вырабатывает командные решения, благодаря которым деятельность объектов управления изменяется таким образом, что возникает новый уровень теплового баланса. Данная регуляторная система может функционировать в нескольких режимах – в **режиме слежения** (регистрируется изменение температуры среды и до того, как оно отразится на температуре крови, в системе возникают команды, перестраивающие деятельность объектов управления в соответствующем направлении), **по принципу**

рассогласования (изменение температуры крови вызывает изменение деятельности объектов управления), **по принципу прогнозирования досрочного управления** (условные рефлексы), определенные условные сигналы запускают физиологические механизмы системы терморегуляции еще до того, как организм попадает в среду с иной температурой.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие функции выполняет кожа?
2. Каково строение кожи? Какие слои в ней различают?
3. Почему человека относят к теплокровным (гомойотермным) организмам?
4. Опишите основные звенья процессов терморегуляции?
5. Как осуществляется регуляция процессов теплообмена?

Проблемные вопросы и задачи

Задача 1. Кожа человека в момент выполнения тяжелой физической работы нередко краснеет. Объясните, почему это происходит?

Задача 2. Покраснение кожи связано с расширением просветов, находящихся в ней кровеносных сосудов, в связи с чем организм начинает терять больше тепла. При низкой температуре окружающей среды организм должен экономить тепло, значит, просвет кровеносных сосудов должен уменьшаться, а кожа бледнеть. Почему же мы даже зимой, в сильный мороз, постоянно встречаем на улице краснощеких, румяных подростков, тогда как этот факт явно противоречит приведенным выше аргументам?

Задача 3. Предположим, что существует следующая точка зрения: «Для защиты кожи от инфекции нужно перестать мыться, иначе можно случайно смыть защитные вещества, выделяемые покровными клетками и убивающие бактерий. Таким образом, можно нанести непоправимый вред организму». Как Вы относитесь к приведенному выше утверждению и почему?

2.2.6. Обмен веществ

Тело человека, как и других живых организмов на Земле, состоит из неорганических и органических веществ (**рис. 18**).

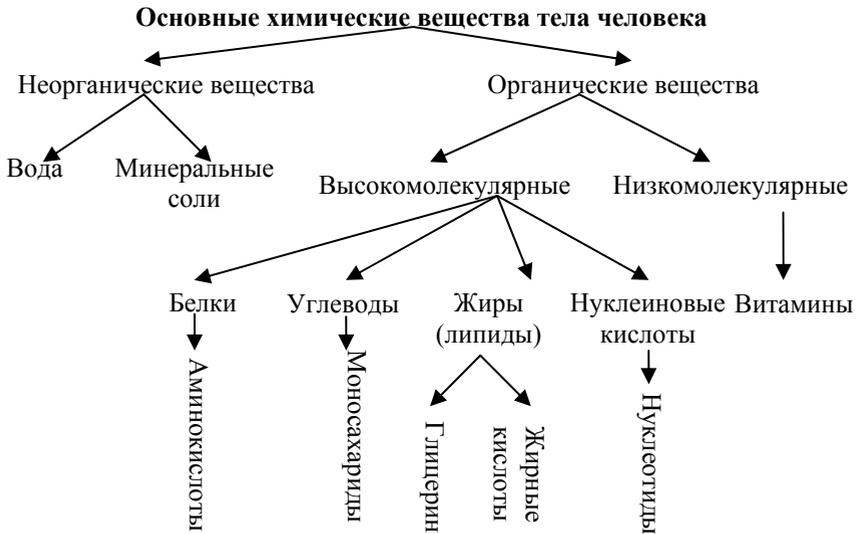


Рис. 18. Химический состав тела человека

Неорганические вещества присутствуют в виде ионов или в составе минеральных веществ. Сюда относятся вода и минеральные соли. Они не обладают высокой энергетической ценностью, однако без них жизнь невозможна. Минеральные соли выполняют строительную функцию в организме, например, входят в состав костной ткани. Кроме того, они включены в кислотно-щелочной и водно-солевой обменные процессы организма. Многие ферментативные процессы невозможны без участия минеральных веществ.

Органические вещества – это разнообразные соединения углерода, входящие в состав тела человека. В зависимости от размеров органические молекулы делят на **низкомолекулярные**, к которым относятся, например, витамины, и **высокомолекулярные** или **полимеры** (белки, углеводы, жиры и нуклеиновые кислоты). Полимеры построены из мономеров, объединенных в цепи: белки – из аминокислот, углеводы или полисахариды – из моносахаридов, жиры – из глицерина и остатков жирных кислот, нуклеиновые кислоты (ДНК, РНК) – из нуклеотидов.

На протяжении жизни человека происходит постоянная гибель одних клеток и замещение их другими, появившимися в результате

деления. Новые клетки образуются из элементов, полученных организмом из окружающей среды, т.е. взятых из пищи. При этом организм постоянно тратит энергию на синтез органических соединений, работу различных органов, транспорт, движение, поддержание постоянной температуры тела и т.д. Энергию он берет, расщепляя составные части пищи, точнее, окисляя их с участием кислорода. В результате этого образуется АТФ – «разменная монета энергии клетки». В дальнейшем клетки, расщепляя АТФ, получают столь необходимую им энергию.

Таким образом, постоянный обмен веществ и энергии с окружающей средой является одним из основных условий существования и жизнедеятельности человека. Количество поглощенной и выделенной организмом энергии равны. Однако форма этих видов энергии существенно различается: организм получает энергию только в доступной для него форме, в то время как выделяет энергию в форме, менее пригодной для дальнейшего потребления.

Обменом веществ (метаболизм) называют сложную цепь превращения веществ в организме, начиная с момента их поступления из внешней среды и кончая удалением продуктов распада. В процессе обмена веществ организм получает вещества для построения клеток и энергию для жизненных процессов.

Различают две стороны обмена веществ:

диссимиляция (катаболизм, энергетический обмен) – процессы разрушения сложных органических соединений до простых, сопровождается освобождением энергии;

ассимиляция (анаболизм, пластический обмен) – процессы синтеза сложных соединений из более простых, сопровождается потреблением энергии.

Питательные вещества, поступившие в организм с пищей, являются генетически чужеродными, поэтому в процессе пищеварения высокомолекулярные вещества расщепляются на низкомолекулярные, пригодные к всасыванию и дальнейшему потреблению организмом. Конечные продукты расщепления всасываются в кровь или лимфу, разносятся по всему организму и могут быть использованы клетками для процессов жизнедеятельности.

В здоровом организме процессы диссимиляции и ассимиляции тесно взаимосвязаны и сбалансированы, что обеспечивает обновление практически всех структур (макромолекул, органелл, клеток, межкле-

точного вещества, многих тканей) и бесперебойное снабжение энергией всех видов работ.

Между интенсивностью энергетического обмена и размерами тела имеется обратная зависимость. Эта закономерность объясняется тем, что у небольших организмов отношение площади поверхности (поверхности теплоотдачи) к массе тела выше, чем у крупных, и, следовательно, для поддержания постоянной температуры тела они должны вырабатывать больше теплоты на единицу массы по сравнению с крупными организмами. В то же время продукция теплоты в перерасчете на 1 м² поверхности тела как у крупных, так и у мелких животных одинакова, из чего был сделан вывод, что интенсивность энергетического обмена определяется величиной поверхности тела.

Обмен веществ и энергии внутри организма и между организмом и окружающей средой находится под сложным контролем со стороны интегрирующих и регуляторных систем – нервной, эндокринной и иммунной.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие вещества входят в состав тела человека?
2. Что такое обмен веществ? Какие два процесса в него входят?

Проблемные вопросы и задачи

Задача 1. Существует мнение, что процесс обмена веществ у человека и многих позвоночных животных в принципе сходен. Докажите или опровергните это, приведите необходимые примеры.

Задача 2. Считается, что процессы ассимиляции и диссимиляции тесно связаны друг с другом. Докажите это утверждение на примере организма человека.

Задача 3. На одном из уроков учащийся высказал мнение, что между гуморальной и гормональной регуляцией функций организма нет никаких различий. Согласны ли Вы с этой точкой зрения? Почему?

2.3. Транспортные системы организма

Транспортные системы в организме человека обеспечивают непрерывную доставку ко всем клеткам и тканям питательных веществ, кислорода, гормонов, а также выведение конечных продуктов обмена

и их доставку к экскреторным органам. Транспортную функцию в организме выполняет кровеносная система, состоящая из сердца и сосудов, по которым движется кровь. При этом кровь находится в постоянном тесном взаимодействии с остальными жидкостями организма (тканевая жидкость, лимфа), образуя внутреннюю среду. Поэтому говорят, что кровеносная система формирует магистрали организма в виде сосудов, а саму транспортировку осуществляют внутренние жидкости.

2.3.1. Внутренняя среда организма

Связь между всеми органами и клетками тела осуществляется через внутреннюю среду организма. Она состоит из тканевой жидкости, лимфы и крови.

Тканевая жидкость – бесцветная прозрачная жидкость, заполняет в организме промежутки между клетками. Она образуется из жидкой части крови – плазмы, проникающей через стенки кровеносных сосудов, и из продуктов обмена, постоянно поступающих из клеток. Кровеносные капилляры не подходят к каждой клетке, поэтому питательные вещества и кислород по законам диффузии вначале поступают в тканевую жидкость, а из нее поглощаются клетками, т.е. через тканевую жидкость осуществляется связь между капиллярами и клетками. Углекислый газ, вода и продукты обмена, образующиеся в клетках, за счет разности концентраций выделяются из клеток сначала в тканевую жидкость, а затем поступают в капилляры. В человеке массой около 70 кг содержится в среднем 10,6 л тканевой жидкости, количество которой поддерживается постоянным благодаря непрерывному обмену с кровью газами, ионами и молекулами воды.

Лимфа – это жидкость желтовато-соломенного цвета, образующаяся из плазмы крови путем ее фильтрации из клеток в тканевую жидкость и затем оттуда в слепо начинающиеся лимфатические капилляры. Обеспечивает обмен веществ между кровью и тканями организма. В лимфатической системе человека 1-2 л лимфы. Лимфа имеет щелочную реакцию ($pH = 9,0$), содержит в 3-4 раза меньше белков, чем плазма крови; высокое содержание воды; отсутствуют эритроциты и тромбоциты.

Кровь – жидкая соединительная ткань, состоит из плазмы и форменных элементов: эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов.

2.3.2. Лимфатическая система

Лимфатическая система развивается в тесной взаимосвязи с венозной системой и имеет с ней общие черты строения (наличие клапанов). По лимфатической системе от органов и тканей в венозную систему оттекает лимфа, движение жидкости происходит как в венах – от тканей к центру.

Функции лимфатической системы:

дренирующая (возвращение тканевой жидкости в кровяное русло);

барьерная (из тканевой жидкости всасываются остатки распавшихся клеток, токсины, инородные частицы, бактерии, вирусы);

защитная (из начальных слепо начинающихся сосудов лимфа переходит во внутриорганные сосуды, которые проходят через **лимфатические узлы** – органы иммунной системы, где задерживаются токсины и образуются лимфоциты);

свертывающая (содержит фибриноген, способствующий свертыванию);

транспорт жиров (лимфа, оттекающая от кишечника, содержит множество жировых капель, которые придают ей беловатый цвет);

транспорт белков (лимфа, оттекающая от печени, содержит белки).

Самые мелкие сосуды лимфатической системы – лимфатические капилляры – располагаются почти во всех органах тела и слепо начинаются в межклетниках. Капилляры объединяются в лимфатические сосуды, которые следуют обычно по ходу вен, направляясь к сердцу. Лимфатические сосуды впадают в два главных лимфатических ствола, расположенных в области грудной клетки, – правый лимфатический проток и грудной проток. Последние впадают в вены вблизи ключицы, объединяя, таким образом, лимфатическую и кровеносную системы. Общими коллекторами лимфы являются два лимфатических протока – правый лимфатический и грудной, которые впадают в вены шеи; при этом правый лимфатический проток собирает лимфу от верхней правой четверти тела, а левый грудной – от трех четвертей. Особенности строения лимфатической системы являются: отсутствие физической замкнутости (представляет собой своего рода дополнительный «отсек» венозной системы); лимфатические капилляры начинаются слепо; на пути лимфатических сосудов «вставлены» лимфоузлы.

По лимфатическим сосудам течет лимфа пассивно, очень медленно со скоростью 4 мм/сек. Движение лимфы осуществляется за счет наличия клапанов, препятствующих ее обратному току и сокращению близлежащих скелетных мышц. Вся лимфа проходит через грудной (основной лимфатический проток) всего 6 раз в сутки. Для сравнения полный оборот крови осуществляется за 20-25 сек. С возрастом скорость движения лимфы падает из-за снижения тонуса лимфатических сосудов и уменьшения мышечной активности самого человека.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие функции выполняет лимфатическая система?
2. Каковы особенности строения лимфатической системы?
3. Что такое лимфа и чем она характеризуется?
4. Как осуществляется движение лимфы по сосудам? Имеются ли возрастные изменения?

2.3.3. Система крови: кровь и органы кроветворения

Система крови человека включает в себя кровь и органы кроветворения, производящие клетки крови и обеспечивающие, в том числе, иммунитет, т.е. одновременно они являются органами иммунной защиты.

Это весьма динамичная система, четко реагирующая на воздействия окружающей среды. Формируется эта система весьма рано, ведь уже к 4-му месяцу утробного развития (до рождения) органы кроветворения (селезенка, красный костный мозг) производят собственные клетки крови плода.

Кровь – жидкая соединительная ткань, состоит из плазмы и клеток крови (форменных элементов): эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов (**рис. 19**).

Количество крови у взрослого человека составляет в среднем 4,5-5,0 л, т.е. 6-8% от массы тела. Каждый день это количество крови проходит через сердце более тысячи раз.

Функции крови:

транспортная (перенос газов (O_2 и CO_2) – дыхательная функция, питательных веществ – питательная функция, конечных продуктов обмена, гормонов – регулирующая);

защитная (лейкоциты способны к фагоцитозу, в плазме крови находятся антитела и другие гуморальные компоненты защитных систем организма);

гомеостатическая (обеспечивает постоянство внутренней среды (кислотность (рН = 7,36 – слабощелочная реакция), осмотическое давление);

свертывающая;

источник всех жидких сред организма (лимфы, тканевой жидкости);

амортизационная;

терморегуляторная (подобно обогревательной системе распределяет тепло по всему организму).

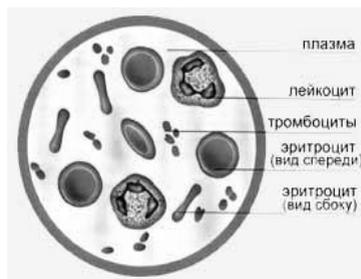
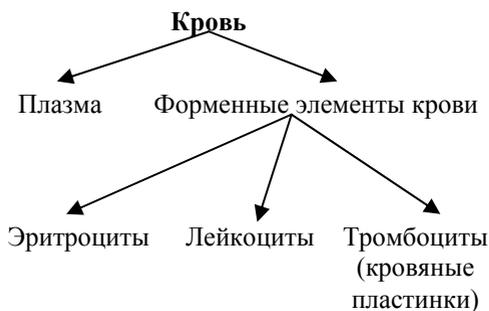


Рис. 19. Функциональная структура крови [20]

Плазма крови – желтоватая полупрозрачная жидкость, рН = 7,36. Состоит из воды (90-92%) и сухого остатка (10-8%), состоящего из органических и неорганических веществ.

Если налить в пробирку немного крови, то через 10 или 15 мин. она превратится в пастообразную однообразную массу – сгусток. Затем сгусток сжимается и отделяется от желтоватой прозрачной жидкости – **сыворотки крови**. Сыворотка отличается от плазмы тем, что в ней отсутствует фибриноген, белок плазмы, который в процессе свертывания (коагуляции) превращается в фибрин. Таким образом, сгусток представляет собой сеть фибрина, улавливающую эритроциты и действующую как пробка, закупоривающая раны.

Форменные элементы крови (рис. 19) включают эритроциты, лейкоциты, тромбоциты. Число форменных элементов крови в едини-

це объема равно: в 1 мм³ эритроцитов – 5-5,5 млн, лейкоцитов – 6-8 тыс., кровяных пластинок (тромбоцитов) – 200-300 тыс.

Эритроциты – безъядерные красные клетки крови диаметром 6-9 мкм двояковогнутой формы, что обеспечивает наибольшее отношение «площадь поверхности/объем» (важно для газообмена); общая площадь поверхности эритроцитов человека составляет около 3800 м². Специфическая форма обеспечивает также прохождение эритроцитов через узкие капилляры. Цитоплазма содержит белок – гемоглобин – сложное органическое соединение, состоящее из белка глобина и небелкового компонента крови – гема, в состав которого входит железо. В легких гемоглобин легко способен присоединять кислород, в тканях – отдает кислород и присоединяет углекислый газ. Эритроциты составляют около 99% всех клеток крови и развиваются в красном костном мозге. Продолжительность жизни эритроцитов 120-130 дней, затем в печени и селезенке они разрушаются, и из гемоглобина образуется пигмент желчи. Процесс разрушения оболочки эритроцитов и выход гемоглобина в плазму крови называется **гемолизом**. Уменьшение числа эритроцитов в крови или понижение содержания в них гемоглобина называют **анемией** или малокровием.

Функции эритроцитов: **1)** транспортная (перенос O₂ и CO₂ путем их обратимого связывания с гемоглобином внутри клетки; перенос аминокислот, липидов, гормонов, минеральных веществ, лекарств благодаря связыванию с поверхностью эритроцита); **2)** определяют группы крови (благодаря белкам в мембране эритроцита); **3)** антитоксическая (связывают токсические вещества и доставляют их к печени, почкам); **4)** обуславливает буферные свойства крови (за счет гемоглобина).

Лейкоциты, или белые клетки крови, содержат ядро, не имеют постоянной формы и способны к активному передвижению. Ядро может быть округлым, в виде почки или многодольчатым. Их размер – от 6 до 20 мкм, т.е. они крупнее эритроцитов. **Основная функция лейкоцитов:** защита организма от бактерий, чужеродных белков, инородных тел. Лейкоциты образуются в разных органах тела: в костном мозге, селезенке, тимусе, подмышечных лимфатических узлах, миндалинах, в слизистой оболочке желудка. Процесс образования лейкоцитов называется **лейкопоз**. Продолжительность жизни большинства из них составляет от нескольких часов до 20 сут., хотя некоторые лимфоциты способны жить более 20 лет. Разрушаются и перевариваются лейкоциты в селезенке. Увеличение количества лейкоци-

тов в крови называется **лейкоцитозом**, уменьшение – **лейкопенией**. В клинике имеет значение не только общее количество лейкоцитов, но и процентное соотношение всех видов лейкоцитов, получившее название **лейкоцитарной формулы**. Врачи следят за количеством лейкоцитов, поскольку любое его изменение зачастую является признаком болезни или инфекции. Эти клетки защищают организм путем **фагоцитоза** (поедания) бактерий или же посредством иммунных процессов – выработки особых веществ, которые разрушают возбудителей инфекций (система антиген-антитело). Лейкоциты действуют в основном вне кровеносной системы, но в участки инфекции они попадают именно с кровью.

Тромбоциты, или **красные пластинки**, в строгом смысле слова не являются клетками, представляют собой отшнуровавшиеся участки цитоплазмы особых гигантских клеток красного костного мозга – мегакариоцитов. Тромбоциты образуются в красном костном мозге и продолжительность их жизни составляет 5-11 сут. Тромбоциты – плоские клетки неправильной округлой формы диаметром 2-5 мкм (приблизительно в 1,5-2 раза меньше эритроцитов), характеризуются двояковыпуклой формой, как правило, не имеют ядра. Имеют место суточные колебания: днем тромбоцитов больше, чем ночью. Увеличение содержания тромбоцитов в периферической крови называется тромбоцитозом, уменьшение – тромбоцитопенией.

Функции тромбоцитов: 1) участие в гемостазе – комплексе реакций организма, направленных на предупреждение и остановку кровотечений. Тромбоциты помогают «ремонтировать» кровеносные сосуды, прикрепляясь к поврежденным стенкам. Так, например, обнаружено, что при повреждении красного костного мозга под действием лекарств, ионизирующего излучения или при раковых заболеваниях происходит снижение содержания тромбоцитов, что служит причиной спонтанных кровотечений;

2) участвуют в свертывании крови, которое предотвращает кровотечение и выход крови из поврежденного кровеносного сосуда. Скапливаясь в области разрыва, они способствуют образованию кровяного сгустка – **тромба**. Тромбоциты содержат большое количество **серотонина** и **гистамина**, которые влияют на величину просвета и проницаемость капилляров.

Свертыванием крови – защитная реакция организма человека, предотвращающая потерю крови при нарушении целостности кровеносного сосуда. Процесс свертывания крови представляет собой цеп-

ную реакцию (каскадный механизм) и является важным защитным свойством организма, предохраняющим его от кровопотерь.

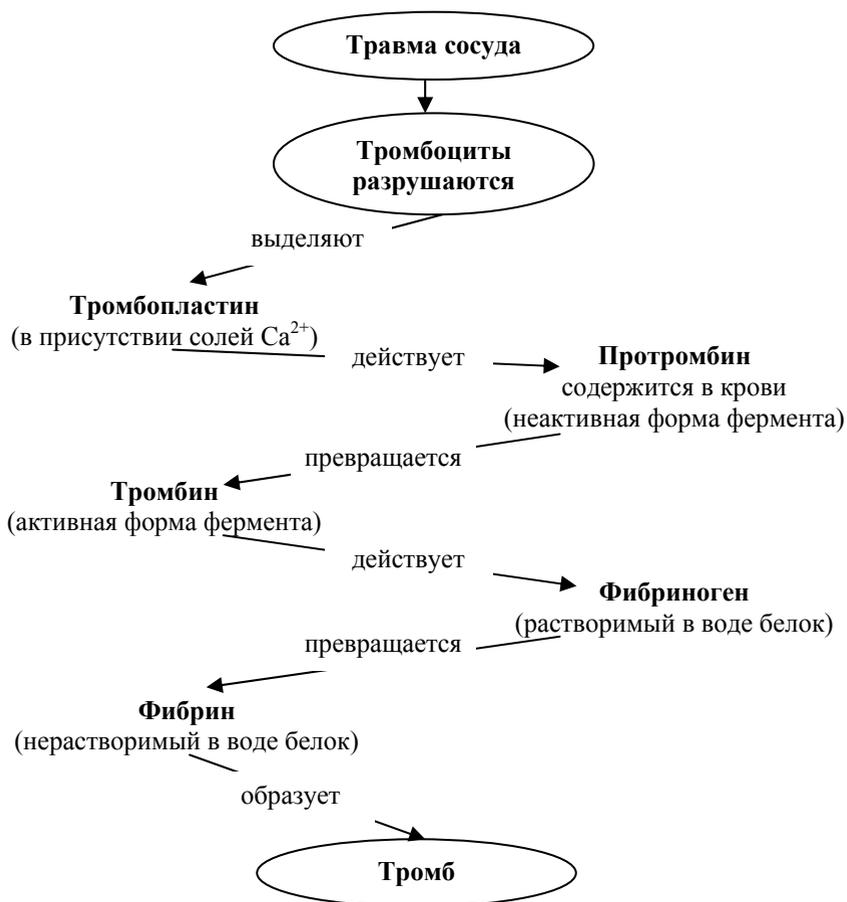


Рис. 20. Схема свертывания крови

Поэтапная схема свертывания крови человека представлена на **рисунке 20**. Процесс свертывания крови начинается с повреждения кровеносного сосуда. В этом месте происходит разрушение тромбоцитов, из которых выделяется фермент тромбопластин. В крови имеется неактивный фермент протромбин, который поступает в кровь из печени и костного мозга, где он вырабатывается при участии витамина К. Выделившийся тромбопластин с участием солей кальция действует на

протромбин и превращает его в активный фермент тромбин, который, в свою очередь, действует на содержащийся в крови жидкий белок фибриноген и переводит его в нерастворимый фибрин. Нити фибрина служат основой тромба и представляют собой сеть, в которой «застревают» клетки крови. При этом из разрушенных тромбоцитов выделяются вещества, способные вызывать сокращение фибриновых нитей. В результате из сгустка выдавливается плазма, сгусток отвердевает и стягивает края раны, способствуя остановке кровотечения – гемостазу. Кровь человека, извлеченная из кровеносных сосудов, в норме сворачивается за 5-12 мин. Люди, у которых кровь не обладает способностью свертываться, страдают тяжелым заболеванием – гемофилией.

Переливание крови. Группы крови. Резус-фактор

Переливание крови делается при кровопотерях и некоторых заболеваниях. Однако кровь одного человека не всегда совместима с кровью другого.

Человек, дающий кровь для переливания, является донором, а тот, которому вливают эту кровь, называется реципиентом. Донорские эритроциты могут склеиваться в комочки, которые закупоривают мелкие сосуды и нарушают кровообращение. Склеивание эритроцитов в комочки называется агглютинация. Она происходит в том случае, если на поверхности эритроцитов донора имеются специальные белки – агглютиногены, а в плазме крови реципиента находится особые склеивающие белки – агглютинины. Известны два вида агглютиногенов в эритроцитах: их обозначают буквами А и В; и два вида агглютининов в плазме крови: α и β . Склеивание произойдет в том случае, если агглютиноген А встречается с агглютинином α , а агглютиноген В – с агглютинином β , так называемые одноименные агглютиногены и агглютинины. У разных людей в крови есть те или иные агглютиногены и агглютинины, и в связи с этим кровь всех людей разделена на 4 основные группы: I (0), II (A), III (B), IV (AB).

Знание групп крови служит научной основой ее переливания. В настоящее время отдается предпочтение переливанию крови одной группы, т.к. при этом исключается возможность возникновения нежелательных иммунных реакций. Однако, учитывая, что при переливании небольших доз крови агглютинины плазмы крови донора настолько сильно разбавляются кровью реципиента, что теряют способность склеивать эритроциты последнего, то по жизненным показаниям возможно переливание и не совпадающих групп крови.

При переливании следует учитывать свойства сыворотки реципиента и эритроцитов донора: агглютиногены эритроцитов донора не должны соответствовать агглютиниnam плазмы реципиента, в противном случае произойдет массовое склеивание (агглютинация) эритроцитов, развитие шока и смерть организма. Сыворотка донора во внимание не принимается, т.к. поступая в кровяное русло реципиента, она теряет свои агглютинирующие свойства, поскольку разбавляется. В **таблице 1** показаны группы крови и варианты их переливания от донора к реципиенту.

Таблица 1

Переливание крови (по группам) [6]

Агглютинины (реципиента)	Агглютиногены (донора)			
	I(0)	II (A)	III (B)	IV (AB)
I (альфа и бета)	+	–	–	–
II (бета)	+	+	–	–
III (альфа)	+	–	+	–
IV (0)	+	+	+	+

Кровь I группы можно вводить любому реципиенту, поэтому людей с I группой крови называют универсальными донорами. Но им самим можно вводить кровь только первой группы. Кровь I группы у 40-50% населения.

Кровь II группы можно переливать людям со II или IV группами. Людей со II группой примерно 20-30%.

Кровь III группы можно переливать людям с III или IV группами. Людей со III группой примерно 20%.

Кровь от донора IV группы можно переливать только лицам данной группы, но им самим можно переливать кровь всех четырех групп, поэтому людей с IV группой крови называют универсальными реципиентами. Кровь IV группы встречается у 5-10% населения.

Резус-фактор – специфический белок, на поверхности эритроцитов, наличие которого также учитывается при переливании крови. Впервые был обнаружен в 1940 г. докторами К. Ландштейнером и А. Винером у макак-резусов. Отсюда такое название данного фактора крови.

При наличии этого белка говорят о положительном резус-факторе, который обозначают Rh +, он присутствует у 85% людей. У 15% людей этот белок на поверхности эритроцитов отсутствует. В этом случае говорят об отрицательном резус-факторе и обозначают его Rh –.

Органы кроветворения и иммунной системы

Кроветворение (гемопоз) – процесс образования, развития и созревания клеток крови. Процесс образования эритроцитов называется эритропоз, лейкоцитов – лейкоцитопоз, тромбоцитов – тромбоцитопоз. Лейкоцитопоз, в свою очередь, в зависимости от типа образующихся клеток, включает в себя гранулоцитопоз (образование и развитие гранулоцитов: нейтрофилов, эозинофилов, базофилов), моноцитопоз (образование и развитие моноцитов) и лимфопоз (образование и развитие лимфоцитов).

Процессы кроветворения осуществляются в кроветворных органах, которые образуют систему органов кроветворения. Все органы кроветворения располагаются в разных местах, но формируют собой общую систему по причине постоянного передвижения и обновления крови, которая несет питательные вещества в лимфатическую и тканевую жидкости.

Будучи единой как система, в функциональном отношении отдельные ее органы существуют весьма независимо. Это позволяет большинству современных авторов дополнительно выделять иммунную систему (лимфоидные органы), которая отвечает за формирование иммунитета организма. Но и в этом случае, органы кроветворения и иммунной системы тесно связаны общностью развития, строения и выполняемых функций.

В зависимости от их отношения с клетками иммунной системы все органы кроветворения разграничиваются на две категории (**рис. 21**)

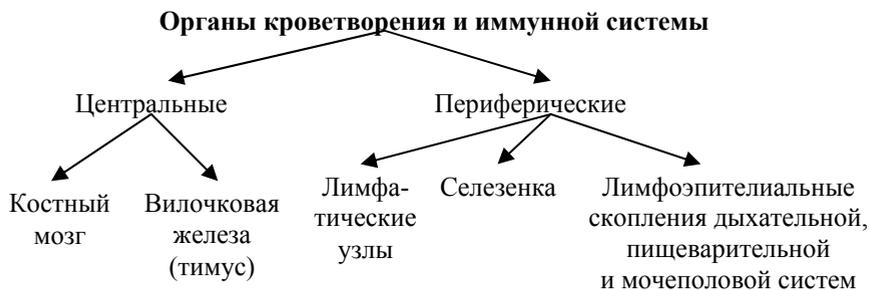


Рис. 21. Классификация органов кроветворения

Общие функции органов кроветворения:

образование и развитие форменных элементов крови;

утилизация продуктов распада клеток крови;

иммунная – органы кроветворения образуют защитный комплекс, который противостоит внешним неблагоприятным условиям; обеспечивают работу иммунитета, направленную на защиту организма; осуществляют проверку целостности и работы всех составляющих организма, функция основана на способности иммунных клеток ограничивать здоровые и «родные» структуры организма от инородных патологических субстанций;

защитная – реакции защиты организма работают по двум направлениям – выявление и разрушение всех патологических субстанций, (вирусов, бактерий, паразитов) ликвидация продуктов их обмена;

поддержание генетического гомеостаза организма (обеспечивают генетическую «чистоту», уничтожая клетки собственного организма с искаженной вследствие мутаций антигенной структурой).

Иммунитет – это невосприимчивость организма к веществам, обладающим чужеродными (антигенными) свойствами (бактерии, вирусы, паразиты, собственные клетки с измененной в результате мутации структурой, раковые клетки). Защитные реакции организма, осуществляемые органами иммунной системы и направленные на поддержание его целостности, называются **иммунными реакциями**.

В иммунной реакции принимают участие клетки-фагоциты (**клеточный иммунитет**) и химические соединения – антитела – специальные белки, вырабатываемые в ответ на появление в организме чужеродных белков (**гуморальный или химический иммунитет**) (рис. 22).

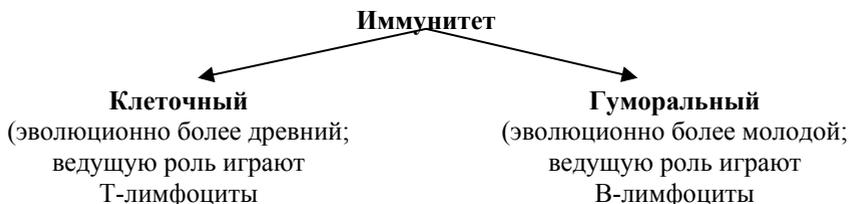


Рис. 22. Классификация типов иммунитета в зависимости от физиологического действия

В плазме крови антитела склеивают чужеродные белки или расщепляют их. Все антитела специфичны: они активны только по отно-

шению к определенным микроорганизмам или их токсинам. Если в организме человека есть специфические антитела, он становится невосприимчив к инфекционным заболеваниям.

В зависимости от происхождения выделяют иммунитет врожденный и приобретенный (рис. 23).

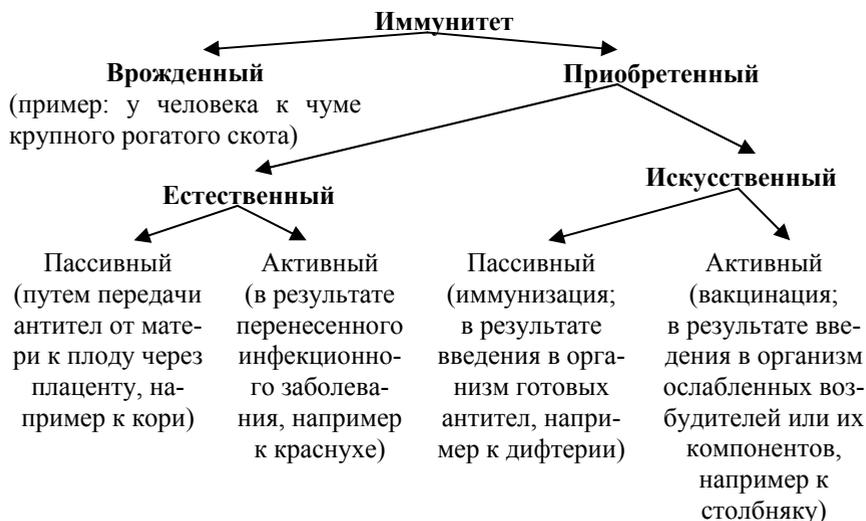


Рис. 23. Классификация типов иммунитета в зависимости от происхождения

Врожденный иммунитет обеспечивает невосприимчивость к тому или иному заболеванию с момента рождения и наследуется от родителей.

Приобретенный иммунитет появляется после перенесения какого-либо инфекционного заболевания, когда в ответ на попадание чужеродных белков данного микроорганизма в плазме крови образуются антитела.

Естественный пассивный иммунитет. При иммунитете этого типа антитела передаются от одного индивидуума к другому при рождении. Такой иммунитет обеспечивает лишь кратковременную защиту от инфекций, так как количество антител и защитное действие их постепенно уменьшается. Примером иммунитетом этого типа является иммунитет новорожденного. Антитела матери могут проходить через плаценту и попадать в организм плода, обеспечивая ребенку защиту

до тех пор, пока не сформируется полностью его собственная иммунная система.

Естественный активный иммунитет: при инфицировании каким-либо антигеном в организме вырабатываются собственные антитела. Иммунитет этого типа эффективен и сохраняется, как правило, в течение длительного времени, а иногда и на всю жизнь.

Искусственный пассивный иммунитет создается искусственно, путем введения готовых антител. Для этого выделяют антитела, образовавшиеся в организме одного индивидуума, и вводят их в кровь другому индивидууму того же или иного вида. Например, специфические антитела против столбняка или дифтерии получают от лошадей, а затем вводят их людям. Эти антитела действуют профилактически, предупреждая заболевание. Он сохраняется 4-6 недель, а затем антитела постепенно разрушаются, иммунитет ослабевает и для поддержания иммунитета необходимо повторное введение иммунной сыворотки.

Искусственный активный иммунитет создают, вводя в организм небольшое количество антигена. Небольшая доза вводимого антигена обычно не представляет опасности, так как для этого используют убитый или ослабленный антиген. Против этих ослабленных микроорганизмов в крови также вырабатываются антитела, нейтрализующие продукты жизнедеятельности живых возбудителей. Такой иммунитет обычно сохраняется годами.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие Вы знаете виды жидкостей во внутренней среде организма человека?
2. Какие функции выполняет кровь?
3. Из каких компонентов состоит кровь?
4. Что такое эритроциты? Каковы их строение и функции?
5. Что такое лейкоциты? Каковы их строение и функции?
6. Что такое тромбоциты? Каковы их строение и функции?
7. Что такое свертывание крови? Каков механизм этого явления?
8. Какие Вы знаете группы крови у человека? Каковы основные правила при переливании крови?
9. Что такое резус-фактор?
10. Какие функции выполняют органы кроветворения?
11. Какие органы кроветворения Вы знаете? Из чего они состоят?
12. Какие типы иммунитета Вы знаете?

Проблемные вопросы и задачи

Задача 1. На основании чего можно было бы утверждать, что клетки крови – живые? Какие наблюдения и эксперименты могли бы быть произведены с этой целью?

Задача 2. Известно, что между клетками плоского эпителия мало межклеточного вещества, а между клетками крови – много. В чем заключаются возможные причины этих различий?

Задача 3. Строение клеток крови у человека и многих позвоночных животных в принципе одинаковое. Можно ли это сходство считать случайным? Что оно может означать?

Задача 4. Замечено, что не все члены семьи, контактирующие с родственником – инфекционным больным, впоследствии заболевают сами. Объясните, почему такое возможно.

Задача 5. Известно, что одни члены семьи могут болеть часто, а другие – редко, хотя и живут в одной квартире. Объясните причины таких различий.

Задача 6. Одно из опасных заболеваний человека – малокровие. Каковы возможные причины возникновения этого заболевания? Предложите некоторые способы профилактики этой болезни.

Задача 7. Иногда приходится слышать, что иммунитет не всегда оказывается полезным для человека. Приведите примеры, подтверждающие это. Как можно поступить в ситуациях, когда иммунитет «работает» против человека?

Задача 8. Зрелые эритроциты человека не имеют ядер. Объясните этот странный факт, опираясь на знания о функциях крови.

Задача 9. Предположим, что в крови человека медики обнаружили резкое увеличение количества лейкоцитов. Каковы могут быть причины этого явления? Должно ли это вызывать беспокойство у обследованного человека?

Задача 10. Известно, что по отношению к одним заболеваниям человек может сохранять иммунитет на протяжении всей жизни, а другими болеет многократно. Как можно объяснить этот факт?

Задача 11. У человека обнаружено нарушение процесса свертывания крови. Какие причины могли привести к этому нарушению? Каковы его возможные последствия для организма? Определите направление дальнейших исследований, которые помогли бы медицинским работникам определить причину этого заболевания.

2.3.4. Система кровообращения

Система крови может выполнять свои разнообразные функции, только находясь в постоянном движении. Движение крови по сосудам в организме называется **кровообращением**. Непрерывное движение (циркуляция) крови в организме обеспечивает система органов кровообращения – сердце и сосуды (артерии, капилляры, вены), поэтому часто ее называют сердечно-сосудистой. Раздел анатомии человека, изучающий строение и работу сосудов, а также их заболевания и методы лечения, называется **ангиология**.

Функции системы кровообращения:

интегрирующая (обеспечивает единство внутренней среды организма благодаря постоянной циркуляции метаболитов и регуляторных агентов (гормонов);

транспортная (доставка кислорода и питательных веществ к тканям, удаление промежуточных и конечных продуктов обмена, углекислого газа);

участие в регуляции внешнего и внутреннего обмена (посредством контролирования транспорта веществ через стенку капилляров). Схематичное изображение функциональной структуры системы кровообращения представлено на **рисунке 24**.



Рис. 24. Функциональная структура сердечно-сосудистой системы

Сердце является центральным органом кровеносной системы, работающим как насос, благодаря его ритмическим сокращениям кровь движется по сосудам. Это полый конусообразный мышечный орган массой 250-350 г; располагается в грудной полости позади грудины в средостении. На поверхности сердца заметны две продольные борозды: левая продольная и правая продольная, и одна поперечная – венечная борозда, расположенная кольцеобразно; вдоль них проходят собственные сосуды, питающие ткани самого сердца. Этим бороздам

соответствуют перегородки, разделяющие сердце на четыре отдела: продольные перегородки делят сердце на левую и правую половины, а венечная борозда делит сердце на верхнюю камеру – предсердия и нижнюю – желудочки. Предсердия и желудочки соединены между собой предсердно-желудочковыми отверстиями. Предсердия располагаются в основании сердца, желудочки занимают большую часть сердца, верхушка сердца принадлежит левому желудочку. Из правого желудочка выходит ствол легочных артерий – он размещается в основании сердца. Сзади от ствола легочных артерий лежит аорта, начинающаяся от левого желудочка. В правое предсердие впадают верхняя и нижняя полые вены, в левое – легочные вены.

Ток крови только в одном направлении обеспечивается **клапанным аппаратом сердца**. Этот аппарат состоит из предсердно-желудочковых (створчатых) и полулунных клапанов. В правом желудочке предсердно-желудочковое отверстие закрывает трехстворчатый клапан, состоящий из трех створок – складок внутренней оболочки сердца – эндокарда. Створки клапана крепятся сухожильными нитями к сосочковым мышцам желудочка. В левом желудочке – двухстворчатый клапан (митральный) – имеет две створки и также крепится прочными сухожильными нитями к сосочковым мышцам левого желудочка. При сокращении предсердий створки провисают внутрь желудочков, и кровь из предсердий переходит в желудочки. При сокращении желудочков кровь давит на створки клапанов, они поднимаются и захлопываются, обеспечивая ток крови только в одном направлении. Натяжение сухожильных нитей предотвращает выворачивание створок в полость предсердий. Кровь выталкивается из желудочков в сосуды – аорту и легочную артерию. В местах выхода этих сосудов из желудочков находятся полулунные клапаны (аортальный клапан и клапан легочной артерии), имеющие вид трех кармашков, прижимающиеся к стенкам сосудов, пропуская кровь в сосуды. При расслаблении желудочков те же клапаны закрывают просветы сосудов, препятствуя обратному току крови.

Работа сердца складывается из ритмично сменяемых друг друга сердечных циклов. **Сердечным циклом** называют период от одного полного сокращения предсердий до другого. Время одного сердечного цикла в среднем 0,8 сек.

В каждом цикле различают три фазы:

1) сокращение предсердий – **систола предсердий** – 0,1 сек.: происходит сокращений предсердий и вся кровь переходит в желудочки;

2) сокращение желудочков – **систола желудочков** – 0,3 сек.: предсердия расслабляются, а оба желудочка, сокращаясь, выбрасывают кровь в аорту и легочный ствол;

3) общее расслабление сердца – **общая диастола** – 0,4 сек.: во время общей паузы расслаблены и предсердия и желудочки, и кровь заполняет все отделы сердца.

При каждом сокращении оба желудочка выбрасывают в аорту и легочную артерию одинаковое количество крови (в среднем около 70 мл), которое называется **систолическим (ударным) объемом крови**. У тренированных людей при физической работе систолический объем крови возрастает до 200 мл и более. В норме частота сердечных сокращений (ЧСС) взрослого человека составляет 60-80 ударов в минуту, у спортсменов – 40-50, у новорожденного – 140. Объем крови, выбрасываемой сердцем за одну минуту, называется **сердечным выбросом**, или **минутным объемом кровотока**. В покое он составляет 4,5-5,0 л. При напряженной физической работе сердечный выброс может достигать 20,0-30,0 л. В состоянии покоя сердце сокращается в среднем 60-80 раз в минуту. Частота сокращений выше 90 носит название **тахикардии**, а ниже 60 – **брадикардии**.

Строение кровеносных сосудов

Кровеносные сосуды – полые трубочки различного диаметра, которые, не прерываясь, переходят в другие и образуют замкнутую кровеносную систему, по которой течет кровь под действием сердечных сокращений. В соответствии с направлением движения крови и особенностями строения стенок сосудов их делят на артерии и вены, между которыми располагается соединяющее их микроциркуляторное русло (артериолы, вены, капилляры, анастомозы).

Артериями называют сосуды, по которым кровь течет от сердца к органам. Самый крупный артериальный сосуд – аорта. В органах артерии делятся на сосуды более мелкого диаметра. Самые мелкие из артерий называются артериолами, которые, в свою очередь, распадаются на тончайшие сосуды – капилляры. Стенка артерий состоит из трех слоев: наружный – соединительнотканый слой; средний – представлен слоем гладкой мышечной ткани, и внутренний – представляющий собой слой плоских, плотно прилегающих клеток плоского эпителия – эндотелия. Эластические волокна соединительной ткани и мышечная оболочка придают стенкам артерий прочность и упругость.

Вены – это сосуды, по которым кровь оттекает от органов и тканей к сердцу. Их стенки, так же как и у артерий, состоят из трех слоев, однако они тоньше и беднее эластическими волокнами, вследствие чего могут спадаться. Большинство вен имеют клапаны, называемые **полулунными**, которые препятствуют обратному току крови. Благодаря своей высокой растяжимости вены способны вмещать большие объемы крови. Поэтому некоторые из них (вены печени, органов брюшной полости, подкожно-жировой клетчатки) могут выполнять функцию депо крови.

В связи с прямохождением у человека увеличилась гидростатическая нагрузка на **вены нижних конечностей**. С этим связаны особенности структурной организации вен:

- наличие гладкой мускулатуры во всех оболочках;
- наличие клапанов;
- слабое развитие наружной и внутренней эластических мембран;
- наличие у крупных вен так называемых «сосудов сосудов», необходимых для снабжения тканей стенки вен питательными веществами и кислородом;
- преимущественное залегание в глубине мышечного массива или между мышцами и костью (механическая энергия мышц частично используется для «проталкивания» крови вверх по венам).

Капилляры – мельчайшие кровеносные сосуды, через стенки которых осуществляются обменные процессы между кровью и тканями. Кровеносные капилляры не подходят к каждой клетке, потому питательные вещества и кислород из капилляров по законам диффузии вначале поступают в тканевую жидкость, а из нее поглощаются клетками. Следовательно, через тканевую жидкость осуществляется связь между капиллярами и клетками. Диоксид углерода, вода и другие продукты обмена, образующиеся в клетках, также за счет разности концентраций выделяются из клеток сначала в тканевую жидкость, а затем поступают в капилляры. Кровь из артериальной становится венозной, от капилляров кровь собирается в вены, по которым оттекает к сердцу. Стенки капилляров очень тонкие, они образованы слоем клеток эндотелия, расположенных на базальной мембране. В связи с отсутствием мышечных компонентов стенка капилляров не способна к сокращению. Диаметр капилляров – 5-30 мкм, общее число капилляров – около 150 млрд, суммарная длина – приблизительно 8000 км, общая площадь внутренней поверхности – около 4500 м². Наиболее густая сеть капилляров в мышцах, где на 1 мм² ткани их более 2000.

Все артерии, вены и капилляры в организме человека объединяются в **два круга кровообращения: большой и малый**. У плода человека функционирует только один круг кровообращения, так как легкие до момента рождения бездействуют.

Большой круг кровообращения обеспечивает все органы и ткани кровью, обогащенной кислородом – артериальной. Он начинается от левого желудочка и оканчивается в правом предсердии. Из левого желудочка отходит аорта, от которой ответвляются артерии меньшего диаметра, они направляются в соответствующие отделы и органы тела. От аорты отходят также венечные (коронарные) артерии, питающие сердце. В органах артерии разветвляются до капилляров, которые затем объединяются в вены, несущие кровь к правому предсердию (верхняя и нижняя полые вены).

Малый круг кровообращения обеспечивает насыщение крови кислородом. Он начинается в правом желудочке сердца и оканчивается в левом предсердии. Из правого желудочка выходит легочная артерия, несущая венозную кровь в легкие. Здесь легочные артерии распадаются на сосуды более мелкого диаметра, переходящие в капилляры. Кровь, насыщенная в легких кислородом, оттекает по четырем легочным венам в левое предсердие.

Кровь из желудочков сердца выбрасывается порциями, а непрерывность ее течения обеспечивается эластичностью стенок артерий. В момент сокращения желудочков сердца (систола) стенки артерий растягиваются, а затем в силу эластичной упругости возвращаются в исходное положение и как бы проталкивают порцию крови по ходу артерий. Благодаря этому кровь продвигается вперед единым непрерывным потоком. Движение крови по сосудам (**гемодинамика**) обусловлено разницей давления в артериях и венах, которая зависит от силы сердечного выброса и сопротивления стенок сосудов току крови. Сопротивление кровотока зависит от диаметра сосудов, их длины и тонуса, а также от объема циркулирующей крови и ее вязкости. Например, при уменьшении диаметра сосуда в два раза сопротивление в нем возрастает в 16 раз.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие органы входят в систему кровообращения? Какие функции она выполняет?
2. Что такое сердце? Где оно располагается и какие функции выполняет?

3. Каковы анатомические особенности в строении сердца?
4. Из каких фаз состоит сердечный цикл? Что происходит в каждой фазе?
5. Какие Вы знаете виды кровеносных сосудов? Каковы особенности каждого вида?
6. Откуда начинаются и где заканчиваются большой и малый круги кровообращения? Какие сосуды в них входят?

Проблемные вопросы и задачи

Задача 1. Известно, что частота сердечных сокращений у мелких птиц и млекопитающих значительно выше, чем у человека. Как это можно объяснить?

Задача 2. Раздражение, гнев, волнение приводят к резкому увеличению частоты сердечных сокращений. Какое значение имеют эти изменения для организма человека? Каким образом сердце «узнает», что оно должно сокращаться с большей частотой?

Задача 3. Всегда ли увеличение размеров сердца указывает на его хорошее состояние и возрастание силы сердечного сокращения? Обоснуйте свою точку зрения.

2.4. Онтогенез человека, его периодизация

Онтогенез человека – это его индивидуальное развитие; он представляет собой период времени от момента зачатия до момента смерти. Онтогенез человека делится на два периода: **1) пренатальный (внутриутробный) период** – продолжается с оплодотворения до рождения, протекает внутри тела матери;

2) постнатальный (послеутробный) – продолжается от рождения до смерти, протекает вне тела матери.

Пренатальный период условно делят на три периода: **1) начальный** (1-14-е сутки развития; **2) зародышевый (эмбриональный):** 2-8 недель развития; **3) плодный:** с 9-й по 40-ю неделю развития. Закономерности строения тела человека обусловлены его развитием именно во внутриутробный период.

Постнатальный период начинается с рождения и продолжается до смерти. Развитие человека происходит в течение всей его жизни, рост же (увеличение длины тела и массы) заканчивается к 20-25 годам.

Постнатальный период онтогенеза делят на периоды (**табл. 2**).

Таблица 2

Периодизация постнатального онтогенеза [10]

№	Периоды жизни	Возраст
1	Новорожденный	1-10 дней
2	Грудной возраст	11 дней – 1 год
3	Раннее детство	1-3 года
3	Первое детство	4-7 лет
4	Второе детство	8-12 лет (мальчики) 8-11 лет (девочки)
5	Подростковый возраст	13-16 лет (мальчики) 12-15 лет (девочки)
6	Юношеский возраст	17-21 (юноши) 16-20 (девушки)
7	Зрелый возраст, I период	22-35 (мужчины) 21-35 (женщины)
8	Зрелый возраст, II период	36-60 (мужчины) 36-55 (женщины)
9	Пожилой возраст	61-74 (мужчины) 56-74 (женщины)
10	Старческий возраст	75-90 лет (мужчины и женщины)
11	Долгожители	90 лет и старше

Период новорожденности характеризуется адаптацией организма ребенка к новым для себя условиям жизни, которые, по сравнению с организмом матери, являются агрессивными. Дыхательная система, кожные покровы, органы чувств – все претерпевает серьезные перестройки. Этот период является критическим в постнатальном онтогенезе.

Грудной возраст продолжается до 1 года в этот период ребенок питается молоком матери. Происходят быстрый рост и развитие, становление всех систем, прежде всего, иммунной и нервной. К 1 году нормально развивающийся ребенок начинает ходить и разговаривать. Этот период также является критическим.

Раннее детство (до 3 лет) отличается быстрым развитием ребенка, рост же замедляется. В это время у ребенка развивается речь, он все изучает. К 3 годам заканчивается формирование личностных и познавательных характеристик ребенка, далее происходит лишь количественное накопление информации.

Детство (3-11 лет) характеризуется накоплением знаний у ребенка, обычно в этот период он любознателен и благожелателен.

Подростковый возраст является ярко выраженным критическим периодом. Организм ребенка начинает вырабатывать половые гормоны, начинается половая дифференциация организма: выработка половыми железами половых клеток и гормонов, формирование вторичных половых признаков. В этот период происходят бурный рост и развитие. Перестройки в организме сопровождаются и дальнейшим развитием личности подростка. В этот период он подчас конфликтен и агрессивен.

Юношеский возраст связан с дальнейшими процессами роста и развития организма, одновременно именно в этот период человек определяет свою дальнейшую судьбу: выбирает профессию, семью, стиль жизни и т.д.

За последние 100-150 лет наблюдается **акселерация** – ускорение морфофункционального развития и созревания всего организма детей и подростков. У мужчин акселерация выражена в большей степени. В целом, масса тела новорожденных детей возросла в среднем на 100-300 г, годовалых – на 1,5-2 кг, а длина их тела – на 5 см. Сократился период увеличения длины тела человека – в конце прошлого века рост продолжался до 23-26 лет, в настоящее время у мужчин – до 18-20 лет, у женщин – до 16-17 лет.

Зрелый период связан с высокой активностью и работоспособностью. В первой период зрелого возраста рождаются дети.

Пожилой и старческий возраст связаны с процессами снижения адаптационных возможностей человека и процессами старения организма. Продолжительность этого периода значительно различается у разных людей, что связано как с личностными особенностями, так и с множеством других факторов, изучением которых занимается наука **геронтология** – это раздел медико-биологических наук, изучающий явления старения в организме.

Продолжительность онтогенеза или жизни значительно различается у разных людей. В настоящее время, средняя продолжительность жизни на планете составляет 62 года: 63 года – у женщин и 60 лет – у мужчин.

От чего зависит продолжительность жизни? Прежде всего, она определена генетически для каждого вида живых организмов, т.е. генетически детерминирована. Существуют своеобразные биологические часы, присущие организму в целом, которые регулируют все функции организма, в том числе старение и смерть. Профессор В.М. Дильман назвал их «**большими биологическими часами**» [21].

Так, продолжительность жизни у разных видов значительно варьирует: бабочка-поденка живет несколько часов, обезьяна – до 40 лет, лебедь – 80-100 лет, черепаха – 150-200 лет.

По мнению большинства геронтологов, продолжительность жизни человека должна быть не менее 90-100 лет, что подтверждает возраст долгожителей (свыше 100-120 лет). Долгожительство обеспечивается в условиях, где удастся поддерживать постоянство хода биологических часов. Стресс и другие «прелести» городов приводят к тому, что в них умирает больше всего людей. В Москве ежедневно умирает 11,6 человека из каждой тысячи жителей, в Ленинграде – 11,4. Этот уровень смертности в несколько раз превышает цифры печальной статистики в маленьких городах и сельской местности. Напротив, долгожителям свойствен спокойный, размеренный, а самое главное – постоянный темп жизни. Даже питаются они строго в одно и то же время, не обременяя себя излишествами пищи или ее изысканностью. Значит, важными факторами, влияющими на продолжительность жизни человека, являются воздействия окружающей среды. И среди них особое место занимает ритмичность.

Под **ритмичностью** понимают периодические изменения интенсивности физиологических реакций и формообразовательных процессов с различными периодами колебаний (от нескольких секунд до года и столетия). Периодические изменения в окружающей среде оказывают глубокое влияние на собственные ритмы организма человека – его биоритмы. Ритмичность направлена на согласование функций организма с окружающей средой, т.е. на приспособление к периодически меняющимся условиям существования.

Биоритмы человека – это цикличность разных процессов в организме человека. Они тесно связаны с космическими циклами, прежде всего, с активностью Солнца и Луны, и с циклами социальной активности (рабочая неделя, учебный год и т.д.). Хорошо известны суточные ритмы сна и бодрствования у человека; его сезонные ритмы активности связаны с солнечной активностью, у женщин половой менструальный цикл связан с изменением лунной активности. Общеизвестно, что суточная ритмичность разных людей различается, и даже предложен суточный хронотип человека: «жаворонки» – их активность выше утром; «голуби» – более активны днем и «совы», у которых работоспособность значительно повышается в вечерние часы. Эти индивидуальные особенности рекомендуется учитывать на производ-

стве, для повышения производительности труда. Хотя, в целом, работоспособность человека выше с 10 до 12 часов и с 17 до 19 часов. Нарушение ритмичности – это неблагоприятный признак, сокращающий продолжительность жизни. Разлад между отдельными ритмами, дискоординация функций – это процесс и болезней, и старения организма. К факторам, нарушающим ритмичность организма, относятся стрессы, загрязненная среда обитания, болезни, неправильный образ жизни в целом, приводящие к старению и, в конечном счете, к гибели.

Старение – это универсальный и закономерный биологический процесс, характеризующийся постепенностью, неодновременностью и необратимостью, ведущий к снижению адаптационных возможностей и жизнеспособности индивида и, в конечном итоге, определяющий продолжительность его жизни. Снижение надежности механизмов регуляции, снижение адаптационных возможностей организма при старении создают основу для развития возрастной патологии. В зависимости от выраженности нарушений в том или ином звене системы развиваются артериальная гипертония, ишемическая болезнь сердца или мозга, рак или диабет.

В конце жизни наблюдается гибель, или **смерть** – это прекращение жизнедеятельности организма человека и вследствие этого – гибель индивидуума как обособленной живой системы. **Биологический смысл смерти** заключается в поддержании круговорота веществ и энергии на Земле, а значит, в возможности существования самой жизни, дальнейшей смене поколений, способности к изменению и развитию живых организмов, т.е. в эволюции.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие периоды выделяют в онтогенезе человека?
2. Какие периоды выделяют в пренатальном онтогенезе человека?
3. Какие критические периоды выделяют в постнатальном онтогенезе у человека? Почему?
4. Чем определяется продолжительность жизни человека?
5. Что понимают под «большими биологическими часами»? Каков механизм их действия?
6. Что такое биоритмы человека? Как связаны с космическими циклами?

Проблемные вопросы и задачи

Задача 1. Можно ли поставить знак равенства между понятиями «рост» и «развитие»? Аргументируйте свою позицию.

Задача 2. Существует мнение, что вегетативное размножение проще и надежнее, чем половое. Почему же наиболее высокоразвитые животные и человек «отказались» в процессе эволюции от вегетативного размножения и полностью перешли к половому?

Задача 3. Объясните, почему во всех клетках человека (кроме половых) количество хромосом представлено четным числом.

Глава 3. ГОМЕОСТАЗ И МЕХАНИЗМЫ ЕГО СОХРАНЕНИЯ

Для нормального функционирования организма необходимо постоянство состава его внутренней среды. Стабильность внутренней среды обеспечивает необходимые условия для жизнедеятельности клеток – процессов обмена веществ и воды через клеточную мембрану, биохимических реакций, различные физиологические процессы: возбуждение, всасывание, фильтрация и т.д. Организм человека приспосабливается к постоянно меняющимся условиям внешней среды, однако при этом внутренняя среда остается постоянной и ее показатели колеблются в очень узких границах. Поэтому человек может жить в различных условиях окружающей среды.

3.1. Понятие о гомеостазе и механизмах его поддержания

Гомеостаз (греч. *homois* – одинаковый, подобный и *stasis* – состояние, неподвижный) – способность организма человека, обитающего в непрерывно меняющихся условиях окружающей среды, поддерживать постоянство внутренней среды и интенсивность течения физиологических процессов.

У человека гомеостаз обеспечивает постоянство объема, клеточного и химического состава крови, тканевой жидкости и лимфы, температуры тела, кровяного давления и других показателей.

Примеры гомеостаза:

- регуляция количества минеральных веществ и воды в теле – осморегуляция – осуществляется в почках;

- удаление отходов процесса обмена веществ – выделение; осуществляется почками, лёгкими, потовыми железами;
- регуляция температуры тела: понижение температуры через потоотделение, разнообразные терморегулирующие реакции;
- регуляция уровня глюкозы в крови; осуществляется печенью, инсулином и глюкагоном, выделяемыми поджелудочной железой.

Важно отметить, что, хотя организм находится в равновесии, его физиологическое состояние может быть динамическим. Так, даже находясь в гомеостазе, температура тела, кровяное давление, частота сердечных сокращений и большинство метаболических индикаторов не находятся на постоянном уровне, но изменяются в течение времени.

Организм человека функционирует как единое целое и представляет собой саморегулирующуюся систему. Согласованная работа всех органов и физиологических систем человека обеспечивается нервными и гуморальными механизмами – **нейрогуморальная регуляция (рис. 25)**, которая объединяет все функции организма, благодаря чему он функционирует как единое целое.

Поддержание постоянства внутренней среды носит приспособительный характер, однако возможности механизмов, поддерживающих гомеостаз, не беспредельны. При длительном пребывании организма в неблагоприятных условиях может произойти нарушение гомеостаза, ведущее к нарушениям жизнедеятельности, заболеваниям, а иногда и представляющее угрозу жизни. Например, при значительном повышении или понижении окружающей температуры может наступить перегревание или охлаждение организма, приводящее к смерти; недостаток ионов кальция в крови ведет к нарушению свертываемости крови, судорогам мышц.

В процессе эволюции первыми сформировались гуморальные (жидкостные) механизмы регуляции. Они возникли на том этапе эволюционного развития, когда появились кровь и кровообращение. Гуморальная, или жидкостная регуляция функций осуществляется за счет гормонов (секретов эндокринных желез), продуктов обмена и других активных веществ, находящихся в жидкостях организма. Этот вид регуляции является наиболее универсальным. Однако время возникновения реакции при гуморальной регуляции ограничено скоростью движения крови по сосудам, равной 0,5-500 мм/сек. Поэтому гуморальная регуляция относительно медленная. В первую очередь гормонами регулируются обменные процессы в организме. Главная роль

в гуморальной регуляции принадлежит железам внутренней секреции, образующим эндокринную систему в организме человека.

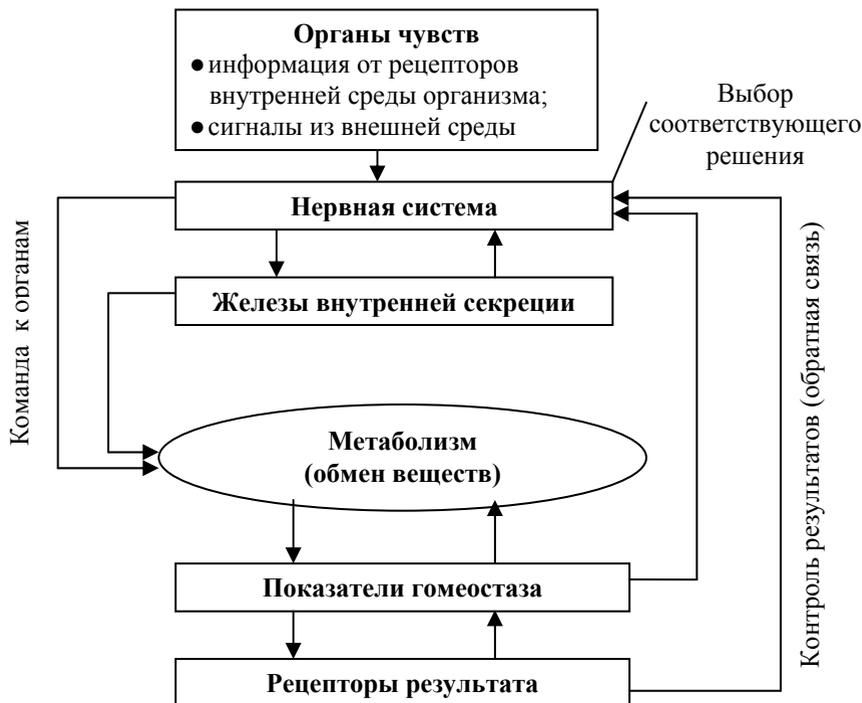


Рис. 25. Схема механизмов гомеостаза человека

С появлением нервной системы возник нервный механизм регуляции функций органов и организма в целом в соответствии с условиями существования. Скорость распространения нервных импульсов по нервным волокнам составляет 120-140 мм/сек., что значительно превышает скорость крови по сосудам. Таким образом, нервная регуляция обеспечивает более быструю реакцию организма на раздражители и более совершенное его приспособление к меняющимся условиям внешней и внутренней среды. Нервная регуляция подчиняет себе гуморальную регуляцию, поэтому в целостном организме единая нейрогуморальная регуляция функций. Например, в процессе жизнедеятельности в тканях накапливается углекислый газ. Он возбуждает нервные клетки дыхательного центра. Возбуждающие импульсы с дыхательного

центра по нервам направляются к дыхательным межреберным мышцам. В результате дыхательные мышцы начинают сокращаться чаще и с большей силой – возрастают ритм и глубина дыхания.

Регуляция гомеостаза осуществляется по принципу обратной связи.

Отрицательная обратная связь между рецепторами, улавливающими изменения указанных показателей и управляющих систем, при этом организм реагирует так, чтобы изменить направление изменения на противоположное и служит сохранению постоянства системы, это позволяет соблюдать гомеостаз. Например, терморегуляция: когда температура тела повышается (или понижается) терморепторы регистрируют изменение, вызывая сигнал из мозга. Данный сигнал, в свою очередь, вызывает ответ – снижение температуры.

Положительная обратная связь выражается в усилении изменения. Она оказывает нарушающий постоянство эффект, поэтому не приводит к гомеостазу. Положительная обратная связь встречается реже, но также имеет своё применение. Например, в нервах пороговый электрический потенциал вызывает генерацию намного большего потенциала действия. Свёртывание крови и события при рождении можно привести в качестве других примеров положительной обратной связи [23].

Организму необходимы комбинации из обоих типов обратной связи. Отрицательная обратная связь позволяет вернуться к гомеостатическому состоянию, положительная обратная связь используется для перехода к совершенно новому состоянию гомеостаза.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое гомеостаз и что он обеспечивает в организме человека?
2. Почему для работы систем организма человека необходимо поддержание постоянства внутренней среды?
3. Что входит в понятие «нейрогуморальная регуляция гомеостаза»?
4. Какой механизм регуляции гомеостаза преобладает и почему?
5. По какому принципу происходит регуляция гомеостаза и в чем он заключается?

3.2. Нервная система и анализаторы

Нервная система осуществляет регуляцию работы органов и систем организма, обеспечивает согласованную их деятельность, восприятие сигналов внешней среды и выработку соответствующей реакции на них. Нервная система состоит из нервных клеток, или нейронов, число которых исчисляется миллиардами, и окружающих их клеток нейроглии.

Общие функции нервной системы:

интегрирующая – объединяет все клетки, ткани, органы и системы органов в единую целостную систему – организм);

регуляторная (управляющая, координирующая) – обеспечивает регуляцию и координацию деятельности всех подсистем и элементов организма;

трофическая – с помощью особых специальных белков, доставляемых к тканям по отросткам нейронов, поддерживает их метаболизм, биоэнергетику и функциональное состояние на физиологически необходимом уровне;

ориентационная – обеспечивает связь организма с внешней средой (при участии органов чувств).

Отделы нервной системы. Нервная система по строению делится на два отдела: **центральный и периферический (рис. 26).**

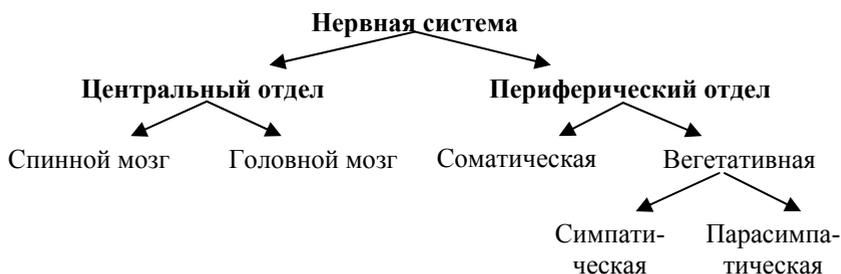


Рис. 26. Отделы нервной системы

К центральному отделу нервной системы, или просто к **центральной нервной системе (ЦНС)**, относят спинной и головной мозг, к **периферическому** – нервы, отходящие от головного и спинного мозга, и нервные узлы (скопления нервных клеток), расположенные

вне ЦНС. **Соматический отдел** осуществляет связь организма с внешней средой: принимает сигналы от органов чувств и обеспечивает чувствительность нашего тела, а также регулирует сокращения скелетной мускулатуры. **Вегетативный отдел** иннервирует внутренние органы и делится на два отдела – симпатический и парасимпатический. Выделение всех вышеназванных отделов в центральной нервной системе условно, в действительности она представляет собой анатомически и функционально единое целое.

При описании строения нервной системы используют термины:

Серое вещество – скопление тел нервных клеток. Варианты скопления серого вещества: 1 – плоские (*экраны*), встречаются в коре головного мозга; 2 – объемные: *ядра* (в пределах ЦНС) и *ганглии* (узлы, за пределами ЦНС).

Белое вещество – скопления (пучки) нервных волокон. Бывает двух видов: 1 – в периферической нервной системе представлено в виде отдельных нервов; 2 – в ЦНС в виде трактов (нервных путей).

Нервный центр – любое скопление сходных по строению и функциям нейронов, на которых происходит переключение нервных импульсов, участвует в регуляции одной функции. Клетки нервного центра могут располагаться компактно в пределах одного отдела мозга, но могут находиться в разных отделах. Главным признаком нервного центра является его функциональное единство. Нервные центры расположены в сером веществе головного и спинного мозга. Примером нервного центра являются центры глотания, кашля, чихания в продолговатом мозге. Центры различных видов чувствительности и речи расположены в коре больших полушарий.

Проводящий путь – цепь нейронов, связанных синаптическими связями (синапс – место, где контактируют две нервные клетки или нейрон с клеткой-мишенью).

Центральная нервная система (ЦНС) имеет выраженные особенности строения. Прежде всего, взаимная топография серого (скопление тел нейронов) и белого (скопление нервных волокон) вещества следующая: в спинном мозге серое вещество внутри, белое – снаружи. В головном мозге – серое вещество преимущественно снаружи (кора, некоторая часть – внутри в виде ядер), белое – внутри. Также имеются особенности строения нейронов – они все мультиполярные – имеют один аксон и несколько дендритов, что позволяет образовывать множество связей между нейронами ЦНС.

Спинальный мозг – эволюционно наиболее древний отдел центральной нервной системы человека. Он располагается в позвоночном канале, начинается ниже затылочного отверстия и является продолжением продолговатого отдела головного мозга, имеет вид белого цилиндрического тяжа длиной 41-45 см. Спинальный мозг доходит до I-II поясничного позвонка, от которого до копчика тянется концевая нить (продолжение трех оболочек). Он окружен тремя оболочками (наружной – твердой мозговой оболочкой, средней – паутинной, и внутренней – сосудистой или мягкой оболочкой), выполняющими защитную и питательную функции. Спинальный мозг имеет выраженное сегментарное строение. **Сегмент спинного мозга** – участок с отходящей от него парой спинномозговых нервов. Он состоит из 31 (32) сегментов: 8 шейных, 12 грудных, 5 поясничных, 5 крестцовых, 1-2 копчиковых, от которых в обе стороны отходят **спинномозговые нервы** (31 пара), которые образуют сплетения: шейное, плечевое, поясничное и крестцовое.

Функции спинного мозга:

проводниковая: через спинальный мозг проходят восходящие и нисходящие проводящие пути (к головному мозгу и от головного мозга соответственно); осуществляется белым веществом и сводится к проведению импульсов по проводящим путям. От кожи, мышц, сухожилий и суставов, а также от внутренних органов импульсы поступают в восходящем направлении в различные отделы головного мозга. В нисходящем передаются импульсы, регулирующие деятельность рабочих органов и систем организма человека. При повреждении спинномозговых нервов возникают расстройства движения и нарушения чувствительности;

ассоциативная: с помощью многочисленных нервных связей осуществляет взаимодействие составляющих его структурно-функциональных единиц – сегментов;

рефлекторная: на уровне сегментов спинного мозга замыкаются различные рефлекторные дуги; заключается в осуществлении ряда рефлексов, как двигательных (сгибательные, разгибательные, сухожильные, тонические), так и вегетативных. Так, в спинном мозге находятся центры, участвующие в регуляции движения мышц головы, шеи, туловища и конечностей, центр сокращения диафрагмы; многие центры вегетативной нервной системы: сосудодвигательные, потогонные, центр гладких внутренних мышц глаза, центры, регули-

рующие деятельность сердца, органов пищеварения, в крестцовом отделе спинного мозга – центры дефекации и мочеполовых рефлексов.

В спинном мозге различают серое вещество, образованное телами нервных клеток и белое, образованное их отростками. Серое вещество расположено вокруг центрального канала и образует контур буквы Н или летящей бабочки. Центральный канал заполнен спинномозговой жидкостью. Вокруг серого вещества по периферии сосредоточено белое, которое образует **проводящие пути** спинного мозга: восходящие, или **чувствительные**, передающие возбуждение в головной мозг; нисходящие, или **двигательные**, проводящие возбуждение от головного мозга к определенным сегментам спинного мозга; собственные или **основные**, по которым возбуждение передается внутри спинного мозга.

В сером веществе различают **передние рога**, в которых залегают двигательные нейроны, **задние рога**, где располагаются вставочные нейроны, и в грудной и верхней части поясничного отдела выделяют **боковые рога**. Чувствительные нейроны лежат вне спинного мозга, в спинномозговых узлах, располагающихся рядом со спинным мозгом в позвоночном канале по ходу чувствительных нервов. Из передних рогов выходят двигательные корешки (аксоны двигательных нейронов), к задним рогам подходят чувствительные корешки (аксоны чувствительных нейронов). Перед выходом из позвоночного канала через межпозвоночные отверстия, двигательные и чувствительные корешки соединяются, образуя смешанные спинномозговые нервы. Они отходят симметричными парами на уровне каждого позвонка по обе стороны мозга.

Головной мозг расположен в мозговом отделе черепа. Очень интенсивно развивается как внутриутробно, так и после рождения. Его общий объем вместе с оболочками к моменту рождения около 400 м^3 , а к 3 годам превышает 100 см^3 и почти соответствует объему мозга взрослого человека, что обусловлено необходимостью ранней выработки условных рефлексов. Средняя его масса у взрослого человека варьирует от 1200 до 1500 г.

В головном мозге выделяются два больших полушария, скрывающие под собой более глубокие образования. Поверхность полушарий покрыта бороздами и извилинами, увеличивающими поверхность коры (наружного слоя мозга). Сзади помещается мозжечок, поверхность которого более тонко изрезана. Ниже больших полушарий

расположен ствол мозга, переходящий в спинной мозг. От ствола и спинного мозга отходят нервы, по которым к мозгу стекается информация от внутренних и наружных рецепторов, а в обратном направлении идут сигналы к мышцам и железам. От головного мозга отходят 12 пар черепно-мозговых нервов.

Внутри мозга различают **серое вещество**, состоящее преимущественно из тел нервных клеток и образующее кору, и **белое вещество** – нервные волокна, которые формируют проводящие пути (тракты), связывающие между собой различные отделы мозга, а также образуют нервы, выходящие за пределы ЦНС и идущие к различным органам.

Головной мозг защищен костным футляром – черепом. Между веществом мозга и костными стенками располагаются три оболочки: наружная – твердая мозговая оболочка, внутренняя – мягкая, а между ними – тонкая паутинная оболочка. Пространство между оболочками заполнено спинномозговой (цереброспинальной) жидкостью, которая по составу сходна с плазмой крови, вырабатывается во внутримозговых полостях (желудочках мозга) и циркулирует в головном мозгу, снабжая его питательными веществами и другими необходимыми для жизнедеятельности факторами.

Головной мозг можно условно разделить на три основные части: передний мозг, ствол мозга и мозжечок. В **переднем мозге** выделяют большие полушария. Большие полушария – самая большая часть мозга, составляющая у взрослых примерно 70% его веса. В норме полушария симметричны. Они соединены между собой **мозолистым телом** – пластинка белого вещества, образованного множеством нервных волокон, обеспечивающим обмен информацией между полушариями. **Ствол мозга** состоит из промежуточного мозга (последний состоит из таламуса, гипоталамуса и гипофиза – одна из важнейших нейроэндокринных желез), среднего мозга, моста (варолиева моста) и продолговатого мозга. Довольно часто мост и продолговатый мозг объединяют в **задний отдел** головного мозга. Внутри головного мозга находятся четыре сообщающиеся между собой полости – мозговые желудочки, заполненные жидкостью. I и II желудочки расположены в больших полушариях, III – в продолговатом мозге, IV – в продолговатом мозге. Подробная характеристика отделов головного мозга человека представлена в **таблице 3**.

В **периферическом отделе нервной системы** человека различают 12 пар черепно-мозговых и 31 пару спинно-мозговых нервов. Выделяют соматический и вегетативный отделы периферической нервной системы.

Таблица 3

Характеристика отделов головного мозга человека

Отделы	Строение	Функции отделов
1	2	3
Передний мозг		
Большие полушария	Состоит из двух полушарий. В полушариях серое вещество располагается на поверхности, образуя мозговую кору , покрытую бороздами (углубления) и извилинами (выступающие над поверхностью валики). Внутренняя часть состоит из белого вещества, в толще которого имеются отдельные скопления серого вещества – базальные ядра. Ассиметрия полушарий: функции левого и правого полушарий имеют свою специфику: правое полушарие в большей мере контролирует зрительные, слуховые и пространственные раздражители, формирует пространственную модель окружающей среды, логические операции, в то время как левое отвечает за речевую функцию, контролирует рассудочную деятельность	осуществляет высшую нервную деятельность (мышление, речь – вторая сигнальная система, память, воображение, способность читать и писать); связь с внешней средой происходит с помощью органов чувств, находящихся в затылочной доле (зрительная зона), в височной зоне (слуховая зона), вдоль центральной борозды (кожно-мышечная зона) и на внутренней поверхности височной доли (вкусовая и обонятельная зоны), ассоциативные зоны (различной локализации); регулирует работу всего организма через периферическую нервную систему
Ствол мозга		
состоит из белого вещества, в толще которого находятся ядра серого вещества. Ствол переходит в спинной мозг. От ствола отходят 12 пар черепно-мозговых нервов		
Промежуточный мозг	Конечный отдел мозгового ствола, сверху полностью покрыт большими полушариями. Включает таламус (зрительный бугор), гипоталамус (подбугровая область), эндокринные железы – эпифиз (шишковидная железа) и гипофиз. Зрительные бугры (таламус) представлены серым веществом из сгруппированных ядер, к которым приходят пути от всех рецепторов. Из зрительных бугров информация поступает в кору больших полушарий. Гипоталамус располагается книзу от таламуса, нервными путями связан с таламусом, корой больших полушарий, стволом мозга, некоторыми железами внутренней секреции и гипофизом. Гипофиз и эпифиз являются эндокринными железами	проводниковая; собирает и осуществляет суммирование всей чувствительной информации, а также производит оценку ее биологической значимости; далее информация поступает в кору больших полушарий; высший подкорковый центр вегетативной нервной системы; играет ведущую роль в поддержании постоянства внутренней среды, регуляции обмена веществ; объединяет функции вегетативного и соматического отделов нервной системы и эндокринной системы; принимает участие в регуляции поведенческих реакций (пищевых, половых)

Окончание табл. 3

1	2	3
Средний мозг	Расположен над мостом и представлен ножками мозга и четверохолмием. В буграх четверохолмия располагаются первичные зрительные и слуховые центры	проводниковая; участвует в регуляции мышечного тонуса и осуществляет рефлексы, благодаря которым возможны ходьба и стояние (вместе с продолговатым мозгом); контролирует реакции на внешние раздражители, при участии ядер среднего мозга реализуются ориентировочные рефлексы
Варолиев мост	Располагается впереди продолговатого мозга и имеет вид поперечного вала	проводниковая; рефлекторная
Продолговатый мозг	Является продолжением спинного мозга и в нижней части сходен с ним по строению и форме. Не имеет строгого распределения на серое и белое вещество: серое вещество располагается внутри белого отдельными участками – ядрами. Ядра серого вещества, расположенные в продолговатом мозге, регулируют деятельность почти всех внутренних органов	проводниковая: проводящие пути обеспечивают двустороннюю связь между корой, средним мозгом, мозжечком, спинным мозгом; рефлекторная: при участии продолговатого мозга осуществляются многочисленные простые и сложные рефлексы: а) защитные: кашель, чихание, мигание, слезоотделение, рвота; б) пищевые: глотание, сосание, моторика желудочно-кишечного тракта; в) сердечно-сосудистые, регулирующие работу сердца и кровеносных сосудов; г) дыхательный центр, обеспечивающий ритмическую работу легких; д) установочные: рефлексы, обеспечивающие распределение тонуса мышц, необходимое для поддержания позы
Мозжечок	Расположен над мостом и продолговатым мозгом; в мозжечке выделяют два полушария и среднюю часть (червь) и три пары ножек, с помощью которых он соединяется с мостом; имеет многочисленные связи со всеми отделами ЦНС. Поверхность полушарий мозжечка покрыта серым веществом, образующим его кору. Кора мозжечка образует борозды, которые делят его на отдельные дольки. Под корой мозжечка находится белое вещество, в котором располагаются ядра	обеспечивает координацию движений, поддержание тонуса мышц, центр равновесия; участвует в регуляции вегетативных функций, осуществляет безусловно-рефлекторную деятельность. После удаления мозжечка наступают глубокие расстройства движений: нарушаются рефлексы положения тела, статические рефлексы и произвольные движения

Соматическая нервная система осуществляет связь организма с внешней средой: принимает сигналы от органов чувств и обеспечивает чувствительность нашего тела, а также регулирует сокращения скелетной мускулатуры. Этот отдел находится под контролем коры больших полушарий, т.е. контролируется сознанием.

Этот отдел нервной системы имеет анатомические особенности: **1)** места выхода центробежных нервных волокон располагаются в ЦНС равномерно; **2)** отсутствие перерыва в нервном пути, т.е. нет нейрона, где происходит переключение центробежных нервных импульсов; **3)** преобладание нервных волокон, обеспечивающих высокую скорость проведения нервных импульсов.

Вегетативная нервная система иннервирует внутренние органы, железы внутренней секреции, сердце и кровеносные сосуды, а также скелетную мускулатуру, регулируя в ней обмен веществ. Тем самым она отвечает за нервную регуляцию постоянства внутренней среды организма.

Вегетативная нервная система называется **автономной** потому, что не находится под непосредственным контролем сознания.

Этот отдел нервной системы также имеет анатомические особенности: **1)** очаговость мест выхода центробежных нервных волокон; **2)** наличие не менее одного перерыва (места переключения нервных импульсов – в вегетативных узлах) в составе центробежных путей; **3)** преобладание безмиелиновых нервных волокон с низкой скоростью распространения нервных импульсов;

В вегетативной нервной системе выделяют два отдела: симпатический и парасимпатический.

Ядра симпатической нервной системы находятся в боковых рогах спинного мозга от 1-го грудного до 3-го поясничного сегментов. Симпатические волокна выходят из спинного мозга в составе передних двигательных корешков и входят затем в узлы, которые, соединяясь короткими пучками в цепь, образуют парный пограничный ствол, расположенный по обеим сторонам позвоночного столба. Далее из этих узлов нервы идут к органам, образуя сплетения. **Ядра парасимпатических нервов** залегают в среднем, продолговатом отделе головного мозга и крестцовом отделе спинного мозга. Парасимпатические волокна идут к внутренним органам в составе черепно-мозговых и тазовых нервов и оканчиваются в нервных узлах, находящихся во внутренних органах или на подступах к ним.

По своему влиянию на физиологические функции организма симпатический и парасимпатический отделы являются противоположными (табл. 4).

Таблица 4

Влияние симпатического и парасимпатического отделов нервной системы на разные органы человека

Органы	Нервная система	
	симпатическая	парасимпатическая
Кровеносные сосуды	Суживаются, что приводит к повышению артериального давления	Расширяются, что приводит к снижению артериального давления
Сердце	Учащает и усиливает сокращения	Замедляет и ослабляет сокращения
Селезенка	Сокращает сосуды и изгоняет из нее кровь	Не влияет
Желудок и кишечник	Ослабляется перистальтика и секреция	Усиливаются перистальтика и секреция
Печень	Расслабляются желчные протоки и желчный пузырь – суживает сфинктер – создаются условия для накопления желчи	Сокращаются желчные протоки и желчный пузырь, расслабляет сфинктер – осуществляется изгнание желчи
Бронхи	Расширяются, что приводит к облегчению дыхания	Суживаются, дыхание становится затрудненным
Потовые железы	Усиливается потоотделение	Не оказывает влияния
Мышцы, поднимающие волосы	Сокращаются	–
Зрачок глаза	Расширяется	Сужается

Нередко оба отдела вегетативной нервной системы в ответ на раздражение действуют совместно. Это имеет большое значение в приспособлении организма к постоянно меняющимся условиям среды.

Органы чувств и анализаторы

Органы чувств – анатомические образования, воспринимающие внешние или внутренние воздействия и преобразующие их в нервные

импульсы, которые передаются затем в ЦНС. Наиболее известными органами чувств, воспринимающими сигналы из внешней среды, являются зрение, слух, осязание, вкус и обоняние. С помощью органов чувств можно почувствовать такие физические свойства, как свет, температура, вкус, звук или давление. В настоящее время к органам чувств также относят рецепторные образования, расположенные в любом участке тела: рецепторы мышц, которые воспринимают изменения степени их сокращения и растяжения; рецепторы стенки сосудов и т. д.

Органы чувств являются **периферическими отделами анализаторов**. Понятие «анализатор» ввёл российский физиолог И.П. Павлов в 1909 году. **Анализаторы** – это совокупность образований, которые воспринимают, передают и анализируют информацию из окружающей и (или) внутренней среды организма [21].

Анализатор состоит из трех отделов: **1) периферическая часть**, включающая чувствительные окончания (рецепторы) органов чувств, воспринимающие раздражения – сенсорные стимулы. В рецепторах определенные виды энергии внешнего раздражения (звуковая, световая и т.д.) преобразуются в нервные импульсы, которые по чувствительным нервным путям передаются в соответствующие отделы ЦНС. В коре головного мозга формируются специфические (зрительные, звуковые и др.) ощущения; **2) проводниковая часть**, включающая проводящие пути и подкорковые нервные центры; **3) корковый отдел анализатора** представлен областями коры головного мозга, где производится окончательный анализ полученной информации.

Классификация анализаторов по источнику их восприятия:

- **Внутренние анализаторы** регистрируют изменения внутренней среды организма и, таким образом, являются важным звеном системы нейрогуморальной регуляции внутренних органов. К ним относятся анализаторы, регистрирующие изменения химизма тканей, давления и объема крови, положения частей тела в пространстве и др.

- **Внешние анализаторы** регистрируют изменения внешней среды и осуществляют связь организма с окружающей средой и его адаптивные реакции. К ним относятся: зрительный, слуховой, гравитационный, вкусовой, обонятельный и осязательный анализаторы.

В свою очередь, **внешние анализаторы** (от особенностей восприятия) делят на:

- **дистантные** – воспринимают раздражение от предметов, расположенных на расстоянии (органы зрения, слуха и обоняния);

- **контактные** – воспринимают только непосредственно приложенные к ним раздражения (органы осязания, вкуса);
- **смешанные** – могут быть отнесены и к первой, и ко второй группам (рецепторы на тепло и холод).

Каждый анализатор имеет **свои особенности восприятия**, определяемые характеристиками раздражителя, из которых наиболее важными являются:

тип раздражителя – определённые рецепторы наиболее чувствительны только к видам раздражения, например, различные механорецепторы адекватно реагируют только на разные осязательные стимулы (такие как прикосновение к коже острых или тупых предметов);

интенсивность раздражения – рецепторы посылают в мозг импульсы того или иного характера, сообщая об интенсивности сенсорного стимула (например, о громкости звука). Для того, чтобы возникло ощущение, интенсивность раздражителя должна достигнуть определенной величины. В дальнейшем, с увеличением интенсивности раздражителя наступает момент, когда анализатор перестает работать адекватно. Всякое воздействие, превышающее определенный предел, вызывает болевое ощущение и нарушает деятельность анализатора. Интервал от минимальной до максимальной адекватно ощущаемой величины определяет **диапазон чувствительности анализатора**. Минимальная величина раздражителя, вызывающая едва заметное ощущение, называется **нижним абсолютным порогом чувствительности**. По нему судят об абсолютной чувствительности анализатора. Он определяет разрешающую способность органов чувств, у человека относительно велик. Так, для глаза достаточно 2-8 квантов лучистой энергии, чтобы вызвать зрительное ощущение, а если немного снизить слуховой порог, то человек смог бы услышать шорох, совершаемый молекулами при броуновском движении. Другой величиной, характеризующей чувствительность анализаторов, является **порог различения** – минимальное различие между двумя раздражителями, которое вызывает едва заметное различие в ощущениях.

Местонахождение источника раздражения – определение местонахождения (локализация) источника звука происходит «благодаря разному времени прихода звуковой волны на каждое ухо» (для низкочастотных сигналов) или «межушным различиям стимуляции по интенсивности» (для высокочастотных сигналов); расположение стимулируемого рецептора даёт мозгу информацию о месте воздействия

раздражителя (например, при стимуляции механорецепторов пальцев в мозг поступает информация о том, какой именно палец подвергся воздействию).

Продолжительность раздражения – информация о продолжительности действия стимула приходит в мозг от целого ряда возбуждённых рецепторов. В работе всех анализаторов или органов чувств выделяют **латентный период** – это время, проходящее от начала воздействия раздражителя до появления ощущения. Он значительно варьирует у разных органов чувств и зависит от индивидуальных особенностей всего организма, физиологического состояния анализатора, характеристик раздражителя, сложности реакции и скорости протекания процессов в нервной системе; под влиянием увеличения интенсивности раздражителя латентный период возникновения ощущения и ответной двигательной реакции уменьшается.

Продолжительность латентного периода разных анализаторов представлена в **таблице 5**.

Таблица 5

Латентный период разных анализаторов [22]

Анализатор и тип раздражителя	Латентный период (в миллисекундах)
Тактильный (прикосновения)	90-120
Зрительный (свет)	150-220
Обонятельный (запах)	310-390
Температурный (тепло и холод)	280-1600
Вкусовой:	
соленое	310
кислое	450
сладкое	540
горькое	1080
Вестибулярный аппарат (вращение испытуемого)	400
Болевой	130-890

Длительность ощущения определяется также эффектом последствия, который заключается в том, что ощущение не прекращается в момент окончания действия раздражителя, а продолжается еще некоторое время, что проявляется в возникновении последовательного образа. Длительность инерции ощущения варьирует от 0,05 до 1 сек.

Раздражения, воспринимаемые рецепторными образованиями органов чувств, несут сведения (информацию) о состоянии внешней и внутренней среды организма. На основе ощущений, возникающих при раздражении рецепторов и отражающих лишь отдельные свойства предметов окружающей действительности, формируются понятия и представления, отражающие уже взаимозависимости между этими предметами. В возникновении ощущений, формировании понятий и представлений участвуют все звенья анализатора. При воздействии раздражителей в рецепторах происходит целый ряд сложнейших процессов, результатом которых является возникновение электрического потенциалов действия в соответствующих нервных волокнах. Эти потенциалы достигают коры головного мозга, где происходят окончательный анализ и синтез поступающей информации. Таким образом, с помощью анализаторов осуществляется познание окружающей нас действительности.

Ниже будут рассмотрены органы чувств, воспринимающие раздражения только из внешнего мира.

Особенности развития и строения внешних органов чувств позволяют разделить их на две группы: **1)** органы чувств, у которых раздражение воспринимают нервные клетки (органы обоняния, зрения и осязания); **2)** органы чувств, у которых раздражение воспринимают специализированные клетки (органы слуха, равновесия и вкуса).

Орган зрения воспринимает световые раздражения, посредством которых определяется форма окружающих человека предметов, их величина, расстояние от глаза, движение, степень освещенности и цвет предметов. Адекватным раздражителем для глаза человека является электромагнитное излучение с длиной волны **400-750 нм**.

Орган зрения – парный орган чувств, глаза расположены во впадинах черепа, называемых **глазницами**, стенки которых выполняют защитную роль. Орган зрения состоит из глаза и вспомогательных органов (веки, ресницы и брови, выполняющие защитные функции, слезный аппарат, мышцы глазного яблока, сосуды и нервы). В глазницах глаз укреплен при помощи четырех прямых и двух косых мышц, управляющих его движениями. Большую часть глаза составляют вспомогательные структуры, назначение которых состоит в том, чтобы проецировать поле зрения на **сетчатку** – слой фоторецепторных клеток, выстилающих глазное яблоко изнутри. Схема строения органа зрения человека представлено на **рисунке 27**.

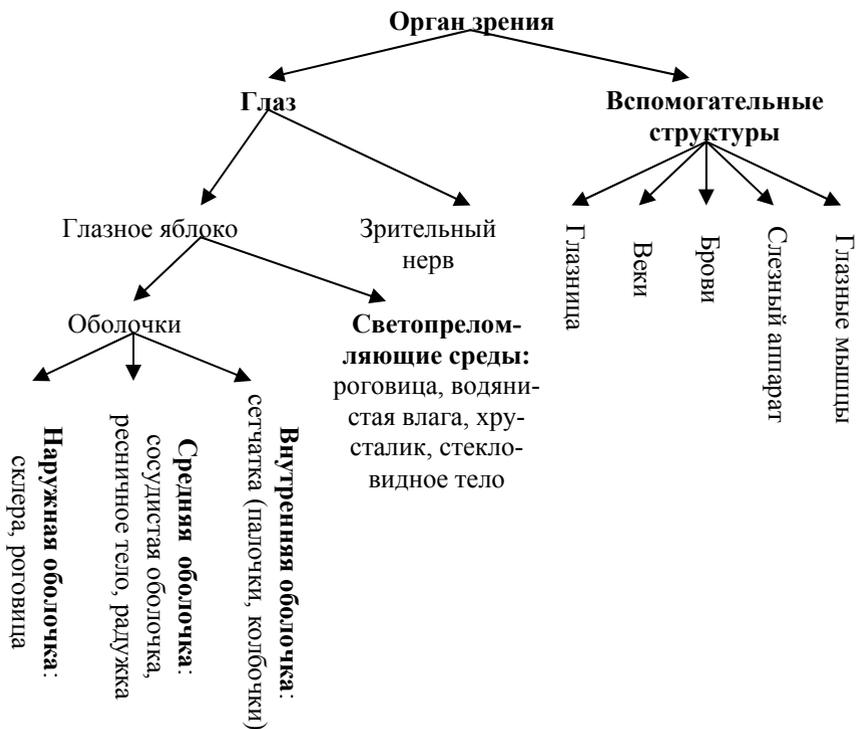


Рис. 27. Схема строения органа зрения человека

Исходя из ряда процессов, происходящих в фоторецепторных клетках, световая энергия трансформируется в энергию электрических потенциалов. Рецепторы сетчатки – палочки и колбочки отличаются как по строению, так и по функциям. С **колбочками** связано дневное зрение (цветовое), они возбуждаются при ярком свете и одновременно являются рецепторами света. В колбочках содержится светочувствительное вещество – **иодопсин**. Он распадается в темноте и восстанавливается на свету в течение 3-5 мин. Расщепление иодопсина на свету дает световое ощущение. Из двух рецепторов сетчатки к свету чувствительны только колбочки, которых в сетчатке три вида: одни воспринимают красный свет, другие – зеленый, третьи – синий. В зависимости от степени возбуждения колбочек и сочетания раздражений воспринимаются различные другие цвета и их оттенки. **Палочки** уча-

ствуют в черно-белом (сумеречном) зрении, так как они возбуждаются при пониженном освещении. В палочках имеется вещество красного цвета – зрительный пурпур или родопсин; на свету в результате фотохимической реакции он распадается, а в темноте восстанавливается в течение 30 мин. из продуктов собственного расщепления. В образовании родопсина участвует витамин А, при его недостатке этот процесс нарушается и развивается «куриная слепота». Способность глаза рассматривать предметы при различной яркости освещения называется **адаптацией**. Она нарушается при недостатке витамина А и кислорода и при утомлении.

В результате преломления световых лучей через оптические среды глаза на сетчатке формируется обратное уменьшенное изображение. Способность хрусталика изменять свою кривизну в зависимости от удаленности предмета называется **аккомодацией**. Она увеличивается при рассматривании предметов на близком расстоянии и уменьшается при удалении предмета. Аккомодация осуществляется путем активного изменения кривизны хрусталика благодаря сокращению ресничной мышцы. Интенсивность светового потока, поступающего в глазное яблоко, регулируется автоматически (рефлекторно) путем изменения размеров зрачка. Имеются мышцы, суживающие зрачок и мышцы, расширяющие зрачок. Стереоскопическое (**бинокулярное**) зрение обеспечивается тесным взаимодействием участков коры больших полушарий, анализирующих информацию, поступающую от обоих глаз.

Проводящий путь зрительного анализатора: фоторецепторная клетка (палочка, колбочка) → нейроны сетчатки → нейроны промежуточного мозга → нейрон затылочной области коры больших полушарий.

Орган слуха и равновесия является одним из сложных органов чувств, т.к. содержит клетки-рецепторы нескольких видов, воспринимающие звуковые волны, изменения направления и быстроты движения, а также положение тела в пространстве. И поскольку анатомически орган слуха и орган равновесия расположены вместе, поэтому будут рассмотрены совместно. Орган слуха и равновесия состоит из трех отделов: наружного, среднего и внутреннего уха, схема строения органа слуха изображена на **рисунке 28**.

Орган слуха воспринимает звуковые колебания длиной от 20,6 м до 1,65 см, что соответствует 16-20 тыс Гц (число колебаний в секунду),

что позволяет ему ориентироваться в пространстве, получая сигналы из внешней среды. Крайне важна роль органа слуха при формировании речи у ребенка, становления у него способов общения. Воспринимающей частью слухового анализатора является ухо, проводящей – слуховой нерв, центральной – слуховая зона коры больших полушарий.



Рис. 28. Схема строения органов слуха и равновесия

Путь восприятия звуковых волн органом слуха: звуковые волны → колебания барабанной перепонки → движения слуховых косточек → колебания мембраны овального окна улитки → колебания жидкостей внутреннего уха → резонирующие колебания слуховых струн основной мембраны → раздражение волосковых клеток о покровную пластинку кортиева органа → генерация импульса на волосковых клетках кортиева органа.

Проводящий путь слухового анализатора: волосковые клетки кортиева органа → нейрон слухового нерва → нейрон таламуса (промежуточный мозг – отдел головного мозга) → нейрон коры височной доли больших полушарий.

Пространственное восприятие звука достигается путем анализа информации, поступающей от правого и левого уха в высших отделах ЦНС.

Орган равновесия (вестибулярный аппарат) воспринимает гравитацию, линейные и угловые ускорения, которые преобразуются в нервные сигналы, передаваемые в отделы ЦНС, координирующие ра-

боту мышц, что позволяет сохранять равновесие и ориентироваться в пространстве.

Основные принципы функционирования вестибулярного аппарата: при изменении линейного или углового (положения в пространстве) ускорения происходит смещение желеобразной массы с отолитами или купола, что ведет к возбуждению волосковых клеток и генерации нервного импульса.

Проводящий путь вестибулярного анализатора: волосковая клетка → нейрон вестибулярного аппарата (располагается в области дна внутреннего слухового прохода) → нейрон вестибулярного ядра продолговатого мозга → нейрон таламуса (промежуточный мозг) → нейрон коры больших полушарий. Также имеются связи нейронов вестибулярного аппарата с нейронами мозжечка и спинного мозга.

Органы обоняния и вкуса тесно связаны между собой, обеспечивают химический анализ веществ, а значит, их можно объединить понятием «органы химического чувства».

Орган обоняния воспринимает запахи – содержание и концентрацию пахучих веществ во вдыхаемом воздухе, т.е. это орган химического чувства, обеспечивающий химический анализ летучих элементов. Во время приема пищи обонятельные ощущения дополняют вкусовые. При насморке обоняние притупляется, и пища становится безвкусной. Располагается в верхнем отделе носовой полости и включает слизистую оболочку, покрывающую верхнюю носовую раковину и верхнюю часть носовой перегородки. Чувствительные обонятельные клетки являются видоизмененными нейронами и имеют характерные утолщения – **обонятельные булавы**, каждая из которых несет по 10-12 обонятельных ресничек. Длинные их отростки входят в состав обонятельного нерва, который проводит возбуждение в ЦНС. Выделяют 4 типа обонятельных клеток, реагирующих соответственно на цветочный, кислый, горелый и гнилостный запахи. Плотность обонятельных клеток около 30 тыс. на 1 мм², всего их число составляет около 100 млн.

Механизм улавливания запахов обонятельными клетками: молекулы летучих пахучих веществ из воздуха захватываются поверхностным слоем слизи и растворяются в ней (чему способствует постоянное перемешивание слизи, осуществляемое ресничками обонятельных клеток). Нерастворимые вещества переносятся из воздуха в слизь с помощью специальных транспортных белков. Достигнув по-

верхности обонятельных клеток, молекулы пахучих веществ взаимодействуют с встроенными в нее рецепторными белками. После присоединения молекулы пахучего вещества к белку-рецептору внутри клетки запускаются процессы, приводящие к выработке нервного импульса.

Проводящий путь обонятельного анализатора: обонятельная клетка → нейрон обонятельной луковицы → нейроны промежуточного мозга (таламус, гипоталамус) → нейрон обонятельной зоны коры больших полушарий (внутренняя поверхность лобной и височной долей).

Орган вкуса, как и орган обоняния, является органом химического чувства и воспринимает состав и качество веществ, растворенных в воде или слюне, при непосредственном контакте с рецепторами ротовой полости. Обычно вкусовые ощущения комбинируются с ощущениями запаха пищи.

Рецепторы вкуса расположены в особых выростах слизистой оболочки рта – **вкусовых сосочках (почках, луковицах)**. Вкусовой сосочек имеет форму эллипса и состоит из 40-60 плотно прилегающих друг к другу клеток, среди которых различают рецепторные, поддерживающие и базальные клетки. Вершина почки сообщается с ротовой полостью при помощи отверстия – вкусовой поры, которое ведет во вкусовую ямку. Вкусовые рецепторы на поверхности имеют множество микроворсинок, значительно увеличивающих чувствительную вкусовую поверхность.

Общее число вкусовых сосочков у человека достигает 2-3 тысяч. Они расположены по всей ротовой полости, но наиболее обильны на поверхности языка, причем здесь имеют определенную локализацию: рецепторы сладкого вкуса расположены преимущественно на конце языка, горького – у его основания, кислого – по бокам языка, соленого – по переднему и боковым краям языка. Сочетание этих вкусовых ощущений дает все многообразие вкусовых свойств пищи и других веществ.

Проводящий путь вкусового анализатора: рецепторная вкусовая клетка → нейрон ядер продолговатого мозга → нейрон промежуточного мозга (таламуса) → нейрон коры больших полушарий (постцентральная извилина).

Органы осязания – рецепторы, находящиеся в коже, которые реагируют на механические воздействия – прикосновение, давление

на кожу (механорецепторы), температуру (терморецепторы) и боль (ноцицепторы). Различные виды рецепторов распределены по поверхности кожи неравномерно: в среднем на 1 см² площади кожи приходится 25 механорецепторов, 150-200 болевых, 10-13 – холодовых и 1-2 – тепловых. Особенно много их на кончиках пальцев, в коже ладоней, на лице. Рецепторы кожного чувства имеют различное строение. Чаще они представляют собой свободные от оболочек окончания нервных волокон. В других случаях нервные окончания или их сплетения находятся в особых тельцах из клеток эпителия или соединительной ткани. Нервные волокна, идущие от этих рецепторов, сливаясь, образуют нервы, тянущиеся к мозгу и передающие ему возбуждения, возникающие в рецепторах.

Проводящий путь кожного анализатора: рецептор → нейрон ядер продолговатого мозга → нейрон промежуточного мозга (таламуса) → нейрон соматосенсорной зоны коры больших полушарий (область постцентральной извилины). В проводящем пути болевой чувствительности имеется дополнительное звено – нейроны задних рогов спинного мозга.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие функции выполняет нервная система? Какой тканью она образована?
2. Какие отделы входят в состав нервной системы? Назовите основные черты каждого отдела.
3. Каковы особенности строения и работы спинного мозга?
4. Какие Вы знаете отделы головного мозга? Каковы их строение и функции?
5. В чем различие понятий «орган чувств» и «анализатор»?
6. Что входит в состав анализатора? Какие варианты классификации анализаторов Вы знаете?
7. Каковы особенности восприятия разных анализаторов? От чего это зависит?
8. Перечислите и охарактеризуйте черты строения и работы внешних анализаторов (органов зрения, слуха, равновесия, обоняния, вкуса, осязания)?

Проблемные вопросы и задачи

Задача 1. Считается, что степень развития извилин головного мозга влияет на мыслительные способности человека. Как это можно объяснить?

Задача 2. В экспериментальных условиях через несколько месяцев после удаления мозжечка собака все-таки начала ходить. Однако после удаления у этой же собаки коры больших полушарий головного мозга способность к ходьбе у животного утрачивалась окончательно. Объясните результаты этого эксперимента. Допустимо ли проводить подобные опыты без крайней необходимости? Почему?

Задача 3. Установлено, что у животных, ощущающих опасность, заторможены рефлексы вкусовых центров коры головного мозга. Каково значение этого процесса в жизни животного? Будет ли наблюдаться аналогичный процесс у человека в такой же ситуации? Почему Вы так думаете?

Задача 4. Масса головного мозга человека увеличивается в основном до 20 лет. Затем наблюдается ее медленное уменьшение. Как можно объяснить этот факт? Обязательно ли возрастное уменьшение массы головного мозга будет сопровождаться ухудшением умственных способностей человека? Почему? От каких причин (кроме массы головного мозга) зависят интеллектуальные способности личности? В чем заключаются «резервы» мозга? Каким образом, с вашей точки зрения, можно определить уровень умственных возможностей человека? Разработайте рекомендации, нацеленные на развитие интеллекта человека.

Задача 5. Удивительно, но при любом морозе человек не ощущает холода поверхностью глаз. Объясните этот факт.

Задача 6. Чувство боли мешает сосредоточиться, портит настроение, разбивает сон человека. Было бы гораздо лучше, если бы человек никогда не испытывал чувство боли. Согласитесь ли Вы с этим предложением? Ответ объясните.

3.3. Высшая нервная деятельность

Поведение человека связано с условно-безусловной рефлекторной деятельностью. Путем изменения поведения человек лучше приспосабливается к условиям внешней среды, быстрее реагирует на ее изменения. Ведущая роль в этом процессе принадлежит коре больших

полушарий головного мозга, которые выполняют две основные функции: **1)** обеспечивает взаимодействие организма с внешней средой; **2)** объединяет работу всего организма при помощи нервной регуляции.

Высшая нервная деятельность (ВНД) – это деятельность коры больших полушарий головного мозга, обуславливающая поведение, направленное на приспособление к изменяющимся условиям окружающей среды.

Термин «высшая нервная деятельность» впервые введён в науку И.П. Павловым, считавшим его эквивалентным понятию «психическая деятельность». Все формы психической активности, включая мышление и сознание человека, Павлов считал элементами высшей нервной деятельности. Главным в его работе было представление о рефлекторной саморегуляции организма, которая основана на деятельности нервной системы. В основе поведения лежит условный рефлекс, он позволяет организму приспосабливаться к изменчивым условиям существования, приобретать новые формы поведения, отличные от врожденных безусловных рефлексов.

Рефлекс – ответная реакция организма на раздражитель, осуществляемая при обязательном участии центральной нервной системы. Для возникновения рефлекса необходима какая-то причина, толчок, раздражитель. Раздражителями могут являться факторы внешней или внутренней среды. Биологическая роль рефлексов состоит в том, что они реализуют, координируют функции органов и физиологических систем организма человека. Рефлекторные реакции организма имеют лишь приспособительное значение.

Возбуждение, возникающее на действие раздражителя, проходит по нервному пути – **рефлекторной дуге**, состоящей из пяти отделов:

- 1)** рецептор, воспринимающий раздражение;
- 2)** чувствительный (центrostремительный) нерв, передающий возбуждение к центру;
- 3)** нервный центр, где возбуждение переключается с чувствительных нейронов на двигательные;
- 4)** двигательный (центробежный) нерв, несущий возбуждение от центральной нервной системы к рабочему органу;
- 5)** рабочий орган, реагирующий на раздражение (мышца или железа).

Все рефлексы И.П. Павлов разделил на две группы: условные и безусловные. **Безусловные рефлексы** – видовые, передаваемые по

наследству, относительно постоянные врожденные реакции организма на воздействия внешней и внутренней среды, осуществляемые при участии ЦНС и не требующие специальных условий для своего возникновения. Например, выделение слюны при попадании пищи в рот, отдергивание руки при болевом воздействии (ожог, укол), сужение зрачка при ярком свете, коленный рефлекс.

Инстинкт – комплекс сложнейших безусловных рефлексов, представляющий собой видовую последовательность действий. Инстинкт именно комплекс действий, тогда как рефлекс – действие одиночное. У животных инстинкты составляют основу поведения. У человека инстинкты выражаются как неосознаваемая программа поведения, выражающаяся в виде желаний, стремлений, действий. Например, материнский инстинкт, инстинкт выживания, половой инстинкт, оборонительный инстинкт.

Биологическое значение безусловных рефлексов: достаточны для существования организма в неизменных условиях среды. Однако только при помощи безусловных рефлексов организм не может приспособиться к изменяющимся условиям внешней среды. Сохранение жизнедеятельности и приспособление к условиям окружающей среды осуществляется благодаря образованию в коре головного мозга условных рефлексов.

Условные рефлексы – индивидуальные, приобретенные в течение жизни приспособительные реакции организма, возникающие только при определенных условиях. Возникают на базе безусловного рефлекса, в результате образования временной связи в коре больших полушарий между центром безусловного и условного сигналов, возбуждение в которых возникает одновременно и повторяется несколько раз. Биологическое значение: лежат в основе обучения и позволяют организму осуществлять тонкую приспособительную деятельность на протяжении жизни. И.П. Павлов в 1903 г. ввел термин «условный рефлекс».

Сравнительная характеристика безусловного и условного рефлекса представлена в **таблице 6**.

И.П. Павлов предложил экспериментальный метод исследования функции коры больших полушарий – **метод условных рефлексов**.

Таблица 6

**Сравнительная характеристика безусловного
и условного рефлексов**

Безусловные рефлексы	Условный рефлекс
Видовые, т.е. присущи всем особям данного вида	Индивидуальные, присущи только отдельной особи
Носят врожденный характер, прочные и постоянные, передаются по наследству	Приобретаются после рождения (у человека – со 2-го месяца), отличаются малой устойчивостью, по наследству не передаются
Существуют независимо от индивидуального опыта	Вырабатываются в течение жизни на основе безусловных рефлексов
Имеют фиксированную рефлекторную дугу	Образуются в результате установления временной связи между центрами условного и безусловного раздражителя
Осуществляются при участии разных отделов ЦНС – спинного мозга, ствола и подкорковых ядер головного мозга. Безусловные рефлексы сохраняются и у животных, лишенных больших полушарий	Осуществляются при участии коры больших полушарий
Возникают в ответ на специфический раздражитель	Безразличные для определенного вида деятельности раздражители в других условиях становятся биологически значимыми сигналами
Обеспечивают существование в неизменных условиях среды	Позволяют быстро приспосабливаться к меняющимся условиям среды

Методика выработки условных рефлексов (условия, которые необходимо соблюдать при выработке условного рефлекса):

1) наличие двух раздражителей, один из которых безусловный (пища, болевой раздражитель и др.), вызывающий безусловно-рефлекторную реакцию, а другой – условный (сигнальный), сигнализирующий о предстоящем безусловном раздражении (свет, звук, вид пищи и т.д.);

2) многократное сочетание условного и безусловного раздражителей (хотя возможно образование условного рефлекса при их однократном сочетании);

3) условный раздражитель должен предшествовать действию безусловного. Например, для образования у собаки условного слюноотделительного рефлекса на звонок, необходимо, чтобы звонок начал звонить за 5-10 секунд до подачи пищи и некоторое время сопровождал еду. При одновременном действии условного и безусловного раздражителей или опережении действия безусловного раздражителя условный рефлекс обычно не вырабатывается или выражен слабо;

4) в качестве условного раздражителя может быть использован любой раздражитель внешней или внутренней среды, который должен быть по возможности индифферентным, не вызывать оборонительной реакции, не обладать чрезмерной силой и способен привлекать внимание;

5) безусловный раздражитель должен быть достаточно сильным, в противном случае временная связь не сформируется;

6) возбуждение от безусловного раздражителя должно быть более сильным, чем от условного;

7) необходимо устранить посторонние раздражители, так как они могут вызывать торможение условного рефлекса;

8) животное, у которого вырабатывается условный рефлекс, должно быть здоровым. Также важно состояние организма и, в первую очередь, нервной системы (отсутствие переутомления);

9) при выработке условного рефлекса должна быть выражена мотивация, например, при выработке пищевого слюноотделительного рефлекса животное должно быть голодным, у сытого – рефлекс не вырабатывается.

В образовании условных рефлексов ведущую роль играют процессы возбуждения; вместе с тем их уточнение, упорядочивание и совершенствование осуществляются благодаря процессам торможения. Именно гармоничное сочетание процессов возбуждения и торможения составляет основу условно-рефлекторной деятельности. Процесс возбуждения и процесс торможения являются активным состоянием клетки.

Определяя качественное различие между высшей нервной деятельностью человека и животных, Павлов выдвинул **учение о двух сигнальных системах**. **Первая сигнальная система** существует у человека и животных. Центры этой системы находятся в коре головного мозга и воспринимают непосредственные, конкретные раздражители (сигналы) внешнего и внутреннего мира – предметы или явления. Сигнальный характер условно-рефлекторной деятельности позволяет организму заблаговременно подготовиться к той или иной форме деятельности (пищевой,

оборонительной, половой). Первая сигнальная система составляет базу конкретного мышления. Только у человека существует **вторая сигнальная система**, связанная с функцией речи, со словом слышимым (речь) и видимым (письмо). Посредством слова передаются сигналы о конкретных раздражителях, и в этом случае слово служит сигналом сигналов первой системы. При обобщении различных сигналов человек открывает закономерности между ними – законы. Способность человека к обобщению составляет сущность отвлеченного мышления, которое и отличает его от животных. Мышление – результат работы всей коры больших полушарий головного мозга. Вторая сигнальная система возникла в результате совместной трудовой деятельности людей, при которой речь стала средством общения между ними. На этой основе возникло и развилось дальше словесное человеческое мышление. Головной мозг человека представляет собой центр мышления, связанный с центром речи. Признаки развития второй сигнальной системы появляются у человека во второй половине первого года жизни.

В современном мире высшая нервная деятельность человека является предметом изучения целого ряда наук: физиологии ВНД, психологии, социологии, медицины, философии. Обобщенные результаты их работы о структуре ВНД человека представлены на **рисунке 29**.

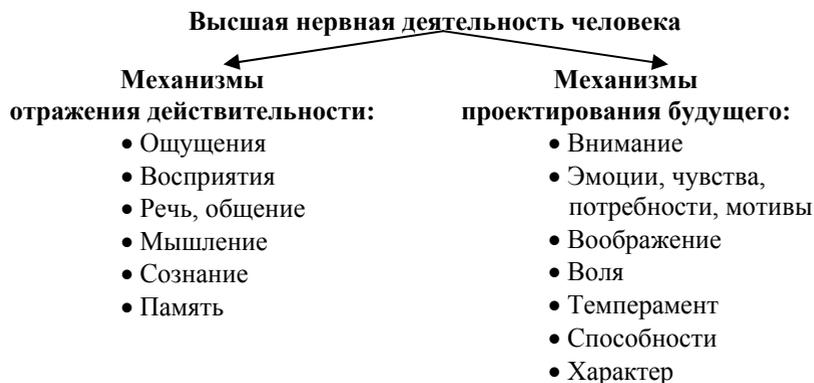


Рис. 29. Структура высшей нервной деятельности человека [10]

На основании изучения взаимодействия процессов возбуждения и торможения как основы ВНД И.П. Павлов выделял четыре типа нервной системы:

- 1) сильный, уравновешенный, подвижный (оживленный тип);

2) сильный, уравновешенный, инертный (спокойный, но мало-подвижный);

3) сильный, неуравновешенный, с преобладанием возбуждения над торможением (возбудимый, безудержный тип);

4) слабый тип.

Темперамент – совокупность индивидуальных особенностей человека, проявляющаяся в его возбудимости, эмоциональной реактивности, уравновешенности и скорости протекания психических процессов. С позиций учения о типах нервной системы выделяемые четыре вида темперамента характеризуются следующим образом:

1) холерик: яркий боевой тип, драчливый, легко и быстро возбуждается;

2) сангвиник: пылкий, уравновешенный, продуктивный тип (но только в том случае, когда он воодушевлен большим интересным делом).

3) флегматик: уравновешенный, настойчивый, продуктивный работник;

4) меланхолик: недоверчив, во всем видит плохое, для него каждое жизненное явление является тормозным агентом;

Вопросы для самоконтроля

1. В чем заключается высшая нервная деятельность человека? Какова ее роль в жизни человека?

2. Какие Вы знаете группы рефлексов? В чем основные различия?

3. Какова методика выработки условного рефлекса?

4. В чем заключается учение о двух сигнальных системах?

5. Какова структура высшей нервной деятельности человека?

6. Что такое «темперамент»? Какие Вы знаете виды темперамента?

Проблемные вопросы и задачи

Задача 1. Что мешает человекообразным обезьянам успешно передавать накопленный жизненный опыт своим потомкам? Испытывает ли аналогичные сложности человек? Почему?

Задача 2. Существует мнение, что уровень развития сознания у обезьян ниже, чем у человека. Используя конкретные примеры, докажете или опровергните эту точку зрения.

Задача 3. Поведение общественных насекомых (муравьев, пчел, ос, шмелей) очень сложное. Можно ли в данном случае говорить

об одном уровне психического развития перечисленных насекомых и человека?

Задача 4. Что с вашей точки зрения ценнее для организма: а) быстрое «угасание» старых условных рефлексов и быстрое образование новых или б) медленное «угасание» старых условных рефлексов и медленное образование новых? Свой ответ поясните, используя общие логические рассуждения и конкретные примеры.

Задача 5. Известный литературный герой Маугли вырос среди зверей. При этом он был высокоразвитым мыслящим существом: руководил стадами диких животных, умел разговаривать на языках разных зверей и обладал всеми человеческими качествами. Оцените реальность описанного Киплингом образа Маугли с позиций современной науки. Приведите иные примеры, подтверждающие вашу точку зрения.

3.4. Железы внутренней секреции

Железами внутренней секреции (эндокринными железами) называют органы, части органов или отдельные клетки, специализированные на выработке особых биологически активных веществ – гормонов – и выделяющие их во внутреннюю среду организма. Эндокринные железы не имеют выводных протоков и выделяют вырабатываемые ими гормоны непосредственно в кровь.

Общие функции эндокринной системы:
интегрирующая;

регуляторная, благодаря выделяемым ими гормонам.

Работа всех желез внутренней секреции строго согласованна, анатомически обособленные друг от друга они могут оказывать влияние друг на друга.

Гормоны – особые биологически активные вещества, вырабатываемые железами внутренней секреции и обладающие высокой биологической активностью, специфичностью и дистантностью, т.е. удаленностью действия.

Особенности действия гормонов:

- 1) гормоны находятся в крови и других биологических жидкостях (тканевой жидкости, лимфе);
- 2) способны вызвать эффект при содержании в низких концентрациях, т.е. они обладают высокой биологической активностью;
- 3) действие гормонов дистантно, т.е. они действуют на расстоянии от места образования;

4) действие гормона специфично по отношению к органу, ткани, типу клеток;

5) эффект действия гормонов более замедленный, по сравнению с эффектом нервного импульса, но более продолжительный;

6) гормоны разрушаются в кровяном русле и их действие прерывается;

7) гормоны действуют только на живые клетки и участвуют в регуляции гомеостаза (постоянства внутренней среды), в обмене веществ, влияют на рост, дифференцировку, размножение; обеспечивают ответную реакцию организма на изменения внешней среды.

Все многообразие действия гормонов можно свести к трем важнейшим функциям: **1)** обеспечение роста и развития организма; **2)** обеспечение адаптации организма к постоянно меняющимся условиям внешней среды; **3)** обеспечение гомеостаза. Характеристика желез внутренней секреции и выделяемых ими гормонов представлена в **таблице 7**.

Таблица 7

Характеристика желез внутренней секреции

Железа внутренней секреции	Выделяемые гормоны	Действие гормонов	
1	2	3	
Гипоталамус: объединяет нервную и эндокринную систему в единый нейрогуморальный механизм	Вазопрессин	Антидиуретический гормон	
	Окситоцин	Вызывает сокращение стенок матки, молочной железы – у женщин, семявыносящих путей – у мужчин	
	Рилизинг-гормоны: либерины (стимулируют), статины (тормозят)	Регулируют деятельность передней доли гипофиза	
Гипофиз – центральная железа, регулирует работу всех эндокринных желез, состоит из трех долей: передней, средней, задней Передняя доля гипофиза	Адренокортикотропный гормон (АКТГ)	Регулирует деятельность коры надпочечников	
	Тиреотропный гормон (ТТГ)	Регулирует работу щитовидной железы	
	Гонадотропные гормоны (ГТГ)	Регулируют деятельность половых желез	
	Соматотропный гормон, гормон роста (СТГ)	Контролируют процессы роста и развития	
	Средняя доля гипофиза	Меланоцитстимулирующий гормон (интермедин)	Контролирует пигментацию покровов и сетчатки глаза
		Липотропин	Регулирует обмен жиров

Окончание табл. 7

1	2	3
Эпифиз	Пептидные гормоны	Регулируют биоритмы, тормозит действие ГТГ гипофиза
Щитовидная железа	Тироксин (Т ₄) и трийодтиронин (Т ₃)	Регулируют энергетический обмен, рост и дифференцировку
	Кальцитонин	Регулируют фосфорно-кальциевый обмен (снижает уровень кальция в крови)
Околощитовидные железы	Парат-гормон	Повышает концентрацию кальция в крови, антагонист кальцитонина
Тимус (вилочковая железа)	Тимозин	Участвует в регуляции клеточного иммунитета
Надпочечники: корковое вещество	Минерал-Кортикоиды	Регулируют водно-солевой обмен
	Глюко-кортикоиды	Регулируют все виды обмена, иммунные реакции, обладают противовоспалительным действием
	Половые гормоны	Регулируют становление половой системы у детей
мозговое вещество	Адреналин и норадреналин	Гормоны стресса (повышают частоту сердцебиения, расширяют зрачок и т.д.)
	Адреномедуллин	Регулирует артериальное давление
Поджелудочная железа: эндокринная часть	Глюкагон	Увеличивает содержание глюкозы в крови
	Инсулин	Снижает содержание глюкозы в крови
Половые железы: семенники яичники	Андрогены	Обеспечивают развитие по мужскому типу, регулируют работу мужской половой системы
	Эстрогены	Обеспечивают развитие по женскому типу, регулируют работу женской половой системы
	Прогестерон	Способствует сохранению беременности

Деятельность всех желез внутренней секреции взаимосвязана: гормоны передней доли гипофиза способствуют развитию коркового вещества надпочечников, усиливают секрецию инсулина, влияют на поступление в кровь тироксина и на работу половых желез. Работу всех эндокринных желез регулирует центральная нервная система,

в которой находится ряд центров, связанных с функцией желез. В свою очередь, гормоны влияют на деятельность нервной системы.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие органы называют «железами внутренней секреции»? Какова их роль в организме человека?
2. Что такое «гормоны»? Каковы особенности их действия?
3. Какие основные функции выполняют гормоны в организме?
4. Каковы характеристики основных желез внутренней секреции?
5. Что входит в понятие «нейрогуморальный механизм» регуляции?

Проблемные вопросы и задачи

Задача 1. Предположим, что в организме человека отсутствует нервная, а существует только гуморальная регуляция функций органов и систем. Какие изменения в функционировании организма можно было бы ожидать и почему?

Глава 4. ВЛИЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

Все процессы, протекающие на Земле, тесно взаимосвязаны. Человек – лишь компонент, входящий в состав биосферы – живой оболочки Земли (В.И. Вернадский). Высшая нервная деятельность и, прежде всего, способность к созиданию отличает человека от всего остального органического мира. Поэтому человек стремится не приспособиться к окружающей среде, а переделать ее. Однако любые изменения, внесенные человеком, влияют и на него самого, а любое ухудшение состояния биосферы опасно и для самого человека. Изучение взаимоотношений человека и природы привело к пониманию, что здоровье – это не просто отсутствие болезней, а, прежде всего, всестороннее благополучие человека, возможность его реализации.

4.1. Факторы, определяющие здоровье человека

Здоровье человека – сложное и многоплановое понятие. Как справедливо указывал Сократ: «Здоровье – не все, но без здоровья – ни-

что». Современное научное направление биологии, рассматривающее причины здоровья, пути его обеспечения, формирования и сохранения в конкретных условиях жизнедеятельности называется **валеология**.

Здоровье – это комплексное, целостное и многомерное динамическое состояние организма человека, развивающееся в процессе реализации генетического потенциала в условиях конкретной социальной и экологической среды и позволяющее человеку в различной степени осуществлять его биологические и социальные функции.

Здоровье человека, как и любой признак организма, развивается под воздействием факторов окружающей среды, но при этом пределы варьирования задаются генетически и развитие признака идет в пределах нормы реакции.

Норма реакции – определяемые генотипом пределы развития какого-либо признака, в границах которого он может изменяться.

На реализацию генетического потенциала влияют многие внешние (экзогенные) и внутренние (эндогенные) факторы. **Экзогенные факторы** регулируются обществом: сюда входят социальные факторы (воспитание, быт, работа), социально-культурно-политическая среда, физико-биологическая среда обитания. К **эндогенным факторам** относят: **1)** пол, возраст, этническую принадлежность, наследственность с конституциональными особенностями, строение и формирование отдельных систем и органов, их взаимодействие, индивидуальные особенности обменных процессов – не определяются человеком и его волей; **2)** индивидуальное поведение человека, его склонности и способности – определяются каждым человеком самостоятельно.

Другая классификация факторов, определяющих здоровье человека, а также доля их влияния представлены в **таблице 8**.

Таблица 8

Факторы, влияющие на здоровье человека [4]

Сфера влияния факторов	Факторы, укрепляющие здоровье	Факторы, ухудшающие здоровье
1	2	3
Генетические – 20%	Здоровая наследственность. Отсутствие морфофункциональных предпосылок возникновения заболевания	Наследственные заболевания и нарушения. Наследственная предрасположенность к заболеваниям
Медицинское обеспечение – 8%	Медицинский мониторинг, высокий профилактических мероприятий, своевременная и полноценная медицинская помощь	Отсутствие постоянного медицинского контроля за динамикой здоровья, низкий уровень первичной профилактики, некачественный медицинский сервис

Окончание табл. 8

1	2	3
Условия и образ жизни (социальные факторы) – 52%	Рациональная организация жизнедеятельности: оседлый образ жизни, адекватная двигательная активность, социальный образ жизни	Отсутствие рационального режима жизнедеятельности, миграционные процессы, гипо- и гипердинамиа
Состояние окружающей среды – 20% (в ряде случаев – до 40%)	Хорошие бытовые и производственные условия, благоприятные климатические и природные условия, экологически благоприятная среда обитания	Вредные условия быта и производства, неблагоприятные климатические и природные условия, нарушение экологической обстановки

Генетические факторы, определяющие здоровье человека: наиболее часто наследственные нарушения обуславливаются образом жизни будущих родителей. Для нормального развития плода матери необходима повышенная двигательная активность, отсутствие переданья, а также психических перегрузок социального, профессионального и бытового характера.

Хромосомы половых клеток и их структурные элементы (гены) могут подвергаться вредным влияниям в течение всей жизни будущих родителей. Особую опасность представляют нарушения здорового образа жизни будущих родителей в период созревания тех половых клеток, которые непосредственно примут участие в оплодотворении. Если учесть, что яйцеклетка созревает в течение 12, а сперматозоид – 72 дней, то становится понятным, что хотя бы в течение периода времени, предшествующего зачатию, родители должны обеспечить нормальные условия для созревания половых клеток.

Генный аппарат особенно раним на раннем эмбриональном этапе развития, когда генетическая программа реализуется в виде закладки основных функциональных систем организма, и велика вероятность развития порока сердца (7-я неделя беременности), нервной системы (12-14-я недели развития), опорно-двигательного аппарата (14-17-я недели).

Все заболевания, связанные с генетическими факторами, можно условно разделить на три группы. **К первой группе** относятся хромосомные, или генные, болезни: гемофилия (пониженная свертываемость крови), фенилкетонурия (врожденное нарушение обмена веществ), болезнь Дауна (умственно отставание). Основной фактор – наличие измененных хромосом или генов, которые при определенных условиях (неблагоприятная экологическая обстановка, употребление алкоголя, наркотиков, другие вредные привычки будущих родителей)

приобретают доминирующее значение. **Вторая группа** наследственных болезней проявляется в процессе индивидуального развития и обусловлена слабостью определенных наследственных механизмов; такая слабость при нездоровом образе жизни человека может привести к возникновению некоторых видов нарушений обмена веществ (сахарный диабет, подагра), психическим расстройствам и другим патологиям. **Третья группа** связана с наследственной предрасположенностью, что при воздействии определенных факторов внешней среды может привести к таким заболеваниям, как атеросклероз, гипертоническая болезнь, ишемическая болезнь сердца, язвенная болезнь, бронхиальная астма и многие другие психосоматические нарушения.

Медицинские аспекты обеспечения здоровья: сегодня наука о здоровье – валеология развита гораздо меньше, чем медицина. По мере развития цивилизации и более широкого распространения заболеваний медицина все больше стала специализироваться на лечение болезней и все меньше времени уделять здоровью. Собственно лечение часто снижает запас здоровья за счет побочного действия лекарственных средств, т.е. лечебная медицина далеко не всегда укрепляет здоровье.

Одностороннюю направленность имеет и существующая охрана здоровья, трактуемая как система мер, предусматривающая возможность поддерживать нормальное состояние здоровья организма человека. Она ориентирована на развитие сети поликлиник, больниц, санаториев сети учреждений по охране здоровья матери и ребенка, оснащение их современной аппаратурой, лекарственными и санитарно-гигиеническими средствами.

Становится очевидным, что центром приложения сил медицины и физиологии как научно-практической отрасли должен быть не только больной, а в первую очередь здоровый человек, охрана и укрепление его здоровья.

Внутренняя картина здоровья – эта та внутренняя психологическая структура личности, где сформирована определенная целевая установка, а также возможные пути ее достижения. Биологические резервы – это иммунитет, обмен веществ, гормональный статус, сексуальные возможности. Физические резервы – это способность выполнять работу. Психоземональные возможности – внимание, сосредоточенность, память, характер памяти, ассоциативные или образные варианты памяти. Социальные возможности – это способности ведущего или ведомого. В настоящее время идет переоценка у детей пси-

хо-эмоциональных резервов, места в социальной среде и недооценка физических и биологических возможностей.

Образ жизни человека в целом или комплекс социальных факторов. Под **образом жизни** понимается устойчивый, сложившийся в определенных общественно-экологических условиях способ жизнедеятельности человека, проявляющийся в нормах общения, поведения, складе мышления.

Важнейшее значение в обеспечении образа жизни приобретает личностный компонент, который предполагает установление образа жизни в зависимости от наследственных особенностей человека, наследственно обусловленных либо приобретенных заболеваний или иммунитета, жизненных целевых установок, имеющих доступных социально-экономических условий и пр.

В образ жизни включают четыре категории: экономическую – уровень жизни, социологическую – качество жизни, социально-психологическую, и социально-экономическую – уклад жизни. При равных первых двух категориях здоровье людей в очень большой степени зависит от стиля и уклада жизни, которые в большой степени обусловлены историческими традициями, закрепленными в сознании людей.

Образ жизни современного человека характеризуются гиподинамией и гипокинезией, перееданием, информационной перегруженностью, психо-эмоциональным перенапряжением, злоупотреблением лекарственными препаратами и т.д., что приводит к развитию так называемых болезней цивилизации.

Наиболее полно взаимосвязь между образом жизни и здоровьем выражается в понятии «здоровый образ жизни», который объединяет все, что способствует выполнению человеком профессиональных, общественных и бытовых функций в оптимальных для здоровья условиях и выражается в ориентированности личности в направлении формирования, сохранения и укрепления как индивидуального, так и общественного здоровья.

Здоровый образ жизни можно определить как способ жизнедеятельности, соответствующий генетически обусловленным особенностям данного человека и конкретным условиям жизни и направленный на формирование, сохранение и укрепление здоровья, и полноценное выполнение человеком его социально-биологических функций.

Структура здорового образа жизни включает следующие факторы: оптимальный двигательный режим, рациональное питание, ра-

циональный режим жизни, психофизиологическую регуляцию, психо-сексуальную и половую культуру, тренировку иммунитета и закаливание, отсутствие вредных привычек.

Здоровый образ жизни складывается из трех взаимосвязанных элементов: культуры питания, культуры движения, культуры эмоций.

Культура питания. В здоровом образе жизни питание является определяющим, т.к. оказывает положительное влияние на двигательную активность и эмоциональную устойчивость. При правильном питании пища наилучшим образом соответствует естественным технологиям усвоения пищевых веществ, выработавшимся в ходе эволюции. Натуральная растительная пища (овощи, фрукты, зернобобовые, зерновые, орехи, семечки, мед) в полной мере соответствует этим требованиям, а животную пищу следует отнести к аварийным.

Культура движения. Оздоровительным эффектом обладают только аэробные физические упражнения (ходьба, бег трусцой, плавание, катание на лыжах, работа на садово-огородном участке и т.д.) в природных условиях. Они включают в себя солнечные и воздушные ванны, очищающие и закаливающие водные процедуры.

Культура эмоций. Отрицательные эмоции (зависть, страх и др.) обладают огромной разрушительной силой, положительные эмоции (смех, радость, любовь, чувство благодарности) сохраняют здоровье, способствуют успеху.

В основе здорового образа жизни лежат биологический (возрастной, энергетический, укрепляющий, ритмичный, аскетичный) и социальный (эстетический, нравственный, волевой и самоограничительный) принципы.

Состояние окружающей среды оказывает значительное влияние на здоровье человека и, по мнению экспертов Всемирной организации здравоохранения, оно составляет около 20%. Однако колоссальные приросты промышленного производства и многократно увеличившиеся объемы выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду в последние два десятилетия позволяют предполагать значительно возросшее воздействие качества среды на здоровье человека.

Так, прогноз иркутского профессора Ю.М. Горского [29] показывает, что для Иркутской области и ряда других регионов России к 2015 г. можно ожидать следующие изменения: роль экологических факторов возрастет до 40%, действие генетического фактора – до 30% (за счет негативных изменений генетического аппарата), а роль образа

жизни и медицины в поддержании здоровья снизится, соответственно, до 25 и 5%.

Кроме того, около 85% всех заболеваний современного человека связано с неблагоприятными условиями окружающей среды, возникающими по его же вине. Сегодня катастрофически падает здоровье людей, появились ранее неизвестные болезни и причины их очень трудно установить, а многие болезни стали излечиваться труднее, чем раньше. Поэтому сейчас столь остро стоит проблема «Здоровье человека и окружающая среда».

4.2. Человек и окружающая среда

Под **окружающей средой (средой обитания)** мы понимаем часть природы, окружающую живые организмы и оказывающую на них прямое или косвенное воздействие. Эти влияния могут носить отрицательный, положительный или нейтральный характер. Все они являются предметом изучения науки – экологии.

Экология – это наука, которая изучает взаимоотношения живых организмов между собой и со средой их обитания, с учетом изменений, вносимых в среду человеком. Экологические закономерности проявляются на уровне отдельного **организма** – особи; **популяции** – группы особей одного вида, объединенных общим местом обитания – ареалом; **экосистемы** – сообщества живых организмов (растений, животных и микроорганизмов) и их среды обитания, объединенных в единое функциональное целое; **биосферы** – оболочки Земли, содержащей совокупность живых организмов и ту часть вещества планеты, которая находится с ними в единстве.

Условия жизни, или условия существования – это совокупность необходимых для организма человека элементов среды, с которыми он находится в неразрывном единстве и без которых существовать не может. Другими словами, это сумма всех положительных, необходимых для жизни человека элементов окружающей среды.

Приспособление организма к среде носят название **адаптации**. Способность к адаптации – одно из основных свойств жизни вообще, обеспечивающих возможность ее существования, возможность организмов выживать и размножаться. Адаптации проявляются на разных уровнях – от биохимии клеток и поведения отдельных организмов до строения и функционирования сообществ и экологических систем.

Все приспособления организмов к существованию в различных условиях выработались исторически.

Отдельные свойства или элементы окружающей среды, воздействующие на организм, носят название **экологического фактора**. Многообразие экологических факторов подразделяется на две большие группы: абиотические и биотические.

Абиотические факторы – это комплекс условий неорганической среды, влияющих на организм человека. Сюда можно отнести: **1)** физические, или климатические, факторы среды – свет, температуру, влажность, ветер, давление, долготу дня и пр.; **2)** химические факторы – химический состав воздуха, почвы, воды; **3)** орографические факторы – рельеф, высота над уровнем моря.

Биотические факторы – это совокупность влияний жизнедеятельности одних организмов на другие. Биотические факторы, которые влияют на самого человека можно условно разделить на две большие группы: **1)** социальные факторы; **2)** влияние растений, животных и микроорганизмов.

Среди других биотических влияний деятельность человека настолько возросла, что ее часто выделяют в отдельную группу экологических факторов – **антропогенные факторы**.

4.3. Состояние окружающей среды и способы его оценки

Влияние различных факторов окружающей среды необходимо на протяжении всей жизни человека. Если человека изолировать от внешних факторов на длительное время, то его приспособительные реакции к постоянно меняющимся условиям среды снижаются. Более того, проведены опыты, подтверждающие, что при полной изоляции человека от всех внешних воздействий, наблюдается сильное психологическое напряжение. Так, человека помещали в специальную камеру, в темноту, где он не ощущал никаких влияний: ни звуковых, ни гравитационных, ни вибрационных. Через определенный промежуток времени человек терял ориентацию, понимание времени, наблюдался психо-эмоциональный дискомфорт. Более того, в опытах на животных показано, что и для созревания эмбриона также обязательно необходимы внешние воздействия. Так, при полной изоляции эмбриона от всех влияний его развитие замирало, и реализация генетической программы прекращалась. Недаром говорят, что развитие признаков ор-

ганизма осуществляется при неперенном влиянии окружающей среды в пределах заданной генетической программы организма.

Влияние окружающей среды необходимо, однако качество и интенсивность этих воздействий могут быть различными. Сегодня, к сожалению, наблюдается ухудшение состояния окружающей среды в связи с нерациональной деятельностью человека. Снижение качества среды связано с ее загрязнением.

Загрязнение окружающей среды – это негативное влияние на окружающую среду бытовых и промышленных отходов деятельности человечества. Охрана природы от загрязнений регулируется в законодательном порядке. Загрязняются водная и воздушная среда, почвы и сами живые организмы.

Основная причина появления загрязнения – это разомкнутость биотического круговорота. В естественных экосистемах все органические вещества, синтезированные в пастбищных цепях (цепях выедания), затем разлагаются редуцентами (деструкторами) в цепях разложения, возвращаясь тем самым обратно в круговорот, и тем самым обеспечивают возможность круговорота веществ и энергии на Земле, а значит, и возможность существования самой жизни.

Человек в своем созидательном порыве придумал много таких веществ, которые не разлагаются и не возвращаются обратно в круговорот. Например, полиэтилен разлагается около 500 лет, пластик – 100-200 лет. Говоря другими словами, нет в природе таких организмов, которые могли бы переработать придуманные человеком материалы, которые затем превращаются в «мусор» и «вредные вещества», загрязняющие окружающую среду и негативно влияющие на здоровье самого человека.

Одной из важнейших задач современности является достижение природного экологического равновесия между человеком и природой. Это равновесие очень подвижно, и завтра природа будет не той, что сегодня. Поэтому огромное значение приобретает понятие экологической безопасности.

Экологическая безопасность – действия, обеспечивающие баланс между человеком и окружающей его средой, не приводящие к жизненно важным ущербам. Экологическая безопасность достигается системой мероприятий, обеспечивающих минимальный уровень неблагоприятных воздействий природных и антропогенных факторов на

окружающую среду и самого человека. Включает экологический мониторинг и государственные решения по формированию экологической политики; минимизации последствий разрушающей деятельности человека и совершенствования природоохранного законодательства и методов формирования экологического мировоззрения.

Экологический мониторинг – это система наблюдений, позволяющая выявить изменения состояния окружающей среды под влиянием деятельности человека. **Цель мониторинга** – создание информационной основы для принятия управленческих решений в области охраны природы, природопользования и экологической безопасности. При этом оценка текущего состояния среды является основой для принятия тактических (оперативных) решений, а прогноз – для принятия решений стратегических (долговременных).

Выделяют следующие **методы оценки состояния окружающей среды**:

- 1) нормирование загрязняющих воздействий в окружающей среде;
- 2) биологические методы мониторинга:
 - биотестирование;
 - биоиндикация.

Нормирование, биотестирование и биоиндикация не заменяют друг друга, а по мере необходимости только дополняют друг друга.

Нормирование воздействий устанавливает предельно допустимые нормы влияния на окружающую среду, превышение которых несет опасность здоровью человека, губительно для растений и животных. Данные нормы устанавливаются в виде **предельно допустимых концентраций** загрязняющих веществ (ПДК) и **предельно допустимых уровней** вредного физического воздействия (ПДУ).

ПДК – это количество вредного вещества в окружающей среде за определенный промежуток времени, отнесенное к массе или объему, которое не оказывает влияния на здоровье человека и не вызывает неблагоприятных последствий у его потомства, а также не влечет за собой разрушающего воздействия на природные сообщества в целом. В настоящее время разработаны ПДК для 200 загрязняющих веществ воздушной и более 600 веществ водной среды.

ПДУ – уровни шума, вибраций, ионизирующих излучений, напряженности электромагнитных полей и т.п., которые не должны оказывать на человека прямого или косвенного вредного влияния при неограниченно долгом воздействии.

Биологические методы оценки состояния среды играют главную роль среди всех типов экологического мониторинга, поскольку развитие биосферы на Земле и ее устойчивость зависят от деятельности совокупности живых организмов. Биологические методы включают биотестирование и биоиндикацию.

Под **биотестированием** понимают процедуру установления токсичности среды с помощью тест-объектов, сигнализирующих об опасности независимо от того, какие вещества и в каком сочетании вызывают изменения жизненно важных функций у тест-объектов. Благодаря простоте, оперативности и доступности биотестирование получило широкое признание и его используют наряду с методами аналитической химии. Существует 2 вида биотестирования: морфофизиологический и хемотаксический. Хемотаксический метод более точный, так как в нем используется специальный прибор, а морфофизиологический позволяет более точно описать, что происходит с тест-объектами. В качестве тест-объектов используют, например, одноклеточную зеленую водоросль хлореллу [13]. О качестве воды можно судить по скорости размножения водоросли за определенный период времени.

Биоиндикация – оценка качества природной среды по состоянию её **биоты** – совокупности всех живых организмов. Биоиндикация основана на наблюдении за составом и численностью видов-индикаторов.

Живые организмы несут наибольшее количество информации об окружающей их среде обитания: живой организм как биологическая система замыкает на себе все процессы, протекающие в экосистеме. В нормальных условиях организм реагирует на воздействия среды посредством сложной физиологической системы буферных гомеостатических механизмов (**рис. 30**).

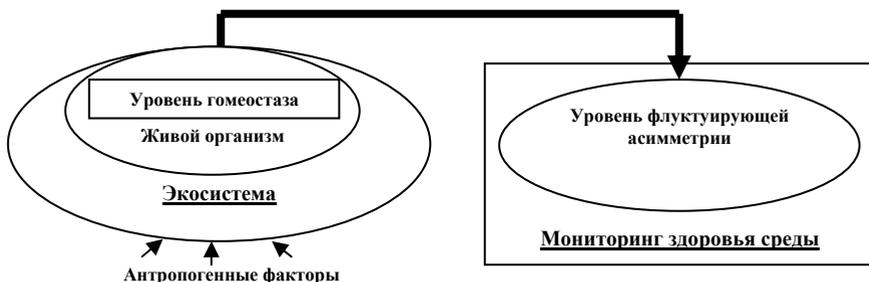


Рис. 30. Схема реакций живого организма на воздействия окружающей среды [28]

Под воздействием неблагоприятных условий эти механизмы могут быть повреждены, что приводит к нарушению развития. Эти нарушения хорошо выявляются при оценке стабильности развития по уровню флуктуирующей асимметрии [4, 5, 12]. Явлениями флуктуирующей асимметрии охвачены практически все билатеральные структуры у самых разных видов живых организмов, и она может быть охарактеризована как одно из наиболее обычных и доступных для анализа проявлений случайной изменчивости развития.

4.4 Влияние загрязнения окружающей среды на здоровье человека

Все факторы окружающей среды, влияющие на здоровье человека, в зависимости от происхождения можно условно разделить на три большие группы: физические, химические и биологические (**рис. 31**). Это деление достаточно условно, поскольку часто многие факторы действуют совместно. Например, химические элементы стронций-90 и цезий-137 радиоактивны и оказывают на организм химические влияние как вещество и физическое – как излучение. Или некоторые живые организмы (биологические воздействия) выделяют химические токсины, отравляющие организм (химическое влияние).

Факторы среды, влияющие на здоровье человека

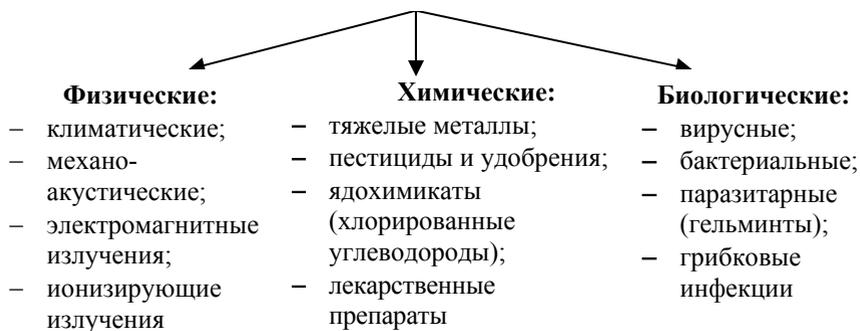


Рис. 31. Классификация факторов среды, влияющих на здоровье человека

Кроме того, каждая из сред обитания: водная, наземно-воздушная или почва, обладают всем комплексом факторов (физических, хими-

ческих и биологических), и каждая по-своему влияет на организм. Однако невозможно объять необъятное, поэтому в современных условиях, когда остро стоит проблема антропогенного загрязнения среды обитания, необходимо рассмотреть именно те негативные влияния внешней среды, которые имеют наибольшее значение, и, опираясь на знания биологии человека, предложить пути уменьшения вредных воздействий.

Некоторые влияния, такие как загрязнение воздуха или питьевой воды, могут непосредственно влиять на здоровье человека, другие оказывают косвенное, опосредованное влияние. Реакции организма на загрязнение зависят от индивидуальных особенностей: пола, возраста, общего состояния здоровья. Наиболее уязвимы, как правило, дети, пожилые люди, больные хроническими болезнями, беременные женщины.

Важным является то, что при систематическом или периодическом поступлении в организм сравнительно небольших количеств вредных излучений или токсичных веществ происходит **хроническое отравление**, что сегодня наблюдается во многих регионах и особенно в крупных городах. Признаками хронического отравления являются отклонения от обычного поведения, быстрое утомление или чувство постоянной усталости, сонливость или, наоборот, бессонница, апатия, ослабление внимания, забывчивость, сильные колебания настроения. При хроническом отравлении одни и те же вещества у разных людей могут вызывать разные поражения почек, печени, кроветворных органов, нервной системы.

Физические факторы – влияния на организм человека, связанные с климатическими и энергетическими воздействиями, включая физические поля, излучения и физические воздействия космического происхождения. Все они имеют определенный **уровень воздействия**, и каждый измеряется в своих единицах. В зависимости от дозировки могут оказать терапевтическое или токсическое действие, большинство физических факторов среды при достижении известного уровня неблагоприятно влияют на организм человека. Однако определенная интенсивность тех или иных факторов как компонентов окружающей среды является необходимой для обеспечения нормальной жизнедеятельности человека.

Климатические факторы включают температуру, барометрическое давление, солнечную радиацию, влажность, скорость движения и в основном характеризуют состояние воздушной среды. В понятие «климат» также входят фазы солнечной, лунной активности и другие

космические явления, несомненно, оказывающие влияние на организм человека.

Механоакустические факторы – основные разновидности акустического шума (постоянный, прерывистый и импульсный), перепады атмосферного давления, вибрации и ударные ускорения.

К **электромагнитным факторам** относят освещение, ультрафиолетовое излучение, неионизирующие излучения (сверхвысокочастотное, ультравысокочастотное, высокочастотное, а также очень низкочастотное, сверхнизкочастотное и лазерное излучение), электростатическое и магнитостатическое поля.

Ионизирующие излучения – это потоки фотонов, а также заряженных или нейтральных частиц, которые, проходя через вещество среды, способны вызвать его ионизацию. Наиболее значимы следующие типы ионизирующего излучения: коротковолновое электромагнитное излучение (рентгеновское и гамма-излучения), потоки заряженных частиц: бета-частиц (электронов и позитронов), альфа-частиц (ядер атома гелия-4), протонов.

Химические факторы окружающей среды – это природные и искусственного происхождения химические элементы и соединения (загрязнители), входящие в состав воздуха, воды, почвы, пищевых продуктов, строительных материалов, одежды, обуви, различных предметов обихода и интерьера, бытовой электротехники, промышленного оборудования.

Биологические факторы: безвредные и вредные микроорганизмы, вирусы, глисты, грибки, разные животные и растения и продукты их жизнедеятельности.

Физические, химические, в определенной мере и биологические факторы могут быть как природного, так и искусственного (антропогенно-техногенного) происхождения, чаще имеет место воздействие на человека совокупности этих факторов.

Влияние звуков и шумов на организм человека. Звук называют такие механические колебания внешней среды, которые воспринимаются органом слуха человека: от 16 до 20000 колебаний в секунду. Колебания большей частоты называются ультразвуком, меньшей – инфразвук. **Шум** – это неприятный или нежелательный звук, либо совокупность звуков, мешающих восприятию других сигналов, оказывающих вредное или раздражающее действие на организм человека, снижающих его работоспособность. Для человека звук является од-

ним из воздействий окружающей среды. В природе громкие звуки редки, шум относительно слаб и непродолжителен. Сочетание звуковых раздражителей дает время, необходимое для оценки их характера и формирования ответной реакции.

Шум действует на организм как стресс-фактор, вызывает изменения звукового анализатора и, благодаря тесной связи слуховой системы с многочисленными нервными центрами вызывает глубокие изменения в центральной нервной системе. Наиболее опасно длительное действие шума, при котором возможно развитие **шумовой болезни** – тяжелое заболевание организма с преимущественным поражением органа слуха, центральной нервной и сердечнососудистой систем.

Уровень шума измеряется в единицах, выражающих степень звукового давления – децибелах. Это давление воспринимается не беспредельно. Уровень шума в 20-30 децибелов (ДБ) практически безвреден для человека, это естественный шумовой фон. Что же касается громких звуков, то здесь допустимая граница составляет примерно 80 децибелов. Звук в 130 децибелов уже вызывает у человека болевое ощущение, а 150 становится для него непереносимым.

В настоящее время ученые во многих странах мира ведут различные исследования с целью выяснения влияния шума на здоровье человека. Их исследования показали, что шум наносит ощутимый вред здоровью человека, но и абсолютная тишина пугает и угнетает его. Так, сотрудники одного конструкторского бюро, имевшего прекрасную звукоизоляцию, уже через неделю стали жаловаться на невозможность работы в условиях гнетущей тишины. Они нервничали, теряли работоспособность. И, наоборот, ученые установили, что звуки определенной силы стимулируют процесс мышления.

В последние годы фоновое и промышленное шумовое загрязнение неуклонно растет. Так, по сравнению с 80-ми годами XX века в странах Европы шум вырос на 26%, в основном за счет увеличения числа автомобильного транспорта. На промышленных и энергетических предприятиях уровень шума достигает 90-110 децибел и более. Не намного тише и у нас дома, где появляются все новые источники шума – бытовая техника.

По данным Всемирной организации здравоохранения, прослушивание громкой музыки через наушники регулярно в течение 1-2 лет может привести к снижению порога слышимости на 20-30%, и восстановить слух будет сложно. Постоянное воздействие сильного шума не только отрицательно влияет на слух, но и вызывает другие последст-

вия: звон в ушах, головокружение, головную боль, усталость, снижение иммунитета. Во многих странах проблемы со сном вызваны в первую очередь именно наличием разных источников шума.

Было установлено, что воздействие сильного шума увеличивает и кровяное давление у человека. Каждые дополнительные 10 децибел среднего уровня шума повышают артериальное давление до 2 мм рт. ст., что, в свою очередь, примерно на 10% повышает риск инсульта и на 5% – риск развития коронарных заболеваний сердца. Вред, наносимый шумом и вибрационными воздействиями здоровью человека, не заметен сразу. Постепенно накапливающиеся акустические раздражения приводят к усталости, гипертензии, сонливости, нервозности и другим, более серьезным последствиям. Для комфортной жизнедеятельности рекомендуется, чтобы уровень шума не превышал 30 децибел в комнатах отдыха и 40 децибел в других помещениях, где находятся люди. Такой уровень звука практически безвреден для человека, это естественный шумовой фон.

Влияние вибраций на здоровье человека. Вибрацией называют механические ритмичные колебания упругих тел. Чаще всего под вибрацией понимают нежелательные колебания. Аритмичные колебания называют толчками. Человек ощущает вибрацию частотой от долей герца до 800 Гц, вибрация большой частоты воспринимается подобно ультразвуковым колебаниям, вызывая ощущение тепла. Человек ощущает колебательные скорости, отличающиеся в 10 000 раз. Поэтому по аналогии с шумом интенсивность вибрации часто оценивают как уровень колебательной скорости, определяя его в децибелах.

В отличие от звука вибрация воспринимается разными органами тела. Так, при низкочастотных (до 15 Гц) колебаниях поступательная вибрация воспринимается отолитовым, а вращательная – вестибулярным аппаратом внутреннего уха. При контакте с твердым вибрирующим телом вибрация воспринимается нервными окончаниями кожи.

Сила восприятия механических колебаний зависит от положения тела и индивидуальной реакции человека. Так, у человека в положении сидя резонанс тела, который обуславливается влиянием вибрации и проявляется неприятными субъективными ощущениями, наступает на частотах 4-6 Гц, у человека в положении стоя – на частотах 5-12 Гц. Степень неблагоприятного действия вибрации зависит от ее уровня (или расстояния до источника низкочастотных колебаний), времени суток, возраста, рода деятельности и состояния здоровья.

Постоянное повышенное значение вибрации приводит к быстрой утомляемости, нарушению нервной системы, плохому сну, головной боли. Работа в условиях постоянной вибрации может приводить к возникновению вибрационной болезни. Вибрационная патология стоит на втором месте среди профессиональных заболеваний.

Проблема современного производства – локальная вибрация. Локальная вибрация вызывает главным образом спазмы сосудов кисти, предплечий, нарушая снабжение конечностей кровью. Одновременно колебания действуют на нервные окончания, мышечные и костные ткани, вызывают снижение кожной чувствительности, отложение солей в суставах пальцев, деформируя и уменьшая подвижность суставов.

Вибрация, проникающая в жилые помещения, в результате круглосуточного длительного воздействия может оказывать неблагоприятное влияние на жителей городов. При непродолжительном действии вибрации (1,5 года) на первый план выступают функциональные нарушения ЦНС. В группе населения с более длительным сроком проживания (7 лет) чаще регистрируются нарушения деятельности сердечнососудистой системы.

Влияние электромагнитных излучений на здоровье человека.
Электромагнитные излучения (ЭМИ) – это распространяющиеся в пространстве возмущения электромагнитного поля (т.е. взаимодействующие друг с другом электрическое и магнитное поля). Человек постоянно подвергается действию электромагнитных излучений, которые могут быть как полезными, так и вредными. Неблагоприятное действие ЭМИ связано с созданием помех в работе нервной системы. Основным принцип работы нервной системы – это передача электромагнитного импульса от одного нейрона к другому. Однако посторонние ЭМИ окружающей среды могут нарушать или замедлять передачу нервного импульса в организме человека.

Основные источники антропогенных ЭМИ: электрические сети, бытовая техника, персональные компьютеры, теле- и радиостанции, спутниковая и сотовая связь, электротранспорт, радары. Наиболее мощными следует признать СВЧ-печи, электроплиты, телевизоры, компьютеры. Реально создаваемые ЭМИ в зависимости от конкретной модели и режима работы могут сильно различаться среди оборудования одного типа.

Неблагоприятные ЭМИ могут оказаться причиной разных патологий, которые проявляются в нарушениях работы нервной, иммунной,

эндокринной и половой систем. Особо опасны ЭМИ для детей, беременных женщин, людей с заболеваниями центральной нервной, гормональной, сердечнососудистой системы, аллергиков, людей с ослабленным иммунитетом.

Биологический эффект ЭМП в условиях длительного многолетнего воздействия накапливается, в результате возможно развитие отдаленных последствий, включая дегенеративные изменения центральной нервной системы, рак крови (лейкозы), опухоли мозга, гормональные заболевания, склонность к депрессиям.

Влияние персонального компьютера (ПК) на здоровье человека. Основными составляющими частями персонального компьютера (ПК) является: системный блок (процессор) и разнообразные устройства ввода/вывода информации: клавиатура, дисковые накопители, принтер, сканер, и т.п. Каждый персональный компьютер включает средство визуального отображения информации – монитор. ПК часто оснащают сетевыми фильтрами, источниками бесперебойного питания и другим вспомогательным электрооборудованием. Все эти элементы при работе ПК формируют сложную электромагнитную обстановку на рабочем столе пользователя. По обобщенным данным, у работающих за монитором от 2 до 6 часов в сутки чаще наблюдаются функциональные нарушения центральной нервной системы, болезни сердечнососудистой системы, болезни опорно-двигательного аппарата.

Влияние мобильных телефонов на здоровье человека. Сегодня однозначно ответить на этот вопрос нельзя, поскольку на человека в современном мире воздействует такое большое количество вредных излучений и веществ, что выделить роль только сотового телефона сложно. Современные мобильные телефоны и их базовые станции работают на частотах от 800 до 1900 МГц – излучают низкочастотные радиоволны. Результаты исследований показывают четкую зависимость «доза-эффект», поэтому ученые рекомендуют ограничивать время разговоров. Особенную опасность представляет излучение телефона для развивающегося организма детей и подростков. Например, в Великобритании прекращена продажа мобильных телефонов, предназначенных для детей. Есть факты, свидетельствующие об угнетающем влиянии низкочастотного излучения на репродуктивные функции, особенно у молодых людей до 30 лет, которые и являются основными пользователями. Результаты работы научно-исследовательских институтов Европы по программе REFLEX показывают, что низкочастотное электро-

магнитное излучение вызывает генетические изменения в ДНК и, возможно, провоцирует развитие онкологических заболеваний [30].

Итак, хотя точных данных о вредном влиянии на сегодня нет, можно определить четыре основные системы, на которые негативно влияет излучение мобильного телефона: **1) ЦНС:** изменения ВПД, ухудшение памяти, внимания, воли, нарушения сна; **2) система крови и кровообращения:** нарушение процессов кроветворения: разрушение эритроцитов вызывает анемию, сокращение числа лейкоцитов приводит к угнетению всех видов иммунитета, развитию аллергических реакций (развитие астмы и экземы), неустойчивости к болезням; увеличение кровяного давления; **3) эндокринная система:** увеличивается содержание адреналина в крови; **4) половая система:** у мужчин – угнетение сперматогенеза, повышение числа врожденных патологий и уродств, у женщин – не изучено.

Рекомендации по уменьшению влияния вредного излучения от мобильных телефонов: сократить время общения, по возможности заменяйте разговор SMS-посланиями, исключите использование мобильного телефона детьми, носить лучше в сумке, кармане верхней одежды или в руке, не стоит носить телефон на поясе (для мужчин) и на груди (у женщин).

Влияние ионизирующего излучения на здоровье человека. Источники ионизирующего излучения делят на: 1) естественные (природные) и 2) искусственные. Естественными источниками являются космические излучения и распространенные в природе радиоактивные вещества (радионуклиды). Природные, или естественные, радионуклиды имеют различное происхождение; часть из них принадлежит к радиоактивным семействам, родоначальники которых (уран, торий) входят в состав пород, слагающих нашу планету, с периода ее образования; некоторая часть естественных радионуклидов является продуктом активации стабильных изотопов космическим излучением. Отличительным свойством радионуклидов является радиоактивность, т.е. самопроизвольное превращение (распад) атомных ядер, приводящее к изменению их атомного номера и массового числа.

При изучении действия излучения на организм были выявлены следующие особенности: 1) высокая эффективность поглощённой энергии, даже малые её количества могут вызвать глубокие биологические изменения в организме; 2) наличие скрытого (инкубационного) периода проявления действия ионизирующих излучений; 3) действие

от малых доз может суммироваться или накапливаться; 4) генетический эффект – воздействие на потомство; 5) различные органы живого организма имеют свою чувствительность к облучению; 6) организмы разных людей реагируют на облучение по-разному; 7) облучение зависит от частоты воздействия: при одной и той же дозе облучения вредные последствия будут тем меньше, чем более мелко оно получено во времени.

Различают два вида эффекта воздействия на организм ионизирующих излучений: 1) соматический – проявляется непосредственно у облучаемого; 2) генетический – проявляется у потомства облученного. Соматические эффекты могут быть ранними или отдалёнными. Ранние возникают в период от нескольких минут до 60 суток после облучения: покраснение и шелушение кожи, помутнение хрусталика глаза, поражение кроветворной системы, лучевая болезнь, летальный исход. Отдалённые соматические эффекты проявляются через несколько месяцев или лет после облучения в виде стойких изменений кожи, злокачественных новообразований, снижения иммунитета, сокращения продолжительности жизни.

Изучение генетических последствий облучения связано с большими трудностями, поскольку, во-первых, немного известно о том, какие повреждения возникают в генетическом аппарате человека при облучении; во-вторых, полное выявление всех наследственных дефектов происходит лишь на протяжении многих поколений; и, в-третьих, эти дефекты невозможно отличить от тех, которые возникли совсем по другим причинам. Однако известно, что ионизирующие излучения способны вызвать весь спектр мутаций, тем самым не отличаясь от спектра спонтанных мутаций. Согласно оценкам, хроническое облучение при мощности дозы в 1 Грей на поколение (для человека – 30 лет) приведет к появлению около 2000 серьезных случаев генетических заболеваний на каждый миллион живых новорожденных среди детей тех, кто подвергся такому облучению (1 Грей – это поглощенная доза любого ионизирующего излучения, при которой 1 кг вещества поглощает 1 Дж энергии излучения ($1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг}$). Есть веские основания считать, что число не очень существенных дефектов значительно превышает число серьезных аномалий, так что наносимый ими ущерб в сумме может быть даже больше, чем от серьезных дефектов [31].

Влияние тяжелых металлов на здоровье человека. По степени опасности для здоровья человека среди химических загрязнителей

первенство в настоящее время принадлежит тяжелым металлам. Наиболее опасными и токсичными из тяжелых металлов являются кадмий, ртуть и свинец. Установлена связь между количеством обнаруженных в воде и почве кадмия, свинца, мышьяка и уровнями заболеваемости злокачественными новообразованиями различных форм среди населения экологически неблагополучных районов, т.е. они обладают, прежде всего, канцерогенным действием. Кроме того, тяжелые металлы по цепочке «вода → растение → пища» поступают в организм человека в увеличенных количествах.

Загрязнение кадмием пищевых продуктов происходит из-за загрязнения почвы и питьевой воды сточными водами и другими отходами промышленных предприятий, а также при использовании фосфорных удобрений и пестицидов. В воздухе сельских местностей концентрация кадмия в 10 раз превышает уровни естественного фона, а в городской среде нормативы могут быть превышены до 100 раз. Больше всего кадмия человек получает с растительной пищей. Главным «хранилищем» кадмия в организме служат почки (30-60% всего количества) и печень (20-25%). Остальной кадмий находится в поджелудочной железе, селезенке, трубчатых костях. Отравление кадмием наступает при поступлении больших разовых доз с пищей (15-30 мг) или с водой (13-15 мг). Классическим примером отравления кадмием является заболевание, впервые описанное в Японии в 50-е годы XX века. Болезнь сопровождалась сильными болями в поясничной области, болью в мышцах, а также остеомалацией (размягчением костей), проявлявшейся хрупкостью и ломкостью костей и деформацией скелета. Налицо были и характерные признаки поражения почек, носившие необратимый характер. Данные о канцерогенности кадмия ограничены.

Ртуть имеет два типа кругооборота в природе. Первый связан с естественным природным обменом элементарной (неорганической) ртути, второй, так называемый локальный, обусловлен процессами метилирования неорганической ртути, поступающей в окружающую среду в результате хозяйственной деятельности человека. Ртуть применяется в производстве каустической соды, бумажной массы, синтезе пластмасс, в электротехнической промышленности. Широкое применение ртуть имеет в качестве фунгицидов для протравливания посевного материала. Ежегодно до 80 тыс. тонн ртути в виде паров и аэрозолей выбрасывается в атмосферу, откуда она и ее соединения мигрируют в почву и водоемы. Ртуть нарушает белковый обмен и ферментативную деятельность организма, особенно сильно она

поражает нервную и выделительную системы. При воздействии ртути возможны острые (проявляются быстро и резко, обычно при больших дозах – свыше 300 мг) и хронические (влияние малых доз ртути в течение относительно длительного времени) отравления. Отравление ртутью приводит к нарушению нервной системы и характеризуется наличием астеновегетативного синдрома с отчетливым ртутным тремором (дрожанием рук, языка, век, даже ног и всего тела) неустойчивым пульсом, тахикардией, возбужденным состоянием, психическими нарушениями. Развиваются апатия, эмоциональная неустойчивость, головные боли, головокружения, бессонница, возникает состояние повышенной психической возбудимости, нарушается память.

Соединения свинца в окружающей среде появляются в результате использования этилированного бензина. Естественно, что наибольшие концентрации свинца обнаруживаются в атмосферном воздухе городов и вдоль крупных автострад. Через органы дыхания в организм проникает 50% соединений свинца. Под действием свинца нарушается синтез гемоглобина, возникает заболевание дыхательных путей, мочеполовых органов, нервной системы. Особенно опасны соединения свинца для детей дошкольного возраста. В крупных городах содержание свинца в атмосфере достигает 5-38 мг/м³, что превышает естественный фон в 10 000 раз. В дальнейшем при включении в пищевые цепи свинец может поступать в организм человека с продуктами как растительного, так и животного происхождения. Свинец способен накапливаться в организме, особенно в костной ткани. Имеются сведения о влиянии свинца на рост числа заболеваний сердечнососудистой системы. Экспериментальные данные свидетельствуют, что для развития рака в присутствии свинца требуется в 5 раз меньшее количество канцерогенных углеводородов. Симптомами отравления свинцом являются бледность лица, потеря внимания, плохой сон, склонность к частой смене настроения, повышенная раздражительность, агрессивность, быстрая утомляемость, а также металлический привкус во рту, расстройства пищеварения, потеря аппетита, острые боли в животе со спазмами («свинцовые колики»). На более поздних стадиях наблюдаются головная боль, головокружение, потеря ориентации и проблемы со зрением. Специфическое почернение («свинцовая линия») может появиться у основания десен. Возможен паралич («свинцовые судороги»), обычно затрагивающий в первую очередь пальцы и кисти рук. У детей может быть поврежден головной мозг, что может привести к слепоте или глухоте или даже летальному исходу.

Влияние удобрений и пестицидов на здоровье человека. Удобрения – вещества, содержащие питательные элементы в усваиваемой растениями форме, внесение которых в почву в форме подкормок приводит к повышению урожайности культурных растений. По происхождению различают органические, неорганические или минеральные удобрения и органоминеральные смеси. По составу удобрения разделяют на: азотные, калийные, фосфорные, смешанные и комплексные. По количеству питательных элементов, которые необходимы растению, удобрения разделяют на макроудобрения (нужны растениям в больших количествах – азотные, фосфорные, калийные) и микроудобрения (необходимы растениям в очень малых количествах – это соединения, содержащие медь, железо, марганец, йод).

Пестициды – это химические вещества, предназначенные для уничтожения тех или иных организмов. Их делят на: 1) антигельминты – средства для борьбы с гельминтами (паразитическими червями); 2) афициды – средства для борьбы с тлей; 3) бактерициды – средства для борьбы с различными бактериями; 4) гербициды – химические соединения, предназначенные для уничтожения сорных растений; 5) дефолианты – вещества, удаляющие листья растений (например, ими обрабатывают растения при сборе урожая хлопка); 6) зооциды – химические вещества для борьбы с грызунами; 7) инсектициды – средства для борьбы с насекомыми; 8) протравители семян – вещества для предпосевной обработки семян с целью борьбы с бактериальными и грибковыми инфекциями; 9) регуляторы роста растений – химические соединения, регулирующие рост и развитие растений; 10) фунгициды – средства для борьбы с паразитическими грибами (микозами).

Удобрения и пестициды широко применяют в сельском хозяйстве. В настоящее время разрешены для применения в сельском хозяйстве 66 различных пестицидов, обладающих помимо специфического действия на сельскохозяйственных вредителей неблагоприятными отдаленными последствиями различного рода. Пестициды являются чужеродными организму веществами. Они оказывают токсичное действие на организм, поражают центральную нервную систему, внутренние органы, обладают мутагенным и канцерогенным эффектами. Особенно к их действию чувствительны дети. Прямые отравления пестицидами отмечаются в мире ежегодно у 2 млн человек, из них около 50 тыс. приводят к смерти.

В зависимости от структуры загрязнения пестицидами и удобрениями на разных территориях наблюдаются разные картины заболе-

ваний, но в целом наибольшее влияние они оказывают на следующие системы: 1) сердечнососудистая система; 2) кожные покровы и органы дыхания – вызывают различные аллергические состояния: экземы, астму; 3) эндокринную систему – на территории Воронежской области среди населения отмечается рост йоддефицитных состояний, в развитии которых наряду с природным дефицитом йода большую роль играют пестициды, блокирующие захват йода щитовидной железой [32]; 4) систему крови и кровообращения – уменьшение в крови числа эритроцитов и лейкоцитов, снижение иммунитета, развитие аллергических реакций; 5) влияние на мочеполовую систему: у мужчин – снижение способности к оплодотворению, у женщин – нарушение менструального цикла, самопроизвольные аборты, высокая частота гинекологической и акушерской патологии, нарушения темпов и сроков физического и полового развития девочек; 6) мутагенный эффект – достоверно установлены генетические нарушения у лиц, перенесших острое отравление фосфорорганическими соединениями, и у рабочих промышленных предприятий, подвергающихся хроническому воздействию низких концентраций этих веществ (повышение эмбриональной смертности и врожденных аномалий у потомства). Повышенная частота хромосомных aberrаций отмечена у жителей Вьетнама, где во время войны были использованы в качестве дефолианта большие количества ДДТ. Некоторые пестициды могут выступать как индукторы или модификаторы мутационного процесса [32]; 7) канцерогенный эффект – способность веществ вызывать развитие злокачественных опухолей. Содержание канцерогенов в пище повышается при неумеренном использовании азотсодержащих минеральных удобрений и пестицидов, а также при загрязнении ими атмосферного воздуха и питьевой воды. При этом в процессе естественного кругооборота канцерогенов возможно избыточное накопление их в живых организмах за счет явления биоаккумуляции. Например, использование ДДТ в качестве инсектицида увеличило его концентрацию в воде озера Мичиган до 0,001 мг на 1 л воды, в мясе креветок из этого озера содержание ДДТ возросло до 0,4 мг/кг, в жире рыб оно составляло 3,5 мг/кг, а в жире чаек, питавшихся рыбой, – 100 мг/кг. В продуктах растительного происхождения наиболее часто встречаются следующие пестициды с доказанным канцерогенным эффектом: трифлуралин (морковь), карбендазим (сливы), хлороталонил (малина), винклозолин (салат-латук), хлорпирифос (яблоки) [33].

Влияние ядохимикатов (хлорированных углеводов) на здоровье человека. Выбросы углеводов чаще всего возникают от предприятий, занимающихся производством и обработкой полимеров и пластмасс, нефтегазовой отрасли и химической промышленности. Степень вредного воздействия на здоровье человека отдельных углеводов сильно варьируется. Некоторые классы углеводов обладают выраженными канцерогенным и мутагенным эффектами.

Хлорированные углеводороды, применяемые в промышленности, объединяются в группы: 1) хлорированные углеводороды жирного ряда (дихлорэтан, хлористый метил, хлористый метилен, трихлорэтилен) – большей частью бесцветные жидкости. Применяют в качестве растворителей каучука, масел, жиров, эфиров, целлюлозы, для обезжиривания деталей. По характеру биологического действия относятся к наркотикам, которые повреждают паренхиматозные органы и прежде всего печень. Особое место занимает хлористый метил – сильный нервный яд, вызывающий образование в организме метилового спирта. При остром отравлении им развивается состояние возбуждения, болтливости, повышается температура тела, иногда наблюдается легкое косоглазие. При хроническом отравлении типичный симптом – сонливость (люди спят до 24 часов в сутки); 2) хлорированные углеводороды ароматического ряда (хлорбензол, дихлорбензол, хлористый бензил, бензотрихлорид и др.) – жидкости с высокими температурами кипения или твердые тела с удельным весом больше 1, нерастворимы в воде, сравнительно легко растворимы в спирте, имеют интенсивный специфический запах. Применяются в промышленности как растворители смол, при производстве каменноугольных красителей, душистых веществ, искусственных дубителей, пластмасс. Токсические свойства этих соединений – нарушение функции нервной системы, поражение печени, почек, системы крови. Хлорированные углеводороды ароматического ряда, особенно хлористый бензил, оказывают раздражающее действие на кожу, слизистые оболочки верхних дыхательных путей и глаз. Среди ряда ароматических углеводов наибольшей канцерогенной активностью обладает бензапирен; 3) хлорированные углеводороды многоядерных углеводов (хлорированные дифенилы, 4,4-дихлордифенилтрихлорэтан (ДДТ), хлорированные нафталины, хлориндан, гептахлоралдрин и др) представляют собой твердые вещества или жидкости с высокой температурой кипения, практически нерастворимые в ацетоне, бензоле, эфире, имеют низкую упругость паров. Применяются в промышленности в качестве заменителей

воска, смол, для изоляции проводов, для изготовления конденсаторов, инсектицидов. Хлорированные нафталины, дифенилы действуют на кожу, способствуя возникновению дерматитов и поражений фолликулярного аппарата; вызывают явления токсического гепатита, ДДТ, хлориндан, гептахлор, алдрин, дилдрин вызывают изменения нервной системы, внутренних органов, прежде всего печени, почек.

Влияние лекарственных препаратов на здоровье человека.

Главным образом, антибиотики и другие, как правило, синтетические химические соединения имеют как положительный – лечебный эффект, так оказывают и негативное влияние на здоровье человека. **Антибиотики** – это вещества, способные подавлять рост микроорганизмов или полностью их уничтожить. Антибиотики, широко применяемые в животноводстве, накапливаются в тканях животных вследствие явления биоаккумуляции. Значимость загрязнения ими продуктов животноводства связана с ростом аллергических реакций у людей на лекарственные препараты. В настоящее время для нужд сельского хозяйства используется 60 наименований антибиотиков отечественного производства.

Антибиотики, применяемые человеком, также имеют множество негативных последствий для здоровья: 1) подавление, как симбиотической микрофлоры, так и «враждебной», что создает территорию «отсутствия жизни» внутри нас, в которой в состоянии поселиться только бактерии с выработанной устойчивостью; 2) нарушается клеточное дыхание, что постепенно переводит организм в анаэробное состояние, ограничивая доступ кислорода к тканям; 3) антибиотики сильнее алкоголя и жиров «садят» печень, забивая её желчные протоки. Печень практически лишается способности накапливать гликоген. Как следствие, обилие проблем: вялость, слабость, неумный аппетит, гиподинамия. В уже поврежденную печень практически гарантированно заселяются паразиты; 4) быстро истощают буферные системы печени, призванные компенсировать токсические воздействия. Как следствие их недостатка – повышенный вред от ядов, болезни; 5) снижение иммунитета.

Влияние радионуклидов на здоровье человека. Стойкими в экологических цепях оказываются радионуклиды, поступающие в организм человека также в основном с продуктами питания. Из продуктов расщепления урана стронций-90 и цезий-137 (имеющие период

полураспада порядка 30 лет) представляют особую опасность: стронций вследствие своего сходства с кальцием очень легко проникает в костную ткань позвоночных, тогда как цезий накапливается в мускульных тканях, замещая калий. Они способны накапливаться в организме в количествах, достаточных для причинения ущерба здоровью, оставаясь в зараженном организме практически всю его жизнь и вызывая канцерогенные, мутагенные и другие заболевания.

Влияние биологического загрязнения на здоровье человека.

Кроме химических загрязнителей, в среде встречаются и биологические, вызывающие у человека различные заболевания. Это вирусы, бактерии, грибковые инфекции, простейшие, гельминты (черви), насекомые и другие формы паразитов, которые могут находиться в атмосфере, почве, воде, телах других живых организмов, а также самого человека.

Наиболее опасны возбудители инфекционных заболеваний. Воздушно-капельным путем передаются такие заболевания, как грипп, ветрянка, коклюш, дифтерия, корь и другие, при этом заражение происходит через дыхательные пути при вдыхании воздуха, содержащего болезнетворные микроорганизмы. Попадают такие возбудители в воздух при кашле, чихании и даже при разговоре с больными людьми. Профилактика заключается в ограничении контактов с больными людьми, укреплении иммунитета (здоровый образ жизни, занятия аэробными видами спорта и закаливание, отсутствие вредных привычек, уменьшение стрессов, прием иммуномодуляторов).

В почве возбудители инфекционных заболеваний могут длительное время сохранять свою жизнеспособность. К ним относятся возбудители столбняка, газовой гангрены, ботулизма, сибирской язвы, ряда грибковых заболеваний. Среди кишечных инфекции бактериальной природы – это брюшной тиф, паратифы А и Б, бактериальная и амебная дизентерия, холера, сальмонеллезы, эшерихиоз; вирусной этиологии – это гепатит А, энтеровирусные инфекции – полиомиелит; протозойной природы – амебиаз, лямблиоз. Длительное пребывание в почве указанных патогенных микроорганизмов и их спор является причиной возникновения соответствующих инфекционных заболеваний при попадании в рану человека загрязненной почвы, употреблении загрязненных пищевых продуктов. Особенно велика роль почвы в передаче глистных инвазий (аскаридоза, трихоцефалеза и др.). Для указанных инфекций и инвазий характерен фекально-оральный меха-

низм передачи. Эпидемиологическое значение почвы состоит еще и в том, что загрязненная органическими веществами почва является местом обитания и размножения грызунов (крыс, мышей), являющихся не только переносчиками, но и источниками многих опасных заболеваний – чумы, туляремии, лептоспироза, бешенства. Кроме того, в почве живут и размножаются мухи, являющиеся активными переносчиками возбудителей кишечных и других инфекционных заболеваний. Профилактика: соблюдение правил гигиены, при повреждении кожных покровов – отсутствие контактов.

Из почвы болезнетворные организмы могут проникать в грунтовые воды, становясь причиной заболеваний. Особенно загрязненными бывают открытые источники воды. Известны многочисленные случаи, когда загрязненные источники воды стали причиной эпидемий холеры, брюшного тифа, дизентерии. Профилактика: соблюдение правил гигиены, кипячение воды.

Таким образом, среда обитания и организм человека – это единое целое, и загрязнения, поступающие в среду обитания, несут вред здоровью человека. Иными словами, все в этом мире взаимосвязано, ничто не исчезает и ничто не появляется ниоткуда (законы Б. Коммонера). Поэтому, оберегая окружающую среду, мы оберегаем собственное здоровье. Ведь здоровье – это не только отсутствие болезней, но и физическое, психическое и социальное благополучие человека. Здоровье – это капитал, данный нам не только природой от рождения, но и теми условиями, в которых мы живем и создаем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК И ПЕРЕЧЕНЬ ИНТЕРНЕТ-ССЫЛОК

1. Безопасность жизнедеятельности: учебник / Э.А. Арустамов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К⁰», 2003. – 496 с.
2. Билич Г.Л., Крыжановский В.А. Биология: полный курс: в 3 т. – М.: Оникс 21 век, 2002. – Т. 1: Анатомия. – 863 с.
3. Биология: современный курс / под ред. А.Ф. Никитина. – СПб.: СпецЛит, 2005. – 480 с.
4. Захаров В.М., Баранов А.С., Борисов В.И. и др. Здоровье среды: методика оценки: методическое руководство для заповедников. – М.: Центр экологической политики России, 2000. – 68 с.
5. Захаров В.М., Чубинишвили А.Т. Мониторинг здоровья среды на охраняемых природных территориях. – М.: Центр экологической политики, 2001. – 148 с.
6. Казин Э.М., Блинова Н.Г., Литвинова Н.А. Основы индивидуального здоровья человека: Введение в общую и прикладную валеологию: учеб. пособие для студентов высших учебных заведений. – М.: Гуманит. изд-кий центр «ВЛАДОС», 2000. – 192 с.
7. Коробкин В.И., Передельский Л.В. Экология: учебник для высших учебных заведений. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2003. – 576 с.
8. Лысов П.К., Акифьев А.П., Добротина Н.А. Биология с основами экологии: учебник. – М.: Высшая школа, 2007. – 655 с.
9. Пособие для абитуриентов, поступающих в вузы / Н.Г. Деев, Т.В. Лобанова, Н.Д. Овчаренко, Е.Д. Сафронова, Т.Г. Хижникова / под общ. ред. Н.Г. Деева. – изд. 2-е, уточн. и доп. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 1998. – 162 с.
10. Самусев Р.П., Липченко В.Я. Атлас анатомии человека: учебное пособие для студентов учреждения среднего профессионального образования. – 7-е изд., перераб. – М.: ООО «Издательство Оникс»; ООО «Издательство «Мир и образование», 2009. – 544 с.

11. Степановских А.С. Экология: учебник для высших учебных заведений. – 2-е изд., перераб. и доп. – Курган: ГИПП «Зауралье», 2000. – 704 с.

12. Стрельцов А.Б., Захаров В.М. Региональная система биологического мониторинга на основе анализа стабильности развития // Использование и охрана природных ресурсов в России. – 2003. – № 4-5. // <http://www.priroda.ru/reviews/detail.php?ID=4259>

13. Филенко О.Ф. Биологические методы в контроле качества окружающей среды // Экологические системы и приборы. – 2007. – № 6. – С. 18-23.

14. Хван Т.А., Хван П.А. Безопасность жизнедеятельности. Серия «Учебники и учебные пособия». – Ростов-на-Дону: Феникс, 2003. – 416 с.

15. Цибулевский А.Ю., Мамонтов С.Г. Биология для поступающих в вузы: структурированный курс: учебное пособие. – М.: Изд-кий центр «Академия», 2004. – 698 с.

16. Ярыгин В.Н., Васильева В.И., Волков И.Н. и др. Биология: в 2 кн.: учебник для мед. вузов / под ред. В.Н. Ярыгина. – 9-е изд., стер. – М.: Высшая школа, 2010. – Кн. 2. – 334 с.

17. <http://ru.wikipedia.org/wiki/>.

18. <http://dic.academic.ru/>.

19. <http://www.histol.chuvashia.com/>.

20. <http://sci-lib.com/article384.html>.

21. <http://bikipedia.info/>.

22. http://liceum.secna.ru/bl/projects/barnaul2007/borovkov/s_oporn_skelet.html.

23. <http://tryphonov.narod.ru/tryphonov2/terms2/abca.htm>.

24. <http://da-med.ru/diseases/cat-63/d-392/>.

25. http://www.galactic.org.ua/clovo/f_k2.htm.

26. http://www.bodysekret.ru/health/durat_life.html.

27. <http://whiteclinic.ru/zdorove-i-dushevnoe-ravnovesie/oschuscheniya-i-voospriyatiya>.

28. http://www.dnipro-gef.net/first_stage-ru/otchety-po-proektam/drugie-otchyoty/ocenka-kachestva-nazemnoi-i-vodnoi-ekosistemy-na-territorii-kaluzhskoi-oblasti-rossiya/2-materialy-i-metody/referencemanual-all-pages.

29. <http://www.libsib.ru/ekologiya/biosfera-i-chelovek/vliyanie-zagryazneniya-okruzhaiushey-sredi-na-zdorove-cheloveka>.

30. http://revolution.allbest.ru/biology/00055801_0.html (мобильные телефоны).

31. http://radiation666.blogspot.com/2010/02/blog-post_3614.html.

32. <http://vadim-ivanov.com/2011/03/%d0%b2%d0%bb%d0%b8%d1%8f%d0%bd%d0%b8%d0%b5-%d0%bf%d0%b5%d1%81%d1%82%d0%b8%d1%86%d0%b8%d0%b4%d0%be%d0%b2-%d0%bd%d0%b0-%d0%b7%d0%b4%d0%be%d1%80%d0%be%d0%b2%d1%8c%d0%b5/>.

33. <http://arivera.ru/truth/plant/pesticides.html>.

Учебное издание

Давыдова Наталья Юрьевна

БИОЛОГИЯ, ЭКОЛОГИЯ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

Учебное пособие

Редактор О.А. Самтынова
Технический редактор И.В. Сильченко

Подписано в печать 29.12.2011 г. Формат 60×84/16.
Бумага для множительных аппаратов. Печать ризографная.
Гарнитура «Times New Roman». Усл. печ. л. 7. Уч.-изд. л. 7,2.
Тираж 50 экз. Заказ № .

Издательство АГАУ
656049, г. Барнаул, пр. Красноармейский, 98,
тел. 62-84-26