


В. И. МАКСИМОВ,  
В. А. ОСТАПЕНКО,  
В. Д. ФОМИНА,  
Т. В. ИППОЛИТОВА

# БИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

---

*Под редакцией  
профессора В. И. Максимова*

*ДОПУЩЕНО  
УМО РФ по образованию в области ветеринарии  
и зоотехнии в качестве учебника  
для студентов высших аграрных учебных заведений,  
обучающихся по направлениям «Ветеринария»,  
«Зоотехния» и «Биология»*

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ •  
МОСКВА •  
КРАСНОДАР •  
2015 •  ЛАНЬ®

ББК 28.70я73

М 17

**Максимов В. И., Остапенко В. А., Фомина В. Д.,  
Ипполитова Т. В.**

**М 17** Биология человека: Учебник / Под ред. В. И. Максимова. — СПб.: Издательство «Лань», 2015. — 368 с.: ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература).

**ISBN 978-5-8114-1884-8**

Учебник соответствует образовательной программе по биологии человека, требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки «Биология». Здесь изложены основные сведения по антропологии, анатомии и физиологии человека, что дает возможность в формировании у студентов комплексного представления о функционировании человека как биологического объекта. Комплексный характер подхода заключается в рассмотрении структурной (описание строения) и функциональной (описание процессов жизнедеятельности и функций органов и систем организма, их регуляции) организации человеческого организма (анатомия и физиология) и особенностей ее формирования во времени и пространстве (антропогенез и расоведение). Книга написана в доступной форме. Тексты снабжены рисунками, схемами, таблицами, способствующими усвоению материала.

Для студентов по направлениям подготовки (специальностям) «Биология», «Ветеринария», «Зоотехния» и других биологических специальностей.

ББК 28.70я73

**Рецензенты:**

**Л. П. КОРЗУН** — доктор биологических наук,  
профессор, зав. кафедрой зоологии позвоночных  
МГУ им. М. В. Ломоносова;

**И. Р. БЁМЕ** — доктор биологических наук,  
профессор кафедры зоологии позвоночных  
МГУ им. М. В. Ломоносова.

**Обложка**

**Е. А. ВЛАСОВА**

© Издательство «Лань», 2015

© Коллектив авторов, 2015

© Издательство «Лань»,  
художественное оформление, 2015

# ПРЕДИСЛОВИЕ

---

Настоящий учебник содержит основные сведения о происхождении, развитии, существовании человека в природной и культурной средах, а также представляет собой введение в анатомию и физиологию организма человека.

Книга «Биология человека» написана группой преподавателей ФГБОУ ВПО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии имени К. И. Скрябина», специалистов в своей области как учебник для студентов-биологов и учащихся сельскохозяйственных вузов. Все авторы имеют большой педагогический стаж, что позволило им не только профессионально, но и весьма доступно изложить необходимый материал.

«Биология человека» является комплексной учебной дисциплиной, основная цель которой заключается в формировании у студентов комплексного представления о функционировании человека как биологического объекта. Комплексный характер подхода заключается в рассмотрении структурной и функциональной организации человеческого организма (анатомия и физиология) и особенностей ее формирования во времени и пространстве (антропогенез и расоведение).

**Антропология** (от греч. *anthropos* — человек; *logos* — наука) — наука о происхождении и эволюции человека, образовании человеческих рас и о нормальных вариациях физического строения человека.

**Анатомия** (от греч. *anatome* — рассечение, расчленение) — наука, изучающая форму и строение отдельных органов, систем и организма в целом.

**Физиология** (от греч. *physis* — природа; *logos* — наука) — наука, представляющая собой систему достоверных знаний о процессах жизнедеятельности и функциях организма. Она изучает физиологические процессы и функции живого организма и отдельных его частей в их взаимосвязи между собой и с окружающей средой.

Анатомия и физиология тесно связаны между собой. Строение живого организма и его функции неотделимы друг от друга, взаимно обусловлены. Так, строение сердца и сосудов связано с функцией движения крови, легких — газообмена, желудка и кишечника — переваривания пищи и т. д. Отсюда следует, что строение организма и различных органов необходимо рассматривать во взаимосвязи с их функцией.

При изучении антропологии, анатомии и физиологии, как и других биологических наук, необходимо исходить из принципа целостности организма и его единства с внешней средой. Все органы в живом организме связаны между собой, находятся в постоянном взаимодействии и представляют собой общую сложную систему.

Знания антропологии, анатомии и физиологии призваны способствовать формированию у обучающихся научного мировоззрения и представления о роли человека в природе.

Учебник составлен с учетом логической связи с учебными планами дисциплин естественно-научного, общепрофессионального и специального циклов и призван обеспечить усвоение учебного материала по дисциплине. Изложенный материал соответствует современному развитию антропологии, анатомии и физиологии.

Основными науками, изучающими организм человека и условия сохранения его здоровья, являются анатомия, физиология и гигиена.

# ГЛАВА 1. СИСТЕМАТИКА И РАЗНООБРАЗИЕ ПРИМАТОВ

---

## ВВЕДЕНИЕ

**Зоологическая систематика** (от греч. *sys-tema* — целое, составленное из частей) — наука о многообразии животных и их классификации. К ней тесным образом примыкает *филогенетика* животного мира — наука об историческом развитии животных. Итак, в целом, *систематика* — это наука о биологическом разнообразии.

**Таксономия** — раздел систематики, разрабатывающий общие принципы классифицирования; объекты классифицирования — таксоны (виды, роды, семейства, отряды и т. д.); их положение в системе — таксономический статус.

**Антропология** (от греч. *anthropos* — человек и *logos* — слово, учение, наука) — наука, исследующая один из биологических видов животных — человека.

В настоящее время установилось понимание содержания антропологии как общей науки о человеке, объединяющей в себе знание разнообразных естественно-научных и гуманитарных дисциплин, и как науки, исследующей биологическое разнообразие человека. Собственно биологическая антропология занимается исследованием исторических и географических аспектов изменчивости биологических свойств человека (антропологических признаков).

Кратко коснемся истории антропологии. Она теснейшим образом связана с историей биологии в целом. Начало ее уходит в III–V тыс. до н. э. в страны Древнего Китая, Индии, Месопотамии, Египта, Персии (рис. 1–4).



**Рис. 1**  
*Месопотамия*



**Рис. 2**  
*Египет*



## Индия (с III тыс. лет до н.э.)

- Медицина (в т.ч. сложные операции, представления о заразном начале, причины заболеваний в нарушении баланса, ВАКЦИНАЦИЯ!!!)
- Материалистический подход к вопросам происхождения и существования жизни



Рис. 3

*Индия*



## Китай (с VII тыс. лет до н.э.)

- Введение в культуру растений (сахарный тростник, рис, просо)
- Введение в культуру тутового шелкопряда
- Искусственный отбор в цветоводстве
- Первые зоопарки
- Систематизация растений и животных
- 5 органов чувств
- Идеи «наивного» трансформизма



Рис. 4

*Китай*

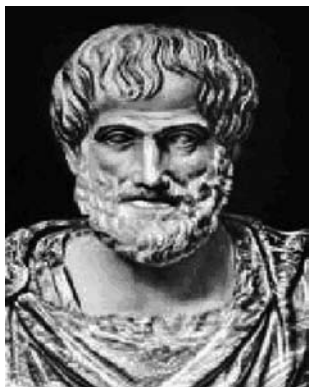


Рис. 5  
Аристотель

В античное время изучение человека достигает своего апогея у Аристотеля (384–322 гг. до н. э.) (рис. 5). В трудах «История животных», «О частях животных», «О возникновении животных», «О душе» Аристотель закладывает основы изучения животного мира. Он разрабатывает классификацию, рассматривает функциональную роль частей тела, а также механизмов их возникновения, анализирует корреляции (взаимосвязи) ча-

стей, широко использует сравнительный метод изучения. Аристотель вводит в биологию принцип аналогии.

Ему также принадлежит идея «лестницы существ», или ряда постепенного повышения уровня организации живой материи. Надо отметить, что хотя взгляды Аристотеля были и далеки от эволюционных идей, его принцип иерархического расположения существ способствовал в XVIII в. появлению и развитию основ эволюционного учения.

Аристотель первым употребил термин *антропология* для обозначения области знаний, изучающей преимущественно духовную сторону человеческой природы. Ему принадлежит большая заслуга в разработке проблемы места человека в органическом мире. В его сочинениях можно найти множество глубоких мыслей о морфологических особенностях человека, отличающих его от животных. Однако Аристотель разошелся с Анаксагором и Сократом в оценке роли руки человека.

Он писал: «...Человек разумнейшее животное не потому, что имеет руки, но потому и имеет руки, что он разумнейшее существо, ибо разумнейший будет пользоваться хорошо очень многими инструментами, а рука, очевидно, не один инструмент, а многие: она — как бы инструмент инструментов. Тому именно, что может



воспринять наибольшее число искусств, природа дала руку, наиболее пригодный из инструментов». Здесь прослеживается телеологическая сущность мировоззрения Аристотеля, объяснявшего наличие рук у человека исходя из той цели, которой служат руки у существа, наделенного разумом.

Важное значение в истории антропологических познаний имеет Лукреций Кар (99–55 гг. до н. э.), римский поэт и философ. Он считается одним из ярчайших приверженцев атомистического материализма, последователем учения Эпикура. Он автор поэмы «О природе вещей», в которой он развивал идеи естественного происхождения органического мира и человека и дал картину развития культуры от первобытной его дикости до цивилизации. В этом он существенным образом отличался от других философов Древнего мира, которые вели родословную людей от «благополучных золотых веков», этим подчеркивая божественное происхождение человека.

Другой крупнейший римский ученый — Клавдий Гален (131–200 гг. н. э) завоевал себе славу и непререкаемый авторитет в течение почти четырнадцати столетий как медик и анатом. Гален производил многочисленные вскрытия трупов животных, главным образом собак и низших обезьян. Он внес весомый вклад в понимание многих научных дисциплин, включая анатомию, физиологию, патологию, фармакологию.

Большое значение для получения и развития знаний о расах людей имели географические открытия XV и XVI столетий. Им предшествовали путешествия венецианца Марко Поло (1254–1323), познакомившего европейцев с высокой культурой китайского народа и сообщившего первые сведения о населении многих азиатских стран.

Результаты морских путешествий Христофора Колумба к берегам Америки (1492), Васко да Гама, обогнувшего Африку и проникшего в Индию морским путем (1497), и первое кругосветное путешествие Магеллана (1521) дали основания для критики учения церковников о происхождении всех людей ойкумены от Адама и Евы.



Рис. 6  
Карл Линней

Позже русский антрополог и этнограф, исследователь Новой Гвинеи и Океании Н. Н. Миклухо-Маклай (1846–1888) впервые изучил население и природу северо-восточного берега Новой Гвинеи, внося большой вклад в развитие антропологии и расоведения.

В период лавинообразного накопления знаний о живом населении планеты, наряду с высказываниями смелых догадок о происхождении человека от животных, в XVIII в. строились классификационные схемы. Крупнейший для своего времени шведский натуралист-систематик Карл Линней (1707–1778) (рис. 6) в своем труде «Система природы» выделил среди других млекопитающих отряд приматов, в который он поместил вместе с летучей мышью, лемуром и обезьяной также и человека. Тем самым Линней показал единство животного мира и место человека в нем. Линнею также принадлежит идея выделения (названия) вида *Homo sapiens* (Linnaeus, 1758) и его разделение на 4 расы.



Рис. 7  
Чарльз Дарвин

Величайшим событием в истории антропологии было появление трудов Чарльза Дарвина (рис. 7): «Происхождение видов» (1859), «Происхождение человека и половой отбор» (1871) и «О выражении эмоций у человека и животных» (1872). Они предварялись, прежде всего, идеями эволюционистов XVIII в. — трудом Ламарка «Философия зоологии» (1809), рядом работ его сторонников — Гексли, Геккеля и других, а также успехами археологии палеолита (Буше де

Перт), четвертичной геологии (Лайель) и других отраслей знания. Работы Дарвина нанесли сокрушительный удар телеологическим воззрениям на происхождение и сущность человека, и в этом состоит важнейшее прогрессивное значение его трудов для развития антропологии.

## АНТРОПОЛОГИЯ КАК КОМПЛЕКСНАЯ НАУКА О ЧЕЛОВЕКЕ

Антропология как самостоятельная область биологии возникла лишь в конце XVIII — начале XIX столетия. Но наиболее ранние попытки философов древности понять место человека в природе, его сходство с другими организмами, его своеобразие, вариации человеческого типа в различных географических регионах, возрастные изменения, происходящие в течение одной жизни, объяснить пути его происхождения, являются такими же древними, как само научное познание.

При изучении процесса антропогенеза рассматриваются вопросы о месте человека в системе животного мира, родственных отношениях его как зоологического вида к другим приматам, реконструкция путей, по которым шло развитие высших приматов современных и вымерших видов. Крайне важны исследования роли труда в происхождении человека, выделение основных стадий в процессе человеческой эволюции, изучение условий и причин становления человека современного типа.

Направление антропогенеза в науке антропологии включает в себя следующее: 1) приматоведение, т. е. изучение современных и ископаемых обезьян и полуобезьян; 2) эволюционную анатомию человека; 3) палеоантропологию, т. е. изучение ископаемых форм человека. Необходимыми вспомогательными дисциплинами для этого направления считаются следующие: из наук естественно-исторических — геология четвертичного и третичного периодов, физиология высшей нервной деятельности и связанная с ней тесным образом психология; из наук социально-исторических — археология палеолита.

Этническая антропология, или расоведение, изучает классификацию расовых типов, распределение их по территории Земли, историю формирования рас, причины расообразования и закономерности изменений расовых типов.

К смежным дисциплинам, с которыми особенно тесно соприкасается расоведение, из области биологических наук следует отнести генетику и биометрию, а из наук социально-исторических — археологию позднего палеолита и последующих эпох, этнографию, языкознание и историю.

В настоящий момент, спустя полтора столетия с момента своего возникновения, антропологическая наука представляет собой фундаментальное знание о человеке, его единстве и разнообразии во времени и пространстве. Идя по пути специализации, эта наука стала поистине мультидисциплинарной и комплексной.

Еще немного истории. Во второй половине XIX в. под антропологией стали понимать область естествознания, занимающуюся изучением природы человека в первую очередь методами биологии и сравнительной анатомии. Антропология стала биологической наукой о *строении человеческого тела* (сравнительная анатомия и морфология человека), о *многообразии его форм* (расоведение), а также о *происхождении и эволюции человека* (антропогенез). «*Антропология есть отрасль естествознания, которая изучает происхождение и эволюцию физической организации человека и его рас*», — пишут в 1960-х гг. известные отечественные антропологи Я. Я. Рогинский и М. Г. Левин. Это одно из последних фундаментальных определений физической антропологии в конечном счете сводит цели антропологического исследования к изучению биологических особенностей человека.

В науке установилось двоякое понимание антропологии. С одной стороны — науки о человеческой душе (общая антропология) и с другой — науки о человеческом теле, его строении, функциях и многообразии (биологическая антропология). Предметом последней является многообразие биологических признаков человека во времени и пространстве.

Основная задача биологической антропологии — это выявление и научное описание изменчивости (полиморфизма) ряда биологических признаков человека и систем антропологических признаков, а также выявление причин такого многообразия.

Первичным уровнем изучения биологической антропологии является особь (индивидуум). В последние годы с применением новых методов исследования (популяционно-статистических) и комплексного подхода к исследованию предоставляется возможность научного описания более высоких уровней организации человека — его популяций и их объединений.

Физическая антропология имеет несколько основных разделов исследований биологии человека. Это историческая и географическая антропология. Последняя исследует географическую вариабельность человека.

Как самостоятельная дисциплина физическая антропология оформилась во второй половине XIX в. Одновременно в странах Западной Европы и в России были учреждены первые научные антропологические общества и начали издаваться специальные антропологические труды.

К основоположникам научной антропологии отнесем таких выдающихся ученых, как П. Брока, П. Топинар, Р. Мартин, И. Деникер, К. М. Бэр, А. П. Богданов, Д. Н. Анучин и др. Крупнейший русский антрополог XIX в. — Анатолий Петрович Богданов (1834–1896) (рис. 8), зоолог и историк



Рис. 8

*Профессор МГУ  
Анатолий Петрович Богданов*

зоологии. Один из основателей антропологии в России, организатор первых антропологических учреждений и популяризатор естественно-научных знаний, создатель в 1864 г. первого в России зоопарка — Московского.

В это время были разработаны общие и частные антропологические методики сбора и фиксации информации, была сформирована специфическая терминология и принципы исследований, происходили накопление и систематизация материалов, касающихся вопросов происхождения, этнической истории и расового многообразия человека как биологического вида.

Российская антропологическая наука уже к началу XX в. представляла собой самостоятельную дисциплину и имела в своем основании непрерывную научную традицию, связанную с комплексным подходом к исследованию человека.

## МЕСТО ЧЕЛОВЕКА В СИСТЕМЕ ЖИВОТНОГО МИРА

### **ДОКАЗАТЕЛЬСТВА ГИПОТЕЗЫ ПРОИСХОЖДЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА ОТ ЖИВОТНЫХ**

Проблема происхождения человека всегда была актуальной. На заре становления человека современного типа отдельные племена считали себя потомками определенных растений или животных: медведя, быка, сокола, змеи, рыбы и др. Друзиды обожествляли природу, деревья и другие растения.

В последующие периоды истории людей распространились взгляды о божественном происхождении человека. Древние египтяне и греки считали, что боги создали человека из глины.

Мысль о сотворении первого человека — Адама — из глины фигурирует и в Библии.

Позже ученые убеждались в сходстве строения тела и отдельных органов человека и животных. Даже величайший для своего времени натуралист Карл Линней,

веривший в божественное происхождение человека, вынужден был признать: «О сколь схожа на нас зверь гнусный обезьяна». По объективным соображениям, как истинный ученый, он поместил человека в группу приматов вместе с «гнусными» обезьянами.

Великий эволюционист XVIII в. Жан Батист Ламарк выдвинул гипотезу о происхождении человека от обезьяноподобных предков, которые перешли от лазанья по деревьям к прямохождению. В результате этого тело у них выпрямилось, изменилась и стопа. Потребность в общении между людьми привела к развитию у них речи.

Новую эру в антропологии открыл Чарльз Дарвин. В 1871 г. был опубликован его труд «Происхождение человека и половой отбор». В нем Дарвин доказывает родство человека с человекообразными обезьянами, используя данные сравнительной анатомии, эмбриологии, палеонтологии. В то же время он справедливо считал, что ни одна из ныне живущих обезьян не может считаться прямым предком человека.

Значительное сходство прослеживается в строении человека и других позвоночных животных. Появились *морфологические доказательства* принадлежности человека к животному миру и его месту среди животных. Итак, человек относится к классу млекопитающих, так как имеет молочные железы, дифференцированные зубы (резцы, клыки и коренные), диафрагму, ушные раковины, зародыш его развивается внутриутробно.

У человека есть такие же органы и системы органов, как и у других млекопитающих: кровеносная, дыхательная, выделительная, пищеварительная и др. О родстве человека с животными свидетельствуют также рудименты и атавизмы.

У человека свыше 90 рудиментарных органов: копчик, аппендикс, зубы мудрости и др. Правда, к настоящему времени оспаривается принадлежность к рудиментам некоторых из них. Находятся неизвестные ранее функции этих органов, имеющие значение для жизнедеятельности человека.



Рис. 9

*Признак атавизма —  
повышенная  
оволосненность лица и  
тела (<http://www.ateismy.net/forum/v...>)*

К атавизмам обычно относят сильно развитый волосяной покров на теле (рис. 9), дополнительные соски, хвост. Подобные признаки были развиты у предков человека на разных этапах эволюции, но изредка встречаются и у современных людей.

**Эмбриологические доказательства.** Сходство прослеживается в развитии зародышей человека и животных. Развитие человека начинается с одной оплодотворенной яйцеклетки,

т. е., как и у любых других животных, в индивидуальном цикле развития особи имеется одноклеточная стадия (зигота). За счет дробления зиготы образуются новые клетки, формируются ткани и органы эмбриона. На стадии 1,5–3 месяцев внутриутробного развития у человеческого зародыша хорошо развит хвостовой отдел позвоночника, закладываются жаберные щели, т. е. человек проходит стадию своих первичноводных предков.

Мозг месячного зародыша напоминает мозг рыбы, а семимесячного — мозг обезьяны. На пятом месяце внутриутробного развития зародыш имеет волосяной покров, который впоследствии исчезает. Таким образом, по многим признакам зародыш человека имеет сходство с зародышами других позвоночных. Человек сходен с другими животными, поскольку подчиняется действию биогенетического закона.

Биогенетический закон Геккеля–Мюллера (также известен под названиями «закон Геккеля», «закон Мюллера–Геккеля», «закон Дарвина–Мюллера–Геккеля», «основной биогенетический закон»): каждое живое существо в своем индивидуальном развитии (онтогенезе) повторяет в известной степени формы, пройденные его предками или его видом (филогенез) (рис. 10). Иными словами — онтогенез есть краткое повторение филогенеза.



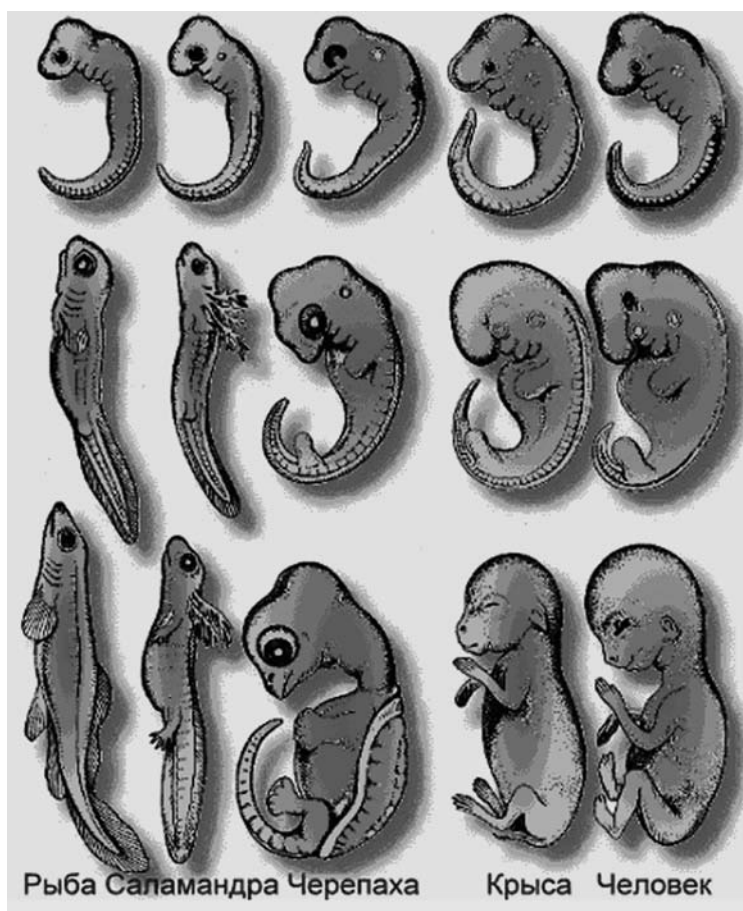


Рис. 10

Иллюстрация биогенетического закона  
(<http://900igr.net/kartinki/bio...>)

**Доказательства этологии и психологии.** Поведение человека и высших животных очень сходно. Особенно велико сходство человека и человекообразных обезьян. Им свойственны одинаковые условные и безусловные рефлексы.



Рис. 11

*Семья орангутанов в Московском зоопарке изучает облик своих родственников через разделяющее их стекло (фото В. Романовского)*

У обезьян, как и у человека, можно наблюдать проявления различных чувств — гнев, радость, угрозу, чувства привязанности, ревности, развитую мимику, заботу о потомстве и пр.

Особенно заметно сходство в поведении людей и обезьян в зоопарке, когда те и другие наблюдают друг за другом через решетку или стекло (рис. 11).

**Палеонтологические доказательства.** Представления о возникновении человека от обезьяноподобных предков существовали еще в глубокой древности. Однако основную роль в доказательстве животного происхождения человека сыграла книга Чарльза Дарвина «Происхождение человека и половой отбор». Ч. Дарвин подчеркивал, что современные человекообразные обезьяны не могут рассматриваться как предки человека — они как бы наши двоюродные братья.

В книге «Происхождение человека» Ч. Дарвин доказал, что человек представляет собой последнее, высокоорганизованное звено цепи развития живых существ и имеет общих предков с человекообразными обезьянами. Движущими факторами эволюции человека являются естественный отбор на основе наследственной изменчивости и социальные (общественные) факторы. Основные положения теории естественного отбора заключаются в следующем: организмы обладают неограниченной способностью к размножению, но на Земле ограничены пищевые и иные жизненно важные ресурсы. Ввиду наличия наследственной изменчивости (наличие мутаций и рекомбинации генов в хромосомах), организмы неоднородны и между ними возникает борьба за существование (внутривидовая и межвидовая), помимо этого, организмы противостоят воздействию окружающей среды (борьба с абиотическими факторами). Следствием борьбы за существование является естественный отбор организмов, наиболее приспособленных к конкретным условиям окружающей среды. В формировании человека велика была и роль социальных факторов, таких как трудовая деятельность, общественный образ жизни, речь и мышление. Социальная эволюция человека сложилась на базе биологической эволюции. Возникновение социальной формы движения не отменяет действия биологических законов, а лишь изменяет их.

За последние 30–40 лет в антропологии не только накопились данные, позволяющие ответить на многие ранее поднятые вопросы о происхождении человека, но и появилась возможность поставить ряд новых проблем в указанной области науки.

Из **других доказательств** родства человека с приматами приведем следующие. У шимпанзе, например, как и у человека, различают 4 группы крови. Резус-фактор в человеческой крови сходен с таковым для макак и других низших и высших обезьян. Люди и обезьяны болеют болезнями, не поражающими других млекопитающих, например холерой, некоторыми формами гриппа, оспой, туберкулезом. Шимпанзе и гиббоны могут ходить на задних

конечностях, у них и у других человекообразных обезьян нет хвоста. Генетический материал человека и шимпанзе, генеалогически ближайшего нашего родственника, идентичен на 98%. Если быть еще точнее, то человек и шимпанзе идентичны на основании сравнительного анализа последовательностей некодирующего ядерного ДНК на 98,3%, а по активно кодирующим нуклеотидным последовательностям — на 99,5%. Среди млекопитающих такое сходство бывает у родственных видов в рамках одного рода.

Наряду со сходством человек имеет определенные отличия от обезьян. Имеются различия в строении скелета человека и обезьяны, которые связаны с прямохождением. У обезьян позвоночник дугообразный, а у человека он имеет четыре изгиба, придающие ему S-образную форму. У человека более широкий таз, сводчатая стопа, смягчающая сотрясение внутренних органов при ходьбе, широкая грудная клетка. Некоторые особенности строения человека связаны с его трудовой деятельностью и развитием мышления. У человека большой палец на руке противопоставлен другим пальцам и имеет крупные размеры, благодаря этому рука может выполнять разнообразные действия. Мозговая часть черепа у человека преобладает над лицевой в связи с большим объемом головного мозга, достигающего примерно 1200–1450 см<sup>3</sup> (у человекообразных обезьян — до 600 см<sup>3</sup>).

Перечисленные факты свидетельствуют о том, что человек и человекообразные обезьяны произошли от общего предка, что позволяет определить место человека в системе органического мира. Итак, человек относится к типу хордовых, подтипу позвоночных, классу млекопитающих, подклассу плацентарных, отряду приматов, подотряду узконосых, семейству гоминид, подсемейству гоминин, роду человек, виду человек разумный.

Люди появились на Земле в ходе эволюции. Об этом свидетельствует их сходство с животными в строении, развитии, поведении. В то же время человек отличается от животных по ряду признаков. Эти различия у человека связаны с прямохождением, развитым мышлением, трудовой деятельностью.

## МЕСТО ЧЕЛОВЕКА В СИСТЕМЕ ЖИВОЙ ПРИРОДЫ

Как было сказано выше, человек относится к царству животных (*Animalia*), так как он использует готовые вещества для питания, т. е. гетеротрофен. Его клетки не имеют целлюлозных оболочек, нет хлоропластов — т. е. он состоит из типично животных клеток. Человек относится:

- к типу **хордовых** (*Chordata*), так как зародыш имеет хорду, жаберные щели в полости глотки, дорзальную (спинную) полую нервную трубку и двустороннюю симметрию тела;
- к подтипу **позвоночных** (*Vertebrata*), так как у него развивается позвоночный столб, состоящий из отдельных позвонков, есть череп, защищающий органы чувств и центральную нервную систему (головной мозг), сердце находится на брюшной стороне тела, имеются две пары конечностей;
- к классу **млекопитающих** (*Mammalia*), так как он теплокровен, развиты млечные железы, секретом которых человек выкармливает свое потомство, а поверхность тела имеет волосной покров;
- к подклассу **плацентарных** (*Placentalia*): развитие детеныша происходит внутри тела матери (в матке), питание плода осуществляется через плаценту;
- с биологической точки зрения человек — один из видов млекопитающих, относящихся к отряду **приматов** (*Primates*), подотряду **узконосых** (*Catarrhini*), или обезьян Старого Света.

Каждое животное наделено до рождения врожденными инстинктами, и человек не исключение. Безусловные рефлексy наследуются потомством от родителей и сохраняются в течение всей жизни. Детеныш любого животного дышит, способен глотать и безошибочно находит сосок матери (если речь идет о млекопитающем). Другой фактор, объединяющий человека и животных, — борьба за существование. Но только у животных она в основном происходит с отличными от себя видами (межвидовая конкуренция), а человеку приходится бороться чаще с себе подобными (внутривидовая конкуренция). И те и другие

используют для этого все свои возможности и силы. И у тех, и у других есть выбор политики выживания: либо за- таиться, либо же оскалить зубы, клыки, когти и показать (или сделать вид), что ты сильнее. И человек, и животное способны воспринимать информацию извне (зрительную, звуковую, запаховую). Но органы слуха и зрения человека по сравнению с животными несовершенны, у многих животных есть органы более совершенные хотя бы в каком-нибудь одном отношении. Органы обоняния у большинства видов млекопитающих развиты намного лучше, чем у людей. Также животные способны издавать звуки, которые мы не в состоянии воспринимать, в то время как другие животные воспринимают их свободно. Ультразвуки, неуловимые для уха людей, прекрасно слышат и умеют издавать многие птицы, летучие мыши, дельфины, ластоногие.

Теперь поговорим об отличительных особенностях людей от других млекопитающих. Человек — одно из немногих животных, обладающих прямохождением. У человека хорошо развита рассудочная деятельность, и это является причиной относительного недостатка инстинктивной регуляции к окружающему миру. Самосознание и разум превратили человека в некую аномалию. Человек — единственное существо, которое может скучать, быть недовольным или чувствовать себя изгнанным, хотя сходные проявления психики наблюдаются и у других высших млекопитающих. Человек — единственное создание, для которого собственное существование может составлять проблему, которую нужно решить и которой невозможно избежать. Тот факт, что предстоит смерть, для человека не отменим. Это, между прочим, показывает, что примитивный, но весьма необходимый инстинкт самосохранения сменился осознанием и несколько притупился. Именно в связи с этим среди людей нередко встречается суицид (среди животных это явление встречается крайне редко). Неуспокоенность является тем условием, которое пробуждает человека к творчеству, оно способно раскрывать скрытые таланты. Одна из самых поразительных особенностей человека — демонстрируемая им огромная глубина страстей и влечений,

которые, впрочем, являются как бы «эволюционировавшей формой» инстинктов. Даже при полном удовлетворении голода, жажды, сексуальных влечений человек может остаться неудовлетворенным. В противоположность животным, у человека этим проблемы не решаются, а с этого начинаются. Человеку свойственны религиозные воззрения, которые можно объяснить инстинктивной потребностью в иерархии и необходимостью иметь над собой сверхсущество, якобы способное решать его насущные проблемы. И ответы на человеческую потребность в ориентации и поклонении весьма различны по содержанию и форме (от тотемизма до буддизма и прочих религиозно-философских воззрений). Не всегда предметом поклонения является нечто сверхъестественное, нередко это бывает предмет, изначально не предназначенный для этого (деньги, власть, картины, фильмы, искусство и наука). По своей сути все люди «идеалисты» и стремятся к чему-нибудь, кроме физического удовлетворения.

Таким образом, мы знаем о естественном происхождении человека. Поняли, что ранее, много тысяч лет назад, человек был частью природы, равной прочим ее элементам. Но в процессе эволюции шаг за шагом человек отделился от нее. Начав с выхода из леса и палки в руках, человек дошел уже до атомных бомб, но до сих пор не остановился. Сейчас человек способен переработать и использовать в своих целях фактически все что угодно. Человек мнит себя великим, царем природы, указывая при этом на творения своих рук. Человек создавал все более совершенные орудия сначала труда, потом охоты, а потом убийства себе подобных.

Впервые мы поняли, что человечество способно разрушить само себя, анализируя последствия возможного ядерного конфликта. Исчезла угроза, и все вздохнули с облегчением. Между тем энергия взрыва всех термоядерных зарядов меньше энергии, вырабатываемой энергетическими установками мира всего лишь за год. Ежегодно перемещаются и преобразуются гигантские массы вещества, нарушаются огромные участки девственной поверхности суши,

исчезают виды растений и животных, нарастает радиоактивный фон. А теперь человек одумался и решил хотя бы сохранить то, что осталось. Охранять окружающую природу от самого себя! Основной принцип природы — это рациональность и правильность. Именно этого так не хватает животному по имени Человек. Очень сложно говорить о каких-либо положительных перспективах, если человек не приобретет эту необходимую деталь.

Современные ученые утверждают, что все эволюционные линии, дожившие до наших дней, в ходе своего развития прошли через горнило множества экологических кризисов, катастроф и массовых вымираний. Те группы животных, которые не могли быстро приспосабливаться к меняющимся условиям, в большинстве своем давно вымерли. Устойчивые, пластичные линии постепенно накапливались в биосфере. Это видно, например, из того факта, что с течением времени средняя продолжительность существования видов, родов и семейств неуклонно росла. Поэтому в наши дни биосферу населяют самые устойчивые и пластичные формы жизни из всех когда-либо существовавших. Это утверждение относится и к человеку разумному.

## СИСТЕМАТИКА И РАЗНООБРАЗИЕ СОВРЕМЕННЫХ ПРИМАТОВ

Приматы — это группа видов животных, которая по большинству биологических характеристик не отличается от современных человеческих популяций, а ее эволюционные пути разошлись с путями человека позже, чем у всех остальных животных. Общие характеристики человека и приматов служат доказательством эволюции человека. Приматы создают базис для изучения эволюции человека. Приматы представляют собой отдельный отряд класса млекопитающих, характеризующийся сохранением некоторых примитивных черт и прогрессивным развитием более специализированных признаков, связанных с древесным образом жизни и высокой степенью специализации. Известно несколько предложенных различными учеными



классификаций приматов. Здесь мы используем наиболее устоявшуюся, предложенную М. Гудманом (1963) на основании анализа состава белков сыворотки крови для человекообразных обезьян.

## **СОВРЕМЕННЫЕ ПРИМАТЫ**

### **СИСТЕМАТИКА СОВРЕМЕННЫХ ПРИМАТОВ**

Отряд Приматы относится к классу млекопитающих, подтипу позвоночных, типу хордовых животных. Для типа хордовых характерны следующие признаки.

1. Скелет образован хордой — сильно вакуолизированной соединительной тканью, отщепившейся от средней кишки. Хорда обязательно присутствует хотя бы на одной из стадий онтогенеза, например в эмбриогенезе.

2. Центральная нервная система — в виде трубки с каналом внутри (невроцелем).

3. В стенках передней части пищеварительной трубки — глотке — расположены жаберные щели (пожизненно или в эмбриональных стадиях онтогенеза).

4. Для всех хордовых типичен общий план строения систем органов: кишечник (кишечная трубка) находится под хордой, а она расположена под нервной трубкой.

Кроме того, всем хордовым свойственны некоторые признаки, роднящие их с многими беспозвоночными животными, — это двусторонняя симметрия и вторичный рот. Типичный представитель примитивных хордовых — ланцетник. К подтипу позвоночных относятся следующие классы: круглоротые, хрящевые рыбы, костные рыбы, земноводные, пресмыкающиеся, птицы и млекопитающие. Всех их объединяет наличие челюстного аппарата (исключение — бесчелюстные или круглоротые), активный образ жизни, т. е. активные поиски пищи и полового партнера. При активном передвижении появляются конечности: у рыб это парные плавники, а у представителей других классов — производные плавников, конечности пятипалого типа. Лишь у самых примитивных

позвоночных — круглоротых — отсутствуют парные плавники и настоящие челюсти, замещенные ротовой присоской. В связи с необходимостью хорошо ориентироваться в пространстве развиваются органы чувств, головной и спинной мозг и появляются защищающие их череп и позвоночник. У всех позвоночных животных интенсивный обмен веществ, замкнутая кровеносная система, сердце, органы дыхания и выделения.

Класс млекопитающих характеризуется живорождением, вынашиванием детеныша в матке и вскармливанием его молоком. Млекопитающие имеют зубную систему с разными типами зубов, отражающую их пищевую специализацию, — резцы, клыки, предкоренные и коренные зубы. Первая генерация зубов (молочные зубы) сменяется второй генерацией — постоянными. Все млекопитающие — гомойотермные животные (с постоянной температурой тела) с высоким уровнем обмена веществ. Тело их покрыто волосами, которые являются производными кожи. Самки имеют молочные железы. У всех млекопитающих, помимо внутреннего и среднего, есть еще и наружное ухо в виде ушной раковины.

Как говорят, у каждого правила есть исключения, но они только подтверждают само правило. Так, существует маленькая группа видов древнейших млекопитающих, своего рода живых реликтов, относимых учеными-систематиками к яйцекладущим (клячным) млекопитающим. Это утконос, ехидна и проехидна. Указанные животные не рожают детенышей, а, подобно рептилиям и птицам, откладывают яйца, в которых к этому времени имеется уже развитый эмбрион. Но в остальном яйцекладущие сходны с другими млекопитающими. Выведшихся из яиц детенышей они выкармливают молоком. Тело яйцекладущих покрыто волосами и их производными — иглами (у ехидн и проехидн). Правда, сосков у них нет, но их заменяют поровые поля, расположенные на животе, на которых из многочисленных млечных желез выделяется молоко, слизываемое детенышами с помощью длинного липкого языка.

У некоторых млекопитающих зубы заменяются клювом (утконос) или вытянутым беззубым рылом (муравьеды, панголины, ехидны). Это характерно для животных, питающихся насекомыми. У морских и роющих форм исчезают ушные раковины, которые мешали бы им при передвижении. У китообразных, трубкозубов, землекоповых и некоторых других зверей отсутствует шерстный покров тела. Каждый из названных примеров исключений есть следствие процесса идиоадаптации таксона к обитанию в специфических условиях окружающей среды.

## ОТРЯД ПРИМАТЫ

Приводим характеристику отряда приматов и его отдельных таксономических групп. Почти все приматы — обитатели теплого климата: южноамериканской сельвы, африканских лесов и саванн, джунглей Индо-Малайской области, лесов Мадагаскара. Однако есть обезьяны, например японский макак и золотистая курносая, или снежная, обезьяна из гористого Китая, которые могут переживать снежные зимы. Отряд Приматы (*Primates*) принято в настоящее время подразделять на два подотряда: Низшие приматы, или полуобезьяны (*Prosimii*), и обезьяны, или человекоподобные (*Anthropoidea*, или *Simii*).

**Подотряд Низшие приматы** — полуобезьяны, просимии. К ним относят семейства лори, лемуров, индри, мышинных и карликовых лемуров, долгопятов и руконожек. Чаще это мелкие животные, но есть и средних размеров — с собаку. У всех полуобезьян имеются хвосты, часто пушистые. Лицевой отдел черепа вытянут, хорошо развито обоняние, на лице имеются осязательные волоски — вибриссы. Нижние зубы растут вперед, образуя «гребешок» для ухода за шерстью или для соскабливания пищи. Все полуобезьяны метят территорию, на которой живут, пахучим секретом специфических кожных желез — грудинной, брюшной, горловой и др., а также мочой. Мозг у полуобезьян небольшой, без извилин. Почти все они ведут ночной образ жизни, кроме некоторых видов лемуров острова Мадагаскар. Живут они группами или



Рис. 12  
*Тупайя*

поодиночке, рожают одного-двух детенышей. У всех, кроме долгопятов, неподвижная мускулатура лица, поэтому они не обладают такой мимикой, как обезьяны.

**Тупайи**, которых ранее относили к полуобезьянам, а теперь относят либо к отряду насекомоядных, либо выделяют в отдельный отряд, являются как бы переходной формой между насекомоядными млекопитающими и приматами (рис. 12). По строению черепа, передних конечностей, зубов, по биохимическим показателям они ближе к приматам. По-малайски тупайя означает «белка», они небольшие, живут на деревьях и похожи на белок с пушистым хвостом. Помимо тупайи, филогенетически близки к приматам представители отрядов шерстокрылы, прыгунчики и рукокрылые. Недаром еще Карл Линней помещал в одну группу с человеком обезьян и летучих мышей.

**Лемуры** — самые типичные представители полуобезьян; распространены на Мадагаскаре. Древесные лемуры живут большими группами. Есть лемуры с яркой окраской; например, у кошачьего лемура на хвосте чередуются белые и черные кольца, а вокруг глаз имеются белые круги. Кошачий лемур (рис. 13, 14) ведет дневной образ жизни, питается фруктами, цветами, листьями. Крупнейшие из современных



**Рис. 13**

*Так выглядит кошачий лемур, или лемур-катта, ведущий дневной образ жизни (фото А. Авалова)*



**Рис. 14**

*У кошачьих лемуrow рождается один или два детеныша, которых мать некоторое время носит на себе (фото А. Авалова)*



Рис. 15

*Реконструкция внешнего вида Palaeopropithecus ingens*  
(<http://ru.wikipedia.org/wiki/>)

лемуров — индри (масса тела до 10 кг) и вари (вдвое меньше). Несколько семейств лемурических вымерли накануне XVI в. Размеры палеопропитековых, например, в целом более крупных, чем представители современных семейств, отличались разнообразием: если вес мезопропитеков составлял около 10 кг, а бабакотий — от 15 до 20 кг, то у археоиндри он доходил до 200 кг. Это могло означать, что этот гигантский лемур скорее всего вел преимущественно наземный образ жизни.

Наиболее близки по образу жизни к ленивцам были палеопропитеки (рис. 15), видимо, хорошие древолазы, проводившие жизнь, повиснув вниз головой на ветках и время от времени осторожно переползая с одной ветки на другую. Все их виды были строго растительноядными.



Рис. 16

Реконструкция внешнего вида археоиндри Фонтойнонта  
*Archaeoindris fontoynonti* Standing, 1909  
([http://ru.wikipedia.org/wiki/Archaeoindris\\_fontoynonti](http://ru.wikipedia.org/wiki/Archaeoindris_fontoynonti))

Археоиндри, также относившийся к семейству палео-пропитековых, крупнейший из известных современной науке полуобезьян. Он обладал массивным телом ростом до 150 см и весом до 200 кг (рис. 16). По-видимому, он вел наземно-древесный образ жизни. Вероятно, он тоже питался листьями. Вымер за 8 тыс. лет до н. э.

Самыми крупными из современных лемуров являются представители рода индри, или бабакото (*Indri*), обитающие на северо-востоке Мадагаскара и составляющие, по разным классификациям, семейство или подсемейство индриевых (*Indriinae*) в семействе лемуриновых. Всего насчитывают четыре вида. Индри достигают длины тела от 30 до 100 см, хвост, в отличие от всех других лемуров, очень



Рис. 17

*Самка индри с детенышем*  
([wikipedia.org/wiki/File:Indri%2Bbebe.JPG?uselang=ru](http://wikipedia.org/wiki/File:Indri%2Bbebe.JPG?uselang=ru))

короткий, лишь 4–5 см. Масса тела индри составляет 6,5–9,5 кг. Внешне индри более других лемуров похожат на обезьян. Задние лапы их очень длинные, большие пальцы увеличенные и противопоставленные остальным пальцам. Шерсть очень густая с бело-серо-черным узором, который по своему виду может варьировать. Особи на юге ареала по окраске более светлые, а на севере более темные. Голова, уши и спина у всех индри обычно черные. Уши большие и мохнатые, мордочка почти без волос. Питаются преимущественно листьями деревьев. Живут парами или семейными группами. Ведут древесный образ жизни, изредка спускаясь вниз. По земле передвигаются прыжками, подняв руки. Это сугубо дневные животные.

Самки рожают по одному детенышу (рис. 17) один раз в два-три года. Продолжительность беременности — около 5 месяцев. Детеныш кормится молоком матери около полугода, а в возрасте 8 месяцев становится самостоятельным.

В зоопарках индри содержат крайне редко и практически не размножают. Пока не подобраны оптимальные





Рис. 18

*Руконожки поедают различных личинок насекомых, живущих внутри стеблей, и сердцевину в стеблях некоторых растений (фото А. Коткина)*

условия искусственного содержания. Поэтому программы по их сохранению сводятся к охране мест обитания. Все четыре вида включены на страницы Красного списка МСОП (IUCN) в раздел животных, находящихся в угрожаемом состоянии (*endangered*).

Помимо крупных лемуров, на Мадагаскаре обитают мелкие, карликовые виды, например мышинные лемуры, обладающие огромными глазами. Это ночные охотники на насекомых. Размером они с крупную домовую мышь и весят 30–60 г. К настоящему времени открыто несколько видов мышинных лемуров, отличающихся друг от друга генетически, а также особенностями вокализации и запаховыми метками. Внешне представители всех видов мышинных лемуров очень схожи между собой. Вместе с карликовыми лемурами их выделяют в отдельное семейство.

Особое место среди лемуридных занимает руконожка (рис. 18). Ее выделяют в монотипичное семейство с тем же названием. Это древнее животное, населяющее Мадагаскар, приспособлено к добыванию из древесины личинок



Рис. 19

*Малый толстый лори*

([http://nnm.ru/blogs/nnmbuster/tolstyy\\_lori\\_nycticebus\\_coucang/](http://nnm.ru/blogs/nnmbuster/tolstyy_lori_nycticebus_coucang/))

насекомых. Для этого руконожки используют средний палец руки, который значительно тоньше других пальцев. Когтем этого пальца животное выковыривает из отверстия личинку. Руконожки почти не изменились за относительно большой период жизни на острове, в то время как появилось множество видов лемуров, специализирующихся на различных кормовых объектах.

**Лориевые (*Loridae*)** — другое семейство полуобезьян. Являются преимущественно древесными обитателями, близкородственными с семейством галаговых, с которыми они вместе образуют общий инфраотряд лориобразных. Иногда обе эти группы животных объединяют в одно семейство в ранге подсемейств. Семейство разделено на 4 рода, в которых, в зависимости от точки зрения систематиков, насчитывается 8–10 видов. Их представители — тонкие и толстые лори (большие и малые) (рис. 19, 20), населяющие леса Юго-Восточной Азии, потто, живущие в африканских лесах.



Рис. 20

*Большой толстый лори с детенышем (pets.strana-ru.ru)*

**Галаговые (*Galagonidae*)** — семейство, являющееся близкородственным лориевым и рассматривающееся порой как одно из их подсемейств. К галаговым относятся 5 родов, в которых насчитывается 25 видов. Обитают они



Рис. 21

Сенегальский галаго (<http://paradoxusik.livejournal.com/98948.html>)

в Африке в лесистых или кустарниковых ландшафтах. Ведут ночной образ жизни. Самый известный из них — сенегальский галаго (рис. 21), а самым крупным является толстохвостый галаго (рис. 22).

Галаговые быстро передвигаются по деревьям и умеют прыгать почти на 12 м. Это отличает их от лориевых, которые менее проворны и почти не прыгают. Галаго ведут в основном ночной образ жизни, однако они бывают активны и в светлое время суток. Большинство дневного времени они проводят в густой растительности или в древесных дуплах.

Социальное поведение этих зверей весьма разнообразное. Иногда они образуют простые спальные общества



Рис. 22

*Толстохвостый галаго (фото А. Авалова)*

и идут после этого на поиски пищи поодиночке. Иногда соединяются в группы от семи до девяти животных, в которых живут достаточно продолжительное время. Галаговые отличаются территориальным поведением и защищают свое место обитания от вторжений чужих особей, как правило, представителей того же пола. Многие виды мочат свои руки и ноги в собственной моче, после чего, проходя по своей территории, маркируют ее своим запахом. Галаговые часто кричат, и эти крики разнятся в зависимости от того, что животные хотят ими выразить. Бывают агрессивные крики, служащие для отпугивания чужих особей. Иными криками галаговые пытаются предупредить своих сородичей об опасности.

**Долгопяты** (*Tarsius*) — род приматов, образующий самостоятельное семейство *Tarsiidae* и инфраотряд *Tarsiiformes* (рис. 23). Из всех полуобезьян они ближе всего стоят к настоящим обезьянам. Сегодня их порой рассматривают как одно из семейств сухоносовых обезьян (*Haplorhini*).

В эоцене и олигоцене существовало близкое к долгопятам семейство под названием *Otomyidae*, представители которого обитали в Евразии и Северной Америке. Они считаются предками долгопятов.

Род долгопятов делится как минимум на 3 вида. Однако, в зависимости от точки зрения, существует от 3 до 8 видов долгопятов, в то время как 5 из них могут считаться подвидами.

Обитают долгопяты в Индонезии и на Филиппинах. Они размером с крысу, имеют огромные глаза, светящиеся в темноте, за что их называют «долгопят-привидение». Глаза настолько велики, что не могут вращаться в глаз-



Рис. 23

Долгопят (<http://putnikost.gorod.tomsk.r...>)

Его большие глаза приспособлены к ночному образу жизни, а уши различают даже слабый шорох, издаваемый мелкими животными в листве деревьев.

ницах, но у животных выработалась особенность вращения шеи на  $180^\circ$ , почти как у сов. Голый хвост с кисточкой служит балансиrom при прыжках.

Лицевой отдел — не вытянутый, как у других полуобезьян, а укороченный. Это означает, что обоняние их развито слабо. У долгопятов есть мимические мышцы, и они могут гримасничать, подобно обезьянам.

Мозг сравнительно большой, задние конечности длиннее передних, удлинена и пяточная кость, за что эти животные и получили свое название.

**Подотряд Высшие приматы** — человекоподобные. Все высшие приматы делятся на две секции — широконосые и узконосые обезьяны. Разделение основано на различиях в строении носовой перегородки: у широконосых обезьян она широкая и ноздри смотрят в стороны, а у узконосых — узкая, а ноздри обращены вниз. Отличаются они и по местам обитания.

Все широконосые обезьяны живут в Центральной и Южной Америке, и их называют обезьянами Нового Света; узконосые обезьяны населяют Африку и Азию (один вид обитает в Европе — на самом юге Пиренейского полуострова — макак магот), и их называют обезьянами Старого Света. Это самые высокоразвитые приматы, отличающиеся сложным поведением и живущие группами с развитой иерархической структурой.

В секции **широконосых обезьян** выделяют 3 семейства — мелкие игрункообразные (*Callitrichidae*), каллимико (*Callimiconiidae*) и крупные капуциновые обезьяны (*Cebidae*). У всех игрунковых (см. рис. 24, 25) и каллимико (см. рис. 26) примитивные черты строения — обволошенная ушная раковина, относительно простой мозг, почти без извилин, одновременно рождается до трех детенышей.

Игрунковые — это самые маленькие из всех приматов; кроме собственно игрунок, к ним относятся карликовые игрунки и тамарины. Для всех них характерен парный семейный образ жизни, в группе же размножается только одна взрослая самка, самец активно ухаживает за потомством.



Рис. 24

*Черноухая мармозетка*  
(фото А. Коткина)



Рис. 25

*Черноспинный тамарин*  
(фото А. Коткина)

Каллимико (*Callimico goeldii*) (рис. 26) выделили из семейства игрунковых обезьян относительно недавно. По строению зубов, форме черепа, биохимическим показателям они сходны с капуцинообразными и занимают промежуточное положение между ними и игрунковыми обезьянами. Видовое название дано в честь швейцарского естествоиспытателя Эмиля Августа Гельди (1859–1917). Насчитывают два подвида этих обезьян.

Каллимико имеет темную или темно-бурую окраску, а волосы на голове и хвосте иногда бывают красные, белые или серебристо-коричневые. Тело длиной 20–23 см, хвост длиной 25–30 см. Это примат маленьких размеров, чем напоминает мармозеток. Распространен он в Южной Америке; обитает в дождевых лесах верховьев бассейна Амазонки в Боливии, Бразилии, Колумбии, Эквадоре и Перу. Обладает богатой мимикой. Образ жизни дневной, древесный. Держится группами до 30 особей. Питается растениями и насекомыми, ловко охотится на небольших змей. Рождает





Рис. 26

*Каллимико* ([http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Springtamarin\\_\(Callimico\\_goeldii\).jpg?uselang=ru](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Springtamarin_(Callimico_goeldii).jpg?uselang=ru))

одного детеныша, первые 2 недели его выхаживает мать, затем отец.

Капуцинообразные обезьяны имеют хватательный хвост, нижний внутренний конец хвоста лишен волос, на нем такие же дерматоглифические узоры, как на ладонях. Такой хвост действует как дополнительная конечность. Первый палец кисти недоразвит, иногда отсутствует, зато на ступне он хорошо развит и противопоставлен остальным. Мозг достаточно развит, эти обезьяны обладают сложным поведением, легко обучаются сложным навыкам. Живут они большими группами. Все они древесные, ведут дневной образ жизни, кроме одного рода ночных обезьян. Как и у полуобезьян, у всех широконосых обезьян есть кожные железы, секретом которых они метят территорию. Широконосые обезьяны часто объединяются в сообщества, состоящее из нескольких видов, для более успешной защиты от хищников. У них хорошо развито акустическое (голосовое) общение и отмечается богатая мимика.



Рис. 27

*Коата Жоффруа (фото Ф. Пангулистана)*

Наиболее характерными примерами цепкохвостых, или капуциновых, обезьян являются капуцины, коаты (рис. 27, 28), саймири (рис. 29), ночные обезьяны. Наши наблюдения за этими обезьянами в зоопарках приводят к мысли о высоком интеллектуальном уровне капуциновых. Этологи отмечают способности некоторых капуцинов использовать орудия труда для добывания корма. Обезьяны кладут орешки с крепкой кожурой на плоский камень (а порой — и камень с выемкой), играющий роль наковальни, и бьют по ним другим камнем, как молотком, разбивая твердую скорлупу и доставая мягкое ядрышко. Мы наблюдали, как паукообразные обезьяны мастерски пользовались своим хвостом. Они высовывали кончик хвоста в узкую ячейку сетчатой стенки клетки (рука туда не пролезала) и доставали предлагаемые посетителями орешки арахиса и другие лакомства хвостом, унося угощение внутрь своего помещения.

Наиболее примитивные из капуциновых — саймири, или беличьи обезьяны. Они занимают промежуточное положение между игрунковыми и собственно капуциновыми. Мозг их устроен проще мозга других представителей



Рис. 28

*Черные паукообразные обезьяны, или коаты (фото А. Авалова)*



Рис. 29

*Саймиру (<http://zoohuman.ru/zooimage.php?idfoto=5659>)*

семейства. Размером саймири небольшие — с обыкновенную белку, живут группами, иногда большими. Хвосты у них длинные, но не хватательные, и выполняют функцию балансиров во время прыжков.

**Секция узконосых.** Мартышкообразные обезьяны (*Cercopithecidae*) небольшие или среднего размера, передние конечности у них равны задним или немного короче. Первый палец кисти и стопы хорошо противопоставлен остальным. Шерсть покрывает все тело, за исключением лица, окраска обычно яркая. Имеются седалищные мозоли и защечные мешки.

Защечные мешки представляют собой особые карманы — складки слизистой оболочки в ротовой полости на обеих щеках, куда обезьяны набивают пищу про запас. Помимо седалищных мозолей, у них имеется так называемая «половая кожа» — участки кожи, которые при овуляции набухают и краснеют, это может служить сигналом для самца о готовности самки к спариванию.

Седалищные мозоли, в отличие от половой кожи, лишены сосудов. Они удобны во время сна или сидения на земле. Все мартышковые мастерски передвигаются по земле и ветвям деревьев.



**Рис. 30**

*Павиан гамадрил, взрослый самец.  
Хорошо видна его седалищная  
мозоль (фото Ф. Пангилинана)*



**Рис. 31**

*Гелада, самец (фото А. Коткина). Ведут высокогорный образ жизни,  
питаюсь травой*

Среди них есть наземные формы — павианы (рис. 30), гелада (рис. 31), макак магот (рис. 33), мартышка-гусар и некоторые другие.

Павианы чаще других обезьян добывают пищу на поверхности земли, в скалах, на открытых участках саванны (рис. 32). Питаются или исключительно травянистыми



Рис. 32

*Группа павианов имеет строгую структуру при «мари-бросках»*

В центре доминантные самцы с гаремами самок и детеныши младших возрастов. Спереди — субдоминантные самцы, сзади — полувзрослые самцы, по сторонам — подростки детеныши.



Рис. 33

*Маготы обитают на юге Пиренейского полуострова и в прилежащих частях Африки, это единственный вид обезьян, живущий в природных условиях Европы, и единственные макаки, населяющие африканский континент (фото А. Коткина)*



Рис. 34

*Макаки резусы (фото Ф. Пангилинана)*

растениями, как гелады, или имеют смешанный тип питания, как различные виды павианов.

Основу питания павианов составляет растительный корм, но, при случае, они с удовольствием едят мелких животных, а иногда даже охотятся на дик-дигов, детенышей газелей, собирают птичьи яйца и птенцов наземногнездящихся птиц.

Нередко павианы разных видов превращаются в настоящих синантропных животных. Отдельные их группы кормятся на дорогах, перевалах, выпрашивая у людей пищу, а иногда просто «грабят» останавливающихся путешественников, привлеченных видом не боящихся людей обезьян. Получив таким образом дополнительные корма, обезьяны быстро увеличивают свою численность. Их теперь не может прокормить естественный ландшафт, и павианы становятся полностью зависимыми от людей.

Известны древесно-наземные виды обезьян: различные виды макаков, в том числе макаки резусы (рис. 34), яванские и цейлонские макаки (рис. 35), лапундеры (рис. 36), некоторые тонкотелы.



Рис. 35

*Шляпные, или цейлонские, макаки  
(фото А. Коткина)*



Рис. 36

*Лапундер, или свинохвостый  
макак (фото А. Авалова)*

Макаки резусы и лангуры в Индии относятся к священным животным, поэтому пользуются добротой людей и посещают городские кварталы в поисках пищи и воды. Некоторые их группы поселяются в храмах, на окраинах городов и селений на постоянной основе, становясь полностью синантропными. Такие обезьяны, подобно природным группировкам, защищают свои территории от сородичей из других групп, вступая с ними в жестокие схватки. Этим обезьяны сохраняют за собой места обитания и пищевые ресурсы.

Резусов издавна используют в медицинских исследованиях для борьбы с недугами людей.

Многие виды обезьян ведут древесный образ жизни: это, прежде всего, все тонкотелые обезьяны (*Colobinae*) — так называется одно из подсемейств мартышковых (*Cercopithecidae*) отряда приматов. Это подсемейство делится на две трибы: толстотелы (*Colobini*), обитающие в Африке, и тонкотелы (*Presbytini*) — населяющие Южную Азию и прилежащие к ней острова. В целом, в него входят 10 родов и 55 видов.



**Рис. 37**

*Восточный колобус, или гверца (фото Ф. Пангилинан)*



**Рис. 38**

*Гульман (фото А. Коткина)*



Рис. 39  
*Лангур хануман ([http://www.monkeyworlds.com/gray\\_o\\_hanuman\\_langur\\_touching\\_his\\_feet.html](http://www.monkeyworlds.com/gray_o_hanuman_langur_touching_his_feet.html))*



Они стопоходящие, опираются при ходьбе на стопу и кисти. Хвост никогда не бывает хватательным. У некоторых видов хорошо развит половой диморфизм, т. е. самцы крупнее самок, а порой и ярче окрашены. Все они стадные, живут в лесах, саваннах, на скалах. К мартышкообразным обезьянам относятся роды мартышек, гусар, павианов, мандрилов, гелад, мангобеев, макак и подсемейства тонкотелых обезьян, роды колобусов (рис. 37), гверец, лангуров (рис. 38). Очень красивая обезьяна — лангур хануман — считается священной обезьяной в Индии, на Шри-Ланке и в других странах (рис. 39). Согласно эпосу «Рамаяна», лангур хануман спас благочестивого Раму и его жену.

В Древнем Египте к священным животным относили павиана гамадрила, считавшегося олицетворением бога Ра — бога здоровья, плодородия, щедрости и письма.

Семейство **гиббоновых** (*Hylobatidae*). Это небольшие, изящного сложения обезьяны, передние конечности которых намного длиннее задних, хвост отсутствует, их покрывает густая шерсть, но ладони, подошвы конечностей, уши и лицо оголены. Имеются небольшие седалищные мозоли.



Рис. 40  
*Чернорукий  
гibbon (самка),  
передвигающаяся  
брахией  
(фото А. Авалова)*

Пальцы рук длинные, первый палец хорошо противопоставлен остальным. Распространены гиббоны на юге Азии: в Индии, Индокитае, на Яве, Суматре, Калимантане, полуострове Малакка.

Все они сугубо древесные животные, обитатели тропического леса, с характерным способом передвижения — брахией (рис. 40): поочередно перехватывая руками ветви деревьев, гиббоны перелетают с дерева на дерево на расстояние до 15 м. Могут ходить по земле на двух ногах, балансируя руками. Могут подниматься в горные леса до высоты 1800 м над уровнем моря.

Лицевые части короткие, с большими глазами, устремленными вперед. Ноздри расставлены в стороны. Формула зубов соответствует гоминидам.

Размер гиббоновых составляет от 45 до 90 см, их вес варьирует от 4 до 13 кг. Наиболее крупным и тяжелым видом является сиаманг. Хотя гиббоны по своей сообразительности близки к гоминидам, у них есть признаки, сближающие их и с низшими узконосыми обезьянами



Рис. 41

*Белорукие гиббоны различной окраски: самец светлой окраски, самка — черной (фото Ф. Пангилиана)*

(мартышковыми): небольшой мозг, наличие седалищных мозолей и особенности строения слухового аппарата. Семейство гиббоновых называют малыми гоминидами. Последние исследования кариотипов разных видов гиббонов подтверждают позицию тех ученых, которые выделяют в семействе 4 рода: сиямангов, хулоков, номаскусов и собственно гиббонов. По числу хромосом диплоидного набора разные роды гиббоновых различаются больше, чем роды людей и шимпанзе. Так, число хромосом у гиббоновых колеблется от 38 до 52.

У некоторых гиббонов отмечается половой диморфизм в окраске волос, например самцы одноцветного гиббона черные, а самки — светло-бежевые. У белорукого гиббона, или лара, отмечен полиморфизм в окраске шерсти (рис. 41). И самцы, и самки могут иметь черную, бурую или светло-коричневую окраску.

Еще одна особенность гиббонов — семейная жизнь. Каждая семья имеет свою территорию и перекликается с другими семьями. Это поведение называется «пением» или «хорами» гиббонов; инициатором пения является, как правило, самец, затем к нему подключается все семейство. Это своего рода звуковая сигнализация, обеспечивающая этим животным контакты с сородичами, затрудненные в высокоствольном тропическом лесу. У сrostнопалых гиббонов — сиямангов — имеются даже специальные гор-



Рис. 42

*Самцы сиамангов имеют развитые горловые мешки-резонаторы, служащие для усиления голоса (фото А. Коткина)*

ловые голосовые мешки — резонаторы для усиления звука (рис. 42).

Семьи гиббонов состоят из пары взрослых особей и их потомства. Больших групп гиббоны никогда не образуют, стараясь жить изолированно от своих собратьев.

В семейство **понгид** (*Pongidae*) ранее объединяли азиатских орангутанов и африканских человекообразных обезьян — шимпанзе и горилл, противопоставляя их человеку, людей же выделяли в отдельное семейство **гоминид** (*Hominidae*). Позже, с приобретением новых данных из области генетики, эти оба семейства были сведены до уровня подсемейств в одном семействе гоминид. Теперь к подсемейству **понгин** (*Ponginae*) относят только орангутанов, а человека вместе с африканскими человекообразными обезьянами — гориллами и шимпанзе — относят к подсемейству **гоминин** (*Homininae*). Всех их вместе отличают крупные размеры тела, у гориллы, самой крупной из человекообразных, масса самцов достигает 200 кг, а рост — до 2 м. У всех представителей семейства относительно короткое туловище и

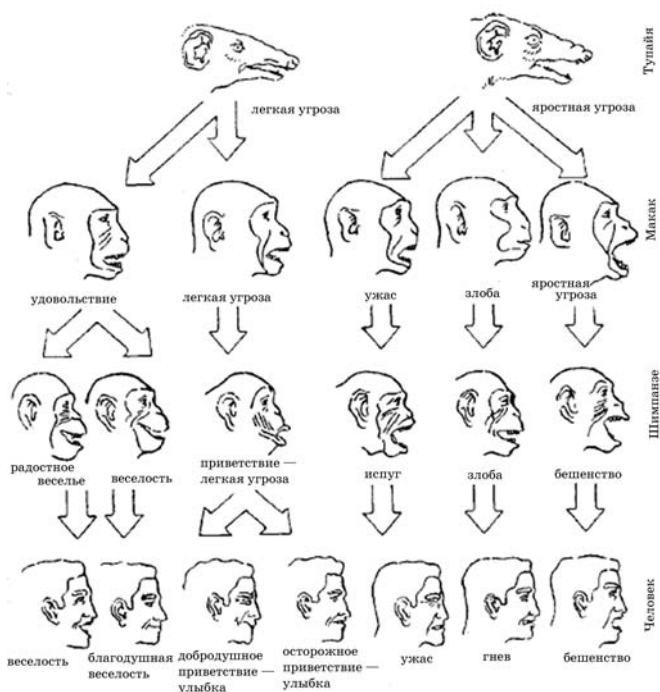


Рис. 43

### Эволюция мимики приматов

«Оскал зубов превратился в ходе эволюции в целый набор сигналов. У человека они менее выразительны, чем у шимпанзе, из-за ослабления мышц лица» (по В. Дольнику, 1994).

длинные конечности, нет хвоста, укороченный крестцовый отдел позвоночника, бочкообразная грудная клетка, широкие плечи. Для всех них характерно полувыпрямленное передвижение по ветвям и земле с опорой на тыльную сторону пальцев передних конечностей — рук. Они имеют крупный и сложноустроенный мозг, примерно в 6 раз более крупный, чем у низших узконосых обезьян, например макаков. Масса мозга гориллы 420 г, в нем много извилин. Лобная доля крупнее, чем у низших обезьян. Как и у человека, у человекообразных обезьян хорошо развита мимическая мускулатура (рис. 43), губы очень подвижные.

Развитие мимической мускулатуры у обезьян происходило на фоне развития головного мозга и усложнения коммуникативных приемов. Из простого оскала зубов, характерного для млекопитающих различных видов и предупреждающего соплеменников о намерениях особи, обезьяны, особенно человекообразные, стали обладать возможностью более точной передачи эмоций и чувств. Приматы широко используют при контактах мимическую мускулатуру лица.

Надо отметить, что у шимпанзе она развита, например, даже лучше, чем у людей.

Седалищные мозоли есть у шимпанзе, редко встречаются у гориллы и орангутана. Волосы на спине и груди редкие, пучки осязательных волос на лице (вибриссы) у человекообразных отсутствуют вовсе.

Иммунологические и биохимические показатели у шимпанзе, гориллы и человека очень близки по белкам крови, о чем говорилось ранее. Сроки беременности близки к человеческим (8–9 месяцев), детеныши развиваются очень медленно, до семи лет.

Все виды человекообразных обладают высоким интеллектом, способны использовать предметы в качестве орудий в природе и в неволе.

**Орангутаны** распространены на островах Суматре и Калимантане. На каждом острове свой подвид, особи которых несколько отличаются друг от друга по строению головы и массивности тела. Более крупный — калимантанский, или борнейский, орангутан. Он отличается массивным телосложением (рост самца достигает 150 см, масса — 100–200 кг).

Представители этого подвида чаще спускаются с деревьев на землю, поскольку на этом острове (в отличие от Суматры, где еще водятся тигры) отсутствуют крупные хищники, подобные тигру или леопарду. Самки значительно мельче самцов. У калимантанских орангутанов особенно развиты щечные наросты, состоящие из соединительной ткани и жира (рис. 44). Задние конечности короткие, передние длинные, пальцы на руках длинные, имеют вид



Рис. 44

*Самец калимантанского орангутана обладает развитыми лицевыми дисками и горловым мешком (фото А. Авалова)*

крюков, первый палец на кисти укорочен, на шее — большие гортанные мешки. Череп у орангутанов длинный, вытянутый, лицевой отдел вогнут.

На черепе имеются сагиттальный и затылочный гребни. К ним крепится мощная мускулатура. Нижняя челюсть массивная, зубы крупные, с сильной морщинистостью коронок, клыки редко выступают за зубной ряд. Объем головного мозга —  $300\text{--}500\text{ см}^3$ .

Наблюдения в зоопарках показали высокий уровень умственных способностей орангутанов.

Чаще других человекообразных, например, они используют различные материалы для укрытия головы и тела (см. рис. 45 и 46).



**Рис. 45**

*Орангутаны Московского зоопарка пользуются для укрытия мешковиной (фото А. Авалова)*



**Рис. 46**

*В условиях дикой природы орангутаны используют для защиты от дождя листья растений (фото Е. Хассан)*



По типу темперамента это скорее флегматики, в отличие от «холеричных» шимпанзе. Они легко обучаются различным трюкам в цирковых группах, а в зоопарках умеют протягивать служителям и врачам необходимые части тела для проведения нужных инъекций лекарственных препаратов или взятия образцов крови. Этим обезьяны облегчают свое ветеринарное обслуживание.

**Гориллы.** Систематиками описано три подвида: горная, береговая и равнинная гориллы. Но к настоящему времени выделяют уже до пяти их подвидов (Бутовская, 2004). Равнинная горилла распространена в Западной экваториальной Африке (Камерун, Габон), в долине реки Конго и у озера Танганьика.

Это самые крупные ныне живущие обезьяны. Рост самцов достигает 2 м, масса до 200 кг, массивные шея и плечи, череп с низким лбом и мощным надглазничным гребнем (рис. 47). У самцов имеются хорошо развитые



Рис. 47

*Самец равнинной гориллы (фото А. Авалова)*



Рис. 48

*Самка гориллы с детенышем  
(фото А. Авалова)*

сагиттальный и затылочный гребни, служащие для прикрепления мощной мускулатуры. Самки мельче самцов (рис. 48). Лицевая часть черепа горилл несколько выступает вперед, нижняя челюсть их очень массивная.

Гориллы живут в тропических лесах группами. Обычно в группе один взрослый самец, несколько самок и их детеныши. У взрослых самцов шерсть на спине приобретает серебристый цвет. Питаются

гориллы исключительно растительной пищей. Для переваривания ее у них длинный кишечник и объемистый желудок. Несмотря на свой «грозный» вид, эти приматы отличаются миролюбивым нравом, однако ревностно охраняют свою территорию от себе подобных — членов других семей. В последнее время их численность в природе заметно сократилась, поэтому возросла роль зоопарков в сохранении генетического банка этих животных.

Зоопсихологи, работая с гориллами в искусственно созданных условиях, выяснили, что они могут обучиться языку жестов (языку глухонемых) и обучать его элементам других обезьян этого вида.

**Шимпанзе.** Наиболее близкими к человеку из современных обезьян являются шимпанзе. Они разделены на два самостоятельных вида — обыкновенный шимпанзе и карликовый шимпанзе. Обыкновенный шимпанзе обитает в Тропической Африке, в бассейнах рек Конго и Нигер. Карликовый шимпанзе, или бонобо, — живая модель ранних гоминид, отличается малым ростом и грациозностью. Живет в Заире. Это своего рода живой реликт. Шимпанзе имеют меньший рост и более тонкое телосложение, чем



**Рис. 49**

*Группа шимпанзе в Риядском зоопарке (Саудовская Аравия)  
(фото Ф. Пангилиана)*

гориллы. Так, рост самцов, которые несколько крупнее самок, достигает 150 см, масса — 50 кг. Половой диморфизм в размерах тела выражен слабее, чем у гориллы и орангутана. Надглазничный валик также развит слабее, а затылочный отсутствует вовсе. Лоб более прямой, мозговой череп круглее, клыки развиты слабее, морщинистость коронок тоже слабее, чем у орангутана.

Шимпанзе живут в группах, иногда довольно больших — до 25 особей. Все члены группы хорошо знают друг друга. В группе устанавливается четкая иерархия. Шимпанзе территориальны и охраняют свои местообитания от особей из других групп (рис. 49).

Группа состоит из нескольких взрослых самцов, среди которых выделяется доминантный самец, несколько взрослых самок и их потомство разных возрастов. Интересна толерантность взрослых самцов друг к другу. Наблюдателями отмечена дружба и взаимопомощь между некоторыми из них. Шимпанзе питаются смешанной пищей — растительного и животного происхождения. Иногда самцы устраивают облавные охоты за колобусами, мартышками и мелкими наземными млекопитающими. Такая охотничья группа действует слаженно. Часто она разделяется на загонщиков и тех самцов, которые сидят в засаде и выскакивают к ни о чем не подозревающей жертве с близкого расстояния. Этими особенностями поведения и питания шимпанзе отличаются от горилл и орангутанов и сближаются с предковыми формами людей.



Рис. 50

*Пример груминга у шимпанзе. В данном случае один из «приятелей» чистит другому глаза, что является признаком наивысшего доверия и дружбы (фото Ф. Пангилиана)*

Зоопсихологами и другими наблюдателями за образом жизни шимпанзе в зоопарках отмечена уникальная способность этих животных к обучению. Помимо языка жестов, они способны самостоятельно освоить различные приемы манипуляций с орудиями труда.

Карликовые шимпанзе отличаются большой толерантностью между членами одной группы. Они активно используют груминг — взаимные обыскивания и чистку шерсти от грязи и насекомых. Груминг, взаимные похлопывания, объятия и сексуальное поведение способны быстро погасить агрессию. Такое умиротворяющее действие приводит к тому, что в группах возникает неполное доминирование и становится возможным совместное существование многих взрослых особей (рис. 50).

## ЧЕЛОВЕК КАК БИОСОЦИАЛЬНЫЙ ВИД ЖИВОТНЫХ

Начнем с морфобиологической его характеристики. Высота тела, как правило, 140–190 см. Женские особи чаще меньше мужчин на 10–12 см. Характерны вертикальное положение тела и передвижение только на нижних конечностях. Первый палец стопы утрачивает подвижность и не противопоставляется остальным. Длина нижних конечностей значительно превышает длину верхних. Большое значение имеет развитие первого пальца кисти. Голова круглая, характеризуется сильноразвитой мозговой частью и слабовыступающей вперед лицевой. Лицевой отдел располагается не впереди мозгового, а под ним. Большое затылочное отверстие черепа направлено вниз. Зубы развиты слабо, клыки почти не отличаются от резцов. Коренные зубы имеют уплощенные бугорки на жевательной поверхности, на верхних — четыре бугорка, на нижних — пять. Позвоночный столб S-образно искривлен, что связано с вертикальным положением тела. Крестцовые и хвостовые позвонки срастаются в сложные кости — крестец и копчик. Характерно сильное развитие бедренной кости. Необычайно развит мозг, особенно большие полушария с бороздами

и извилинами. Беременность длится 280 дней, рождается один ребенок, реже два-три. Для человека свойственны наиболее длительные среди млекопитающих сроки развития ребенка и его научения.

Биологическая природа человека проявляется в присутствии всему живому стремлении сохранить свою жизнь и продолжить ее во времени и пространстве через размножение, обеспечить максимум безопасности и комфорта. Эти естественные устремления достигаются через постоянные взаимодействия человечества со средой обитания. Все люди потребляют пищу и выделяют продукты физиологического обмена, защищаются от врагов и избегают других опасностей, участвуют в конкуренции за жизненные ресурсы и содействуют полезным для себя видам. Иными словами, человечеству свойствен весь спектр экологических связей. В этом заключается основное экологическое сходство человечества с популяциями всех других биологических видов.

Существование каждого отдельного человека (особенно в городе) всецело зависит от неисчислимого множества не только неродственных, но и совсем незнакомых ему людей, добывающих и поставляющих пищу, тепло, одежду, все необходимое для жизни. Поэтому социальные отношения между людьми становятся совершенно обязательным компонентом их экологических связей, что позволяет считать их социально-экологическими или экосоциальными, а самого человека — уникальным на Земле биосоциальным видом.

Экологическое сходство человека с другими видами объясняется его биологическим происхождением, принадлежностью к миру живой природы, где действуют биологические законы, а экологические его отличия определяются принадлежностью также и к человеческому обществу, где действуют законы общественные, т. е. социальные. Эта двойственность присуща только человеку, который представляет собой единственный на нашей планете *биосоциальный вид*.

По своим масштабам давление человека на среду обитания в настоящее время существенно превосходит со-

противление среды, подавляет его на значительной части планеты. Под воздействием людей изменяется климат планеты. В отчетливом дисбалансе сил давления человечества на среду и ответного ее сопротивления заключается одна из самых существенных экологических особенностей человека.

Еще одно принципиальное отличие человека от всех других видов животных заключается в том, что современные люди не могут существовать без обмена результатами своей деятельности с себе подобными. Они не могут жить вне созданной ими искусственной среды обитания, без использования обобщенного опыта, накопленного предшествующими поколениями, без огромного множества прямых и, особенно, опосредованных социальных связей. Иными словами, человек не способен длительное время поддерживать свое существование вне духовной и материальной культуры, вне цивилизации, вне социума — человеческого общества.

Строго говоря, эволюция человека продолжается на всем протяжении его существования. Но она относится к *социальной* стороне его жизни. Что же касается *биологической* эволюции, то с тех пор как человек выделился из животного мира, по крайней мере, она перестала играть решающую роль. Даже люди с ослабленным здоровьем благодаря усилиям и успехам медицины могут принимать активное участие в жизни общества. Сила естественного отбора в социальном мире все более ослабевает, так как социальные институты, здравоохранение постоянно сглаживают влияние индивидуальной биологической изменчивости. Например, снижение в Европе уровня смертности от туберкулеза с 4000 на 1 млн человек в 1840 г. до 13 человек на тот же миллион в настоящее время свидетельствует о том, что отбор по сопротивляемости данной болезни, по существу, прекратился. Это же можно сказать и о многих других заболеваниях.

Сегодня наблюдается, с одной стороны, очень медленный темп генетических изменений, производимых отбором, и большое генетическое сходство между различными

человеческими группами. С другой стороны, имеется огромное разнообразие культур и образов жизней, очень быстрый рост социальных изменений, свидетельствующих о происходящей культурной эволюции человечества. Поэтому можно с уверенностью говорить о ведущей роли культуры в эволюции человека.

Естественный отбор у человека происходит главным образом на уровне зародышевых клеток. Физическое здоровье человека за историю *Homo sapiens* существенно улучшилось. Комплексным показателем может служить увеличение средней продолжительности жизни населения.

Под влиянием социальных условий она возросла с 20–22 лет в древности до 30 лет в XVIII в. К началу XX в. в странах Западной Европы средняя продолжительность жизни была примерно 56 лет. Сегодня в этих странах она достигла 75–78 лет, т. е., по данным современной науки, ее уровень приближается к средней «нормальной» продолжительности жизни 80–90 лет.

#### **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЧЕЛОВЕКА И ДРУГИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ**

Сказанное нами в начале главы не оставляет сомнения в значительной схожести человека с другими животными, особенно с представителями отряда Приматов. Морфоанатомическим доказательством общности строения человека и других животных являются сходность этапов эмбрионального развития, наличие рудиментов и атавизмов, сходство в поведении человека и человекообразных обезьян, включающих развитую мимику и характер заботы о потомстве (рис. 51).

Вспомним, что у шимпанзе и у человека различают 4 группы крови. Люди и обезьяны болеют болезнями, не характерными для других млекопитающих. Поэтому в зоопарках и специализированных питомниках стараются не допускать близкого контакта обезьян с посетителями. Лучший контакт в данном случае — через стеклянные





Рис. 51

*При наблюдении за высшими приматами мы выявляем много черт поведения, общих с нашими (фото В. Романовского)*

витрины (рис. 52). Самыми привлекательными обезьянами в зоопарке являются человекообразные, поскольку они очень похожи на нас своими ужимками и наличием возможности ходить на задних лапах. Напомним, что генетический материал человека и шимпанзе идентичен в среднем на 99%. В размножении обезьяны сходны с людьми отсутствием сезонности — размножаются в течение всего года. Половой зрелости человекообразные обезьяны достигают к 7–10 годам.

Продолжительность жизни обезьян (по данным зоопарков) приближается к 50 и даже к 60 годам. Есть и долгожители. Так, самец шимпанзе по имени Джиггс прожил (сейчас живет в частном доме во Флориде) не менее 75 лет.

Наряду со сходством человек имеет определенные отличия от обезьян. Не будем их повторять, так как они уже названы в начале главы. Добавим лишь, что у обезьян голосовые связки лишены специфической мускулатуры, что приводит к отсутствию способности модулировать

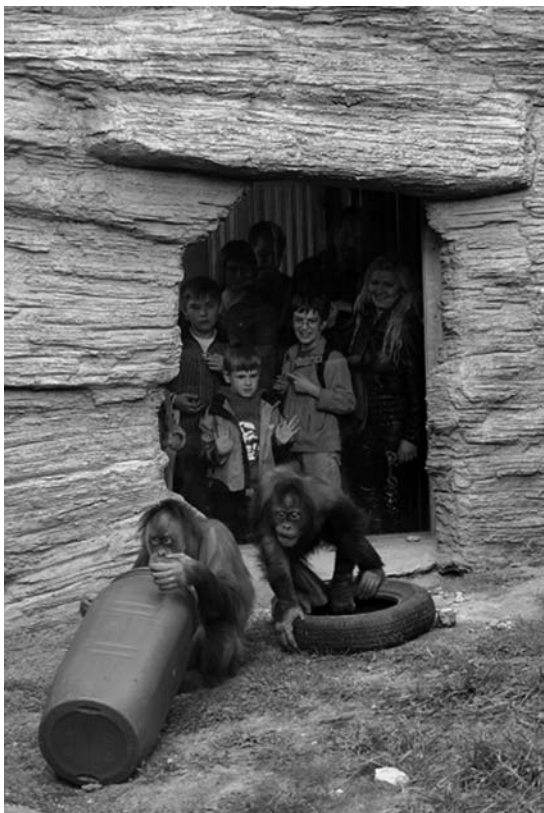


Рис. 52

*Люди разумные и «лесные люди» (так переводится слово орангутан), разделенные стеклом в зоопарке (фото В. Романовского)*

издаваемые обезьянами звуки, то есть заговорить они не смогут. Но уровень высшей нервной деятельности шимпанзе и горилл помогает им выучить язык жестов (язык глухонемых) и даже обучать ему других особей.

Все эти факты свидетельствуют о том, что человек и современные человекообразные обезьяны хоть и имеют существенные отличия, но произошли от общего предка, а современные люди относятся к биологическому роду *Ното*, виду Человек разумный — *Ното sapiens*.

## ГЛАВА 2. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ АНТРОПОГЕНЕЗА

---

### РАННЯЯ ЭВОЛЮЦИЯ ОТРЯДА ПРИМАТОВ

**И**сторическое развитие отряда приматов происходит на протяжении нескольких десятков миллионов лет. Важнейшая особенность этой группы животных — обитание на деревьях. На деревьях первые приматы нашли убежище от врагов и пищу. У приматов в этих условиях сформировались специфические для данного отряда морфофизиологические особенности. К ним относятся: пятипалая конечность хватательного типа, высокая степень кожной чувствительности, стереоскопическое острое бинокулярное зрение, большой по объему и сложный по строению головной мозг, контролирующий различные способы передвижения по ветвям деревьев.

Биологические особенности гоминид — это результат продолжительных эволюционных изменений, характерных для отряда в целом.

В последующем, очевидно, в связи с межледниковыми потеплениями, а также в связи с сокращением площади лесов и распространением открытых пространств типа саванн некоторые приматы вынуждены были спускаться с деревьев на землю, что способствовало развитию прямохождения.

Изучение эволюционного прошлого приматов невозможно без использования целого ряда методов, позволяющих установить с той или иной степенью точности возраст их ископаемых скелетных останков.

## МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗРАСТА ИСКОПАЕМЫХ НАХОДОК

Группа методов относительных датировок:

- метод геохронологии — возраст находок определяется в соответствии с последовательностью геологических событий; используется шкала геологического времени, подразделенная на эры, периоды, эпохи;
- Метод гляциологии (только для четвертичного периода) — находки датируются: в Северном полушарии — в соответствии с чередованием отложений ледниковых и межледниковых периодов, в Южном полушарии — в соответствии с отложениями дождливых и сухих периодов;
- метод биостратиграфии — возраст определяется по руководящим палеонтологическим находкам; учитываются комплексы сопровождающей фауны.

Группа методов абсолютных датировок:

- Калий-аргоновый метод (K/Ar) — по периоду полураспада радиоактивных изотопов, содержащихся в вулканических породах; пригоден для датировок до 1 млн лет;
- углеродный метод — по содержанию радиоактивного углерода в органических остатках; используется при датировании от 100 тыс. лет и менее;
- термолюминесцентный метод — по оценке уровня свечения некоторых минералов при нагревании до 100–400°C, что связано с продолжительностью радиоактивного их облучения в природных условиях; используется для определения возраста от 300 тыс. лет и менее;
- фторовый метод — по содержанию фтора в ископаемых костях в силу предполагаемой его зависимости от возраста отложений; пригоден для датировки от 1 млн лет.

Особое значение для определения возраста ископаемых приматов и человека имеют методы анализа ядерной и митохондриальной ДНК. В митохондриальной ДНК сохраняются все мутации, происходившие в каждом поколении, поэтому эволюция Мт-ДНК происходит быстрее, чем ядерной

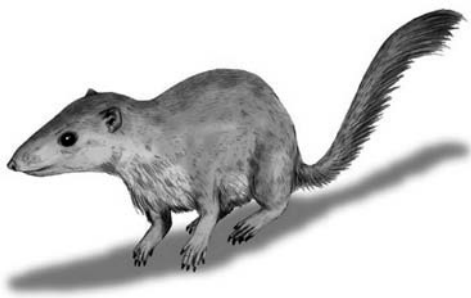
ДНК. Так как скорость мутации теоретически относительно постоянна, то по количеству произошедших мутаций можно рассчитать время появления и дальнейшей эволюции той или иной линии. В настоящее время метод молекулярных часов все более активно используется для уточнения возраста наиболее спорных палеонтологических находок.

## ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ЭВОЛЮЦИИ ПРИМАТОВ

Происхождение первых примитивных приматов (проприматов) обычно связывают с древнейшими насекомоядными млекопитающими и относят к концу верхнего мелового периода мезозойской эры. Наиболее вероятными предками настоящих приматов могли быть мелкие тупайе-подобные животные, обитавшие в тропических лесах. Направленность основных эволюционных изменений в биологических организациях проприматов, очевидно, была связана с дальнейшей их адаптацией к древесному образу жизни. Прогрессивное развитие мозга, зрения, осязательного анализатора, усиление хватательной функции конечностей (кисти и стопы) сопровождалось изменениями в строении черепа, появлением новых типов локомоции, усложнением тактильного рельефа кисти и стопы, заменой когтей ногтями, переходом к другим типам питания.

**Протоприматы.** Одними из первых проприматов могут считаться представители ископаемого рода *Purgatorius* (рис. 53). Довольно миниатюрные, размером с мышь, пур-

Рис. 53  
Реконструкция  
внешнего вида  
*пургаториуса* ([http://  
forum.astrakhan.ru/  
index.  
php?showtopic=48218&  
page=26](http://forum.astrakhan.ru/index.php?showtopic=48218&page=26))



гаториусы по строению зубной системы представляют собой промежуточный вариант между насекомоядными и растительноядными формами, с усиливающейся специализацией к растительности. В то же время возникали и другие родственные приматам группы зверей: летучие мыши, прыгунчики и шерстокрылы. Строение этих животных довольно примитивно. Ближайшими родственниками приматов считаются вымершие плезиадапидовые и современные тупаи. В дальнейшей эволюции выделяют несколько основных периодов расцвета приматов, связанных с появлением новых видов и их распространением — адаптивной радиацией.

Первичная адаптивная радиация приматов произошла в раннем палеоцене и дала подобные пургаториусу преимущественно растительноядные, а также насекомоядные и нектароядные формы — плезиадапидовых. Представители семейства **плезиадапиды** (*Plesiadapidae*) были наземными животными и по морфологии зубного аппарата близки к лемурам. Они обитали на территории Европы и Северной Америки и могут считаться переходной формой к собственно приматам.

Вторая крупная адаптивная радиация датируется началом эоцена и связана с появлением и расцветом примитивных полуобезьян — адапидов и омомидов в Европе и Северной Америке. Считается, что они могли появиться в этих регионах из Азии или Африки, где известны находки среднего палеоцена и раннего эоцена. Они обладали многими чертами, характерными для современных лемуров и долгопятов (типы локомоции, зубные системы, строение мозга и др.).

Третья основная адаптивная радиация, происходившая на рубеже эоцена и олигоцена, привела к появлению древнейших высших приматов — широконосых и узконосых, развившихся, вероятно, из лемуриобразных или долгопятообразных предков. Древнейшими обезьянами принято считать ископаемых приматов семейства **амфипитециды** (*Amphipithecidae*) — это самые примитивные высшие приматы, ископаемые останки которых известны

из верхнего эоцена Бирмы и Таиланда. Родственные отношения с другими приматами не определены. Семейство включает 3 рода: амфипитек (*Amphipithecus*), пондаунгия (*Pondaungia*), сиамопитек (*Siamopithecus*). Они известны по фрагментам челюстей и зубов, на которых присутствуют одновременно черты, свойственные полуобезьянам, долгопятам и собственно обезьянам. В этот же период наблюдается расцвет грызунов и хищных млекопитающих.

Четвертая адаптивная радиация: не позднее 23–20 млн лет назад произошло разделение узконосых обезьян на низших и высших, что, видимо, было обусловлено экологической дивергенцией. Миоцен — период развития высших обезьян. Древнейшие предки мартышкообразных обнаружены в Восточной Африке и датируются 20 млн лет. Африканские *дриопитеки-проконсулы* рассматриваются как исходные формы для начальной адаптивной радиации человекообразных (гоминидов) Восточной Африки (рис. 54).



Рис. 54

Реконструкция внешнего вида *дриопитека*, давшего начало эволюционным линиям всех африканских человекообразных обезьян и человека (<http://forum.zoologist.ru/viewtopic.php?id=951>)

Начальные этапы эволюции гоминидов происходили на фоне продолжающихся глобальных климатогеографических изменений. В миоцене континенты уже заняли современное положение, между Европой, Африкой и западной частью Азии появилась цепь соленых водоемов. Многие виды древних приматов стали в большей степени питаться листьями, в меньшей — плодами, и обитали, вероятно, в сохранившихся лесных биотопах. Другие обезьяны, в том числе и предки гоминид, начали систематически осваивать саванну. Одной из форм адаптации к такому образу жизни могла стать двуногость — бипедия.

Возникновение *бипедии*, не самого характерного для других животных способа передвижения, могло быть связано с особенностями морфологической организации и поведения древних приматов и обусловлено целым рядом причин. Возможно, многие ископаемые формы были неспециализированными древесными четвероногими приматами — передвигались по деревьям разными способами и спускались на землю для поиска пищи. Выделяют следующие способы передвижения у современных приматов, обитающих в различных экологических условиях:

- вертикальное цепляние и прыгание по ветвям и земле (при таком движении спина находится в выпрямленном положении) — у многих лемуров и долгопятов;
- варианты четвероногого передвижения:
  - а) медленное лазание с обхватыванием ветвей (спина прямая) — лори;
  - б) бегание и хождение по ветвям характерно для многих видов приматов — тупай, лемуров, игрунковых и мартишкообразных обезьян;
  - в) бегание и хождение по земле у наземных и полуназемных видов макак, павианов, мартышки-гусара и др.;
- брахиация — способ перемещения по ветвям деревьев с преимущественным использованием передних конечностей — крайняя специализация к древесному образу жизни, характерная для гиббонов и, в какой-то мере, для паукообразных обезьян (они дополнительно используют хвост для фиксации на ветвях);



- передвижение по земле с опорой на тыльную сторону согнутых кистей передних конечностей в сочетании с медленной брахиацией — у шимпанзе, гориллы и орангутана.

Перечисленные типы локомоции предполагают наличие хватательной передней конечности, опорной стопы, способности довольно долго находиться в выпрямленном положении (сидя или стоя) и часто использовать передние конечности для манипуляционной деятельности. Все эти морфоэтологические признаки, вероятно, были характерны и для древних приматов. Бипедальная локомоция формировалась на основе уже существующих особенностей биологических организаций и им не противоречила.

Существует более 25 гипотез возникновения бипедии, объясняющих ее возникновение биоэнергетическими выгодами, влиянием факторов среды, требованиями социального поведения и т. п. Ниже представлены некоторые из гипотез происхождения бипедии.

*Энергетический эффект двуногой локомоции.* Двуногая походка имеет больший энергетический эффект по сравнению с четвероногой, как в плане скорости передвижения, так и по длительности. Человек способен пробегать большие расстояния длительное время. Этой выносливостью в беге он резко отличается от обезьян и других животных. У зебры, например, наступает коллапс после быстрого пробега на расстояние 780 м, а охотники и собиратели (например, бушмены) могут загонять жертву до полного изнеможения. Это связано с увеличением выносливости при продолжительном беге. Увеличиваются расстояния, преодолеваемые во время поиска пищи, специализируется механизм терморегуляции. Главной движущей силой отбора, ведущей к бипедии, считают интенсивную дневную активность, включающую бег и ходьбу от одного источника пищи к другому.

*Уменьшение инсоляции и перегревания.* Вертикально стоящий человек получает на 1/3 меньше тепловой энергии от солнца по сравнению с четвероногими. Уменьшение потока солнечной радиации путем бипедии не решало все

же проблему перегрева. Возникали новые формы терморегуляции, связанные с потоотделением и потерей волосяного покрова. Однако в комплексе мер по борьбе с тепловым стрессом бипедии определенно принадлежит некая роль как терморегуляции путем теплоотдачи.

*Ориентировочно-исследовательское поведение.* Гоминиды научились вставать на ноги, так как этого требовали условия жизни в саванне — они осваивали стойку на двух ногах, которая являлась ориентировочно-исследовательским поведением и позволяла смотреть поверх травы. Особенно усиливалось такое поведение в стрессовых ситуациях. Наблюдения за животными показали возрастание у них «стоек» в экстремальных ситуациях.

*Освобождение верхних конечностей для изготовления орудий.* Эта гипотеза, популярная в XIX в. и сформулированная Фридрихом Энгельсом, ныне критикуется, так как известно, что ранние австралопитеки не изготавливали орудий, хотя, вероятно, могли использовать предметы природного происхождения в качестве орудий. Это делают и некоторые современные обезьяны, и не только человекообразные. От начала прямохождения до изготовления настоящих орудий прошло более 2 млн лет.

*Перенос предметов в передних конечностях.* Наблюдения за обезьянами показывают, что при перенесении длинных и больших предметов они используют бег с элементами бипедии. Существует мнение, что потеря волосяного покрова у предков гоминид заставила их переносить детенышей в руках, так как цепляться за шерсть, как это делают детеныши обезьян, детеныши гоминид уже не могли.

*Демонстративное поведение и защита.* Прямохождение могло являться частью комплекса, связанного с демонстрацией угрозы. Повышение роста, укрупнение некоторым образом влияет на статус доминирования. Такие бипедальные демонстрации известны в поведении горилл, шимпанзе и других обезьян. Защита с помощью целенаправленного метания камней, палок, веток, распространенная у приматов Старого и Нового Света, также могла

привести к изменению посткраниального скелета, центра тяжести тела и т. п.

«Водное» происхождение бипедии. Согласно этой гипотезе, предки гоминид жили в водной среде, это доказывается отсутствием шерстного покрова и наличием толстого слоя подкожно-жировой клетчатки. Гоминиды якобы отталкивались от дна задними конечностями, потом перешли к двунугому хождению в воде, где тело весит меньше. Так действуют шимпанзе в условиях африканских лесов, прилегающих к мелководным пресным водоемам. Они перемещаются вброд на задних конечностях, разыскивая водных животных и сочные растения. При этом избегают глубоких мест. Наблюдения в зоопарках подтверждают способность шимпанзе ходить по пояс в воде, но к плаванию они не прибегают.

К. О. Лавджой (1989) считает, что *прямохождение связано с размножением*. Все человекообразные обезьяны были потенциально прямоходящими, они передвигались в полувыпрямленном положении тела. Вторично спустившись на землю и обладая комплексом брахиации, развитыми кистями рук, приматы могли найти новые экологические ниши.

В природе существуют две *стратегии размножения*: R-стратегия, при которой рождается много детенышей и наблюдается минимум родительской заботы, и K-стратегия, при которой мало детенышей и максимум родительской заботы. Например, шимпанзе имеет одного детеныша раз в 5–6 лет. K-стратегия эффективней для научения, но она более уязвима для выживания вида. Усиленная забота о потомстве требует высокого уровня развития интеллекта. Вынашивание детеныша с крупным мозгом требует энергозатрат со стороны матери. К моменту рождения в основном заканчивается созревание нервных механизмов, иначе не может идти процесс обучения. При повышенных энергозатратах матери уменьшается число детенышей. Лавджой считает, что только прямоходящие приматы избежали ловушки K-стратегии и могут иметь несколько детенышей подряд, находясь на земле и не боясь, что они свалятся с ветки, и смогут обеспечить их кормом на ограниченном

пространстве. Кроме того, у наземных животных усиливается социальная кооперация. Самка при двуногом хождении может одновременно нести пищу и детеныша. Несмотря на своеобразие гипотезы Лавджоя, в ней есть рациональное зерно. На земле легче ухаживать за несколькими детенышами, чем на деревьях.

К сожалению, ни одна из названных гипотез возникновения бипедии в полной мере не объясняет этот феномен в биологической истории приматов.

## ПЕРВЫЕ ПРЯМОХОДЯЩИЕ ГОМИНИДЫ

**Рамапитеки** (*Ramapithecus*) — род вымерших человекообразных обезьян. Известны 2 вида по фрагментам нижних челюстей и зубам, впервые обнаруженным в 1934 г. в слоях земли, относящихся к верхнему миоцену (*R. brevirostris*) в Индии, холмы Сивалик. Останки рамапитеков обнаружены также в Восточной Африке.

Эта крупная, в среднем, около 14–15 кг массой, обезьяна по строению зубов оказалась как бы промежуточной

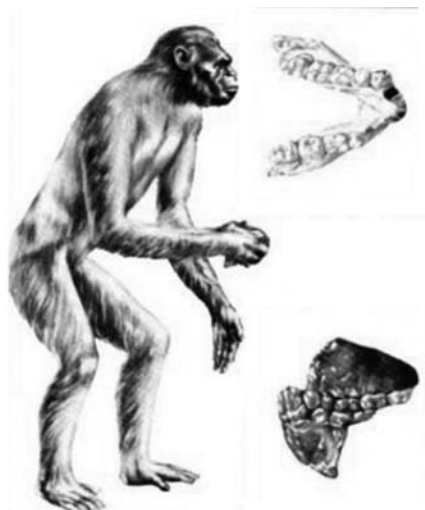


Рис. 55

Реконструкция рамапитека по найденным фрагментам костей (на рисунке справа) (<http://rpp.nashaucheba.ru/docs/index-26050.htmlx>)

стадий между человекообразными обезьянами и человеком (рис. 55). Было установлено, что рамапитеки жили около 8–14 млн лет назад. В это время на Земле климат изменялся и на месте тропических лесов стали возникать саванны. Именно в это время рамапитеки «вышли из леса» и стали приспосабливаться к жизни на открытых пространствах. Возможно, причиной такой экологической перестройки послужил поиск пищи, которой стало меньше в джунглях. На открытом пространстве потребовалась физическая перестройка организма обезьяны: преимущество получили те особи, которые могли дольше продержаться на двух ногах — в выпрямленном состоянии. В высокой траве такое положение тела, несомненно, более выгодно для высматривания пищи и врагов. И какие-то рамапитеки встали на задние ноги.

Рамапитеки представляли собой довольно большую группу видов, успешно расселившихся в саваннах Старого Света, проникшие, в том числе, и в Африку. 10–8 млн лет назад некоторые из них должны были сделать следующий эволюционный шаг, начав регулярно использовать орудия труда, что и послужило причиной возникновения нового ряда форм человекообразных существ — австралопитеков, что в переводе означает «южная обезьяна».

**Австралопитеки** (*Australopithecus*) — род сравнительно крупных обезьян, имевших массу тела 20–65 кг, а рост — 100–150 см. Они ходили на довольно коротких ногах при совершенно выпрямленном положении тела. В этом они очень напоминали людей. Изменились и пропорции их туловища и конечности, в связи с прямохождением, мощное развитие получили мышцы ягодиц. Сходство с человеком у австралопитековых отмечается и в строении зубов и всей зубной системы: клыки, в отличие от клыков шимпанзе и других человекообразных обезьян, небольшие, зубы расположены в виде широкой, как у человека, дуги. Масса их мозга была близка к 450–550 г, т. е. примерно равная массе мозга современных горилл, орангутанов и шимпанзе. Средняя масса мозга горилл 460 г, но при этом следует учесть, что размеры тела и масса горилл значительно больше.

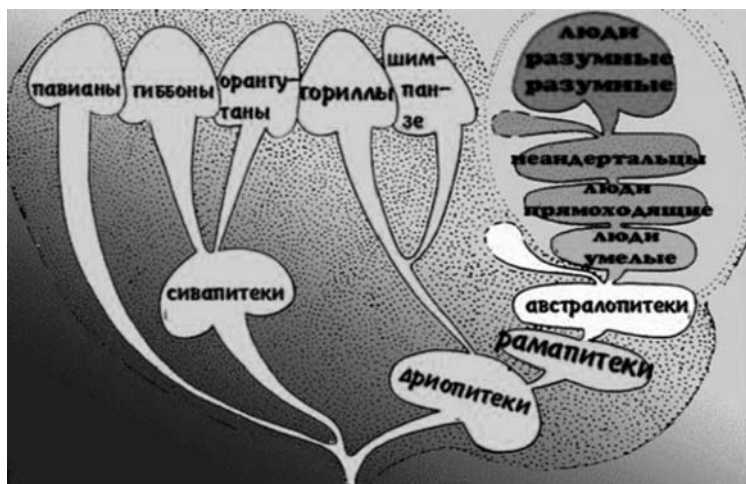


Рис. 56

Эволюционное древо человека и человекообразных обезьян (<http://rpp.nashaucheba.ru/docs/index-26050.html>)

Австралопитеки относятся учеными к обезьянам, поскольку обладали многими особенностями, присущими человекообразным обезьянам. Но они несли в себе ряд прогрессивных черт строения, способствовавших их дальнейшей эволюции по пути к человеку (рис. 56).

Австралопитеки — типичные обитатели открытых пространств. Слабое развитие клыков помогало перетирать грубую растительную пищу. Небольшие клыки, возможно, явились следствием того, что функции нападения и защиты перешли от зубов к свободным рукам. Рядом с останками австралопитековых найдены кости мелких павианов со следами сильных раскалывающих ударов. Такие повреждения костей могли быть получены при ударе крупным камнем, рогом или мощными костями копытных животных. В качестве ударного орудия использовались и дубинки (обработанные ветви деревьев). Среди австралопитеков была распространена и охота на себе подобных. Австралопитеки, как и люди, были в основном правшами. И они были всеядны. Среди каких-то видов этих существ

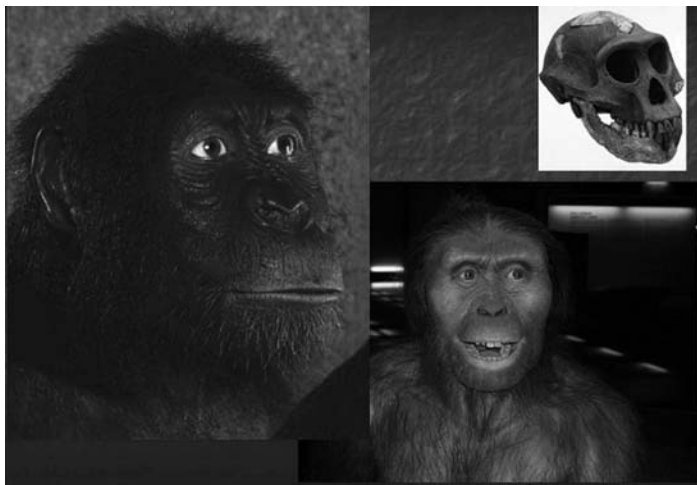


Рис. 57

Реконструкция облика австралопитеков (<http://rpp.nashaucheba.ru/docs/index-26050.html>)

начиналось освоение огня, во всяком случае, следы длительно существовавшего костра были найдены вместе с останками прометеева австралопитека. Судя по ископаемым находкам, они жили, видимо, от 8 млн до 750 тыс. лет назад.

Существовало несколько различных видов австралопитеков, различающихся по размерам и телосложению. Наиболее вероятным кандидатом в предки ствола рода *Ното*, по-видимому, является менее специализированный афарский австралопитек, останки которого найдены в Эфиопии, в слоях почвы возраста около 3,5 млн лет. Некоторые виды австралопитеков существовали уже вместе с ранними формами человека и могли быть его жертвами, а некоторые жили еще позже, например мегантропы Восточной Азии, жившие, по-видимому, даже 300–400 лет назад.

В целом австралопитеки по многим чертам строения и образа жизни были ближе к человеку, чем современные человекообразные обезьяны. Они использовали примитивные орудия, у них были свободными руки (рис. 57).

## ПЕРВЫЕ ПРЕДСТАВИТЕЛИ РОДА *НОМО* И АРХАНТРОПЫ: ЧЕРТЫ МОРФОАНАТОМИЧЕСКОЙ И КУЛЬТУРНОЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ

В 1959 г. в Олдовайском ущелье вместе с останками одного из австралопитеков были найдены кости посткраниального скелета, а в 1960 г. на том же месте — череп существа, более близкого человеку, чем австралопитек. Несколько десятков фрагментов сходной формы были найдены здесь же и в других местах Африки. Это существо называли *Homo habilis* — человек умелый. Возраст этих находок определен в 2 млн лет.

**Человек умелый (*Homo habilis*)** (рис. 58). Масса головного мозга у человека умелого была около 650 г (до 775 г), что заметно больше, чем у австралопитековых. В отличие от человекообразных обезьян, у него, как и у человека, первый палец стопы не был отведен в сторону. Это показывает, что морфологические перестройки, связанные с прямохождением, здесь полностью завершились. Концевые фаланги



Рис. 58

Реконструкция облика человека умелого  
(<http://rpp.nashaucheiba.ru/docs/index-26050.html>)



кисти такие же короткие и плоские, как у человеческого существа. Вместе с *H. habilis* были найдены грубые галечные орудия. Некоторые «рубила» — кварцитовые гальки, подправленные ретушью, сделаны из материала, принесенного из районов, удаленных на 70–80 км. Значение таких находок огромно, так как трудовая деятельность является границей, отделяющей человека от остальной природы. Находка *H. habilis* — творца галечной культуры — находка первого вида человека на Земле, или одного из первых. Столь же примитивные орудия найдены недавно в Горном Алтае и в Якутии, их возраст — до 1 млн 400 тыс. лет. Человек умелый был широко распространен не только в Африке, но и в Азии.

**Архантропы.** Итак, в одной из ветвей генеалогического древа австралопитеков возникла и развилась способность к производству орудий труда, что было тесно связано с дальнейшим развитием прямохождения и головного мозга (рис. 59). Тогда же, вероятно, произошло широкое освоение огня. Около 2 млн лет назад началось быстрое



Рис. 59

Реконструкция облика человека прямоходящего  
(<http://rpp.nashaucheiba.ru/docs/index-26050.html>)

расселение *H. habilis* в Африке, а 1 млн лет назад они расселились в Средиземноморье и Азии. Расселяясь и попадая в новые условия существования, они образовывали отдельные изолированные формы. Эти формы жили в период от 2 млн до 140 тыс. лет назад и были названы архантропами, или человеком прямостоячим — *Homo erectus*. Отдельные их географические популяции или подвиды носили названия питекантроп, синантроп, атлантроп, гейдельбергский человек и др. Они значительно отличались друг от друга.

Питекантропы открыты на о. Ява Э. Дюбуа в 1893 г. Название их, состоящее из слов «*pithecus*» — обезьяна и «*anthropos*» — человек, было предложено ранее Эрнестом Геккелем для гипотетического существа — «промежуточного звена». Внешне обезьянолюди были больше похожи на современного человека, хотя по-прежнему имели мощно развитые надбровные валики (дуги), отличались низким, покатым лбом, плоским небольшим носом и у них отсутствовал настоящий подбородочный выступ (см. рис. 59). Масса их головного мозга (около 800–1000 г) значительно превосходила таковую у *H. habilis* и достигала низших пределов нормально развитого мозга современного человека (средняя масса мозга *H. sapiens* около 1300 г). Помимо питекантропа (с острова Ява) и синантропа (найденного в Китае), известны, например, телантроп из Южной Африки, олдowайский питекантроп из Центральной Африки, атлантроп из Алжира, гейдельбергский человек из средней Европы.

Рост древнейших людей, несомненно, был неодинаков, но считается, что их средний рост был примерно 160 см у мужчин и около 150 см у женщин. Встречались и более крупные формы.

## РАЗВИТИЕ ОРУДИЙНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И КУЛЬТУРЫ

Архантропы отличались хорошо развитой орудийной деятельностью, с помощью ручных рубил, обтесанных с двух сторон, скребел, остроконечников могли свободно разделывать трупы убитых или найденных животных,

возможно, сами охотились на слонов, буйволов, носорогов, оленей, грызунов и крупных птиц, а также на себе подобных. Убивали камнями, дубинками, длинными костями. Значительную роль в пище играли ягоды, плоды и корни. Древние люди жили в основном в пещерах, но уже были способны строить примитивные укрытия из крупных камней. На местах постоянных стоянок использовался огонь (рис. 60).

Вопрос о добыче огня до сих пор не ясен, вероятно, когда-то он был зажжен молнией и затем поддерживался. Суровая жизнь архантропов во многом еще походила на звериную; была высокая детская и юношеская смертность, а продолжительность жизни этих существ обычно не превышала 25–30 лет.

Именно архантропы, судя по размерам мозга, должны были стать обладателями настоящей речи (для этого необходима масса мозга, близкая к 750–800 г, именно при

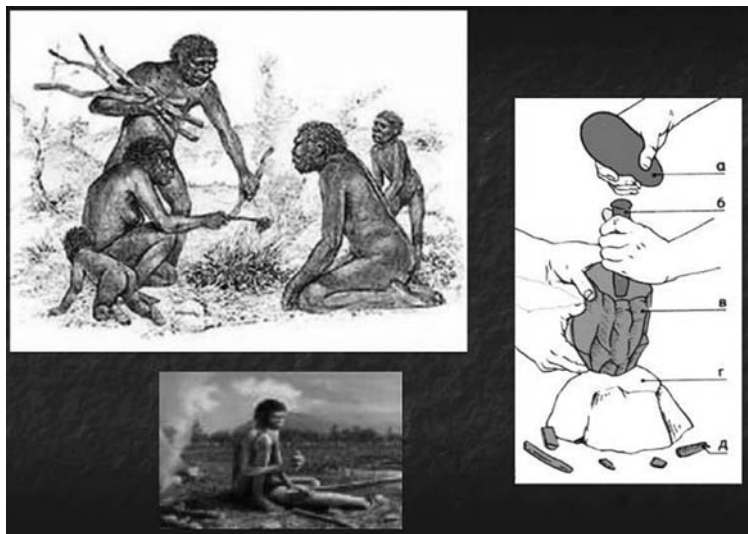


Рис. 60

*Использование огня и изготовление орудий архантропами (<http://rpp.nashaucheba.ru/docs/index-26050.html>)*



Рис. 61

*Реконструкция архантропа в Стокгольмском музее истории природы (фото В. Остапенко)*

такой его массе овладевает речью ребенок современного человека). Речь архантропов, несомненно, была очень примитивной, но это была уже речь (!), а не отдельные сигналы животных (см. рис. 61).

Исследования по моделированию речевого аппарата показали, что архантропы, жившие в пещерах Южной Франции около 450 тыс. лет назад, были в состоянии издавать такие звуки, как «аах», «чен» или «реу», и владели всеми гласными. Возникновение речи, основанное на трудовой и социальной деятельности, должно было дать

мощный толчок в выделении человека из мира органической природы.

Эволюция архантропов направлялась все еще биологическими факторами — жесткий естественный отбор, связанный с внутривидовой и межвидовой борьбой за существование. Не надо забывать, что в те времена на Земле одновременно существовало несколько видов людей и вышедших человекообразных обезьян, составлявших друг другу конкуренцию.

## ПАЛЕОАНТРОПЫ И ИХ РОЛЬ В ПРОЦЕССЕ АНТРОПОГЕНЕЗА

После периода максимального расцвета — 600–400 тыс. лет назад — архантропы быстро исчезли, дав начало новой более прогрессивной группе людей — палеоантропам, или неандертальцам.



Рис. 62

Реконструкция облика и образа жизни неандертальцев  
(<http://rpp.nashaucheba.ru/docs/index-26050.html>)

**Неандертальцы** (палеоантропы). Более чем в 400 местах Европы, Азии и Африки были найдены останки существ, живших от 400 до 30 тыс. лет назад. Они были промежуточным звеном между архантропами и человеком современного типа *Homo sapiens sapiens* как по строению тела, так и по развитию культуры. По месту первой находки (открыты они К. Фюльроттом в 1856 г. в долине р. Неандер в Южной Германии, близ Дюссельдорфа) они были названы неандертальцами — *Homo sapiens neandertalensis*. Эти люди имели низкий скошенный лоб, сплошной и хорошо развитый надглазничный валик, большое лицо с широко расставленными глазами, слабое развитие подбородочного выступа, крупные зубы, короткую массивную шею и небольшой рост — 155–165 см. Пропорции тела у них были близки к таковым человека (рис. 62). Масса мозга была около 1400–1500 г, причем более сильное развитие получили отделы, связанные с логическим мышлением.



Рис. 63

*Неандертальцы у семейного костра. Северные племена одевались в шкуры убитых зверей (<http://www.facepnews.ua/news/2012/79186/>)*

В то время применение огня для приготовления пищи имело широкое распространение, о чем свидетельствуют находки на местах стоянок обгорелых костей, причем не только животных, но и самих неандертальцев, что говорит о распространенном каннибализме. Объектами охоты обычно были крупные млекопитающие. Орудия же неандертальцев были намного совершеннее, чем примитивные обработанные гальки архантропов. Именно среди неандертальцев появились первые зачатки такого понятия, как общество. Они выжили в борьбе за существование в условиях периодических похолоданий климата (шла смена нескольких ледниковых и межледниковых периодов) благодаря объединению сил отдельных особей (рис. 63).

**Человек Идалту** (*Homo sapiens idaltu*) (рис. 64) — один из древнейших представителей людей современного типа, найденный на территории Эфиопии. «Идалту» на афарском языке означает «старший, старейший». Приблизительный возраст находки — 160 тыс. лет. Открытие было сделано в 1997 г. группой палеонтологов из Калифорнийского



Рис. 64

Человек Идалту (череп слева) мало чем отличался от человека современного типа (<http://club443.ru/arc/index.php?s=0&act=Print&client=printer&f=135&t=159179&st=0>)

университета под руководством Тима Уайта и опубликовано в 2003 г. Предполагается, что этот подвид, обладавший рядом архаичных краниологических признаков, мог быть непосредственным предком современного подвида человека *Homo sapiens sapiens*.

Уже в наше время, в XXI в., археологами найдены останки еще одного вида людей, близких к современным. Это *денисовский человек*, известный по крайне фрагментарному материалу, обнаруженному в Денисовой пещере на Алтае. Это второй вид вымерших представителей гоми닌, для которого стал известен полный митохондриальный и почти полный ядерный геномы, которые и позволили пролить свет на принадлежность этих останков. Вид (подвид) жил около 40 тыс. лет назад и ранее и имел ареал, пересекающийся по времени и месту с территориями, населявшимися неандертальцами и современными людьми, однако их появление вызвано миграциями из Африки, отличными от переселений архантропов, неандертальцев и современных людей.

В общей сложности было найдено 5 фрагментов: кость последней фаланги пальца руки ребенка (по результатам секвенирования оказалось, что это девочка), три коренных зуба, принадлежавших молодой особи мужского пола (их размеры крайне велики по сравнению с другими *Ното*), и, возможно, фаланга пальца ноги, анализ генетического материала из которого продолжается в настоящее время.

Команда ученых из Лейпцигского института эволюционной морфологии Макса Планка под руководством шведского биолога Сванте Пеэбо секвенировала ДНК, извлеченную из фрагмента кости фаланги детского пальца, найденного в 2008 г. российскими археологами под руководством А. П. Деревянко.

Выяснилось, что митохондриальная ДНК этого образца отличается от мтДНК современного человека по 385 нуклеотидам, в то время как мтДНК неандертальцев отличается от мтДНК современного человека на 202 нуклеотида. Статья, посвященная этому открытию, была опубликована в журнале «Nature» 24 марта 2010 г. Позднее, когда были обработаны последовательности, относящиеся к ядерному геному, оказалось, что денисовский человек все же ближе к неандертальцу, и их эволюционное расхождение произошло около 640 тыс. лет назад. На основе анализа ДНК исследователи полагают, что остаткам кости 75–82 тыс. лет. Возраст находок, обнаруженных в пещере в тех же самых слоях, был определен при помощи радиоуглеродного анализа в 40 тыс. лет.

Найдены следы гибридизации денисовского человека с *Ното sapiens sapiens*. В геноме меланезийцев, например, обнаружено около 5% общих генов с прочитанным ядерным геномом денисовского человека. В то же время общих генов у современного человека и неандертальца от 1 до 4% в различных популяциях (за исключением коренных жителей Африки, у которых «неандертальские гены» отсутствуют) (рис. 65).

В 2013 г. антропологи объявили о том, что в древности денисовцы самостоятельно пересекли линию Уоллеса — водораздел между азиатской и австралийской фауной.





Рис. 65

*Учеными доказана возможность гибридизации разных видов людей в период палеолита ([http://www.topnews.ru/news\\_id\\_35720.html](http://www.topnews.ru/news_id_35720.html))*

К такому выводу они пришли, проанализировав данные по наличию в геноме населения Юго-Восточной Азии и Австралии следов генома денисовского человека.

#### НЕОАНТРОП — ЧЕЛОВЕК СОВРЕМЕННОГО ТИПА: МЕСТО ПРОИСХОЖДЕНИЯ, ВОЗМОЖНЫЕ ПРЕДКИ

Около 150–180 тыс. лет назад в Африке из примитивной малоспециализированной ветви, идущей от генеалогического древа неандертальцев, выделилась прогрессивная веточка, приведшая к возникновению человека разумного современного типа — *кроманьонца* (см. рис. 66). Название вида заимствовано от места, где произошли первые находки первобытных людей современного типа, — грота Кро-Маньон в Альпах. Кроманьонцы начали быстро распространяться по Африканскому континенту и около 70 тыс. лет назад проникли в Южную Азию, а оттуда

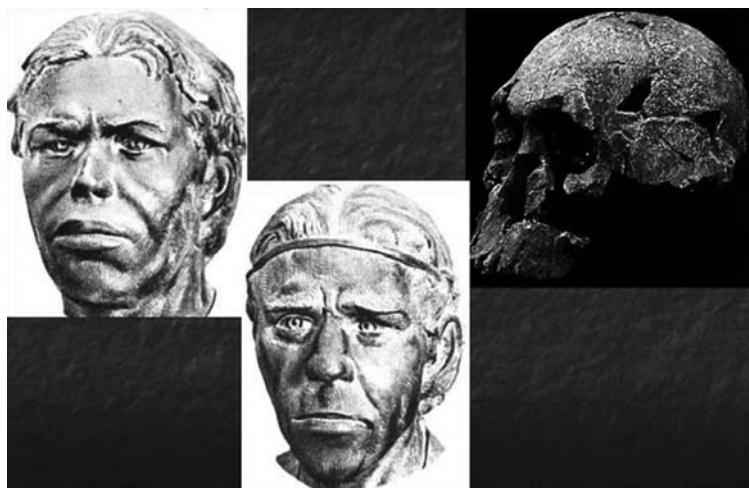
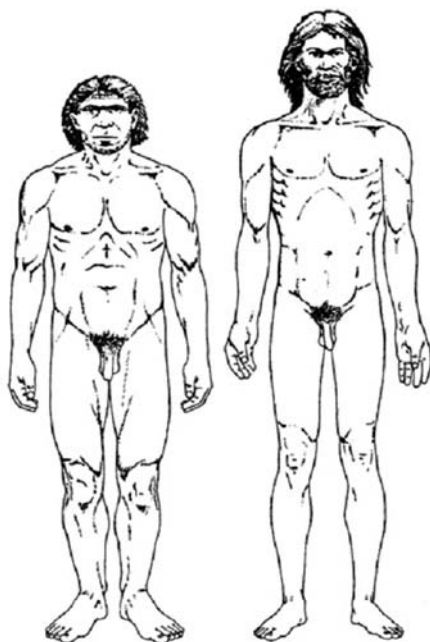


Рис. 66

Реконструкция первых кроманьонцев  
(<http://rpp.nashaucheba.ru/docs/index-26050.html>)

распространились по всему Евразийскому матерiku и 13–15 тыс. лет назад отдельные их племена переселились в Северную и Южную Америку и в это же время или несколько ранее — в Австралию. Высокая степень социальности кроманьонцев привела к широкому распространению вида (подвида) человека разумного — *Homo sapiens sapiens*, к которому принадлежим мы.

Кроманьонцы местами вытеснили, местами ассимилировались с неандертальцами в Евразии. Последние генетические исследования показывают наличие у современных людей европейского и монголоидного типов от 1 до 4% генов неандертальского происхождения. Так или иначе, но «чистокровные» неандертальцы полностью исчезли с лица Земли 25–30 тыс. лет назад. Кроманьонцы сосуществовали одновременно с неандертальцами большой период истории — несколько десятков тысяч лет. Однако, как это обычно случается в природе, более прогрессивная форма победила в эволюционной конкурентной борьбе между родственными видами, занимавшими сходные экологические



**Рис. 67**

*Сравнение внешнего  
вида неандертальца  
(слева) и кроманьонца  
(<http://kraevedenie.net/forum/viewtopic.php?f=23&t=929>)*

ниши. Люди современного типа распространились по всей ойкумене (экумена (греч. *oikumenē*, от *oikeo* — обитаю, населяю), термин, употребляемый для обозначения населенной человеком части земли. Впервые описание ойкумены встречается у Гекатея Милетского.), проникли на Американский и Австралийский континенты (рис. 67).

В процессе адаптации к местным условиям среды и генетической изоляции между популяциями они разделились на географические расы. Современные расы начали формироваться еще 30 тыс. лет назад.

После *неолитической революции*, произошедшей в первой половине голоцена — 8–5 тыс. лет до н. э., когда большая часть человечества перешла от охоты к скотоводству, а от собирательства к земледелию, деятельность человека стала одним из определяющих биосферных факторов, приводящих к значительным изменениям в облике Земли. В исторической науке неолит, или новокаменный век,



Рис. 68

*Кроманьонцы в период неолита занимались охотой на крупных животных, способствуя вымиранию многих из них (<http://www.kalitva.ru/164626-kromanoncy-potomki-prishelcev.html>)*

противопоставляется палеолиту, древнекаменному веку, начавшемуся 2 млн лет назад.

Существуют две основные теории, касающиеся происхождения человека современного типа.

1. Теория *полицентризма* — человек возник в нескольких местах планеты от разных предковых форм древних или древнейших людей.

2. Теория *моноцентризма* — существовало единое место возникновения человека от одного общего предкового ствола.

В настоящее время все большее признание получает гипотеза *широкого моноцентризма*. Современный человек возник на Африканском континенте, а евразийские популяции сформировались где-то в Восточном Средиземноморье и в Передней Азии, а также на юго-востоке Европы. Именно здесь находят костные останки промежуточных (гибридных) форм между неандертальцами и кроманьонцами. Произошли значительные морфологические

изменения во внешнем виде и строении мозга людей. После этого началось широкое и активное расселение возникших неоантропов по планете. Расселяясь, люди современного типа могли вытеснять и смешиваться с неандертальцами, жившими сравнительно оседло. Это привело к общему подъему культуры.

Древние охотники способствовали вымиранию многих видов крупных животных мамонтовой фауны — гигантских оленей (рис. 68), мамонтов, шерстистых носорогов и других животных, населявших высокие широты.

## ГЛАВА 3. ОСНОВЫ РАСОВЕДЕНИЯ И РАСОГЕНЕЗ

---

### РАСОГЕНЕЗ СОВРЕМЕННОГО ЧЕЛОВЕКА: ВОПРОСЫ ПРОИСХОЖДЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ РАС

**Расы человека** — это биологические группы людей, аналогичные, но не гомологичные подвижным группам, принятым в зоологической систематике. Современные расы начали формироваться около 30 тыс. лет назад. Каждая из них характеризуется единством происхождения, возникла и формировалась на определенной исходной территории, или ареале. Расы характеризуются той или иной совокупностью телесных особенностей, относящихся преимущественно к внешнему облику человека, к его морфологии и анатомии.

Главнейшие *расовые признаки*: форма волос на голове; характер и степень развития волосяного покрова на лице (борода, усы) и на теле; цвет волос, кожи и радужной оболочки глаз; форма верхнего века, носа и губ; форма головы и лица; длина тела, или рост. Расы человека являются предметом специального исследования в антропологии.

Люди современного типа возникли на Африканском континенте. Наиболее древними в настоящее время считаются племена бушменов и готтентотов Южной Африки, носящие в себе черты всех современных рас. До сих пор и с древних времен бушмены занимают экологическую нишу обитателей полупустынных саванн, где и сформировался

человек современного типа. Их адаптации к окружающей природе очень велики.

Расы появились в результате расселения и *географической изоляции* предков современных людей в разных природно-климатических условиях. Небольшие группы людей, изолированные от других таких же групп, имели в своем геноме и накапливали генетические мутации, которые не встречались нигде более. Но только изоляцией нельзя объяснить происхождение рас. Они возникли в далеком прошлом также под непосредственным влиянием среды и естественного отбора и носили адаптивный характер. Так, темная кожа негроидов предохраняет организм от ярких солнечных лучей; в курчавых волосах создаются воздушные прослойки, защищающие от жары.

Широкий нос и толстые вздутые губы с большой поверхностью слизистых оболочек способствуют быстрому испарению влаги с высокой теплоотдачей. Светлая кожа европеоидов пропускает ультрафиолетовые лучи и этим способствует синтезу витамина D, предохраняя человека от рахита. Узкий выступающий нос обеспечивает согревание вдыхаемого воздуха. Некоторые признаки монголоидов являются результатом адаптации к суровому, часто с пылевыми бурями климату Центральной Азии. Расовые признаки наследственны.

## СОВРЕМЕННЫЕ РАСЫ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

По мнению многих антропологов, современное человечество состоит из трех больших рас, которые подразделяются в свою очередь на малые расы. Эти последние опять-таки состоят из групп антропологических типов; последние же и представляют собой основные единицы расовой систематики. В составе любой расы человека можно найти более типичных и менее типичных ее представителей (см. рис. 69, 70). Точно так же и расы встречаются более характерные, более резко выраженные и сравнительно мало отличающиеся от прочих рас людей. Некоторые расы



Рис. 69

*Представители больших рас людей  
(<http://3gp-films.ucoz.es/blog/>)*

носят промежуточный характер, чаще как результат их смешивания на границе ареалов.

Большая **негроидно-австралоидная** (черная) раса в целом характеризуется определенным сочетанием признаков, встречающихся в наиболее ярком выражении у суданских негров и отличающих ее от европеоидной либо монголоидной больших рас.

К числу расовых признаков негроидов относятся следующие: черные, спирально завитые или волнистые волосы; шоколадно-коричневая или даже почти черная (иногда желтовато-коричневая) кожа; карие глаза; довольно плоский, мало выступающий нос с низким переносьем и широкими крыльями (у некоторых же прямой, более узкий);





Рис. 70  
 Лица людей,  
 принадлежащих к большим и малым расам  
 (<http://tehnoklass.ru/page-rasi-lyudej-foto>)

у большинства толстые губы; у очень многих длинная голова; умеренно развитый подбородок; выступающий вперед зубной отдел верхней и нижней челюстей (челюстной прогнатизм). На основании географического распространения негроидно-австралоидную расу называют также *экваториальной*, или *африканско-австралийской*. Она естественно распадается на две малые расы:

1) западную, или африканскую, иначе негроидную;

2) восточную, или океанийскую, иначе австралоидную.

Представители первой населяют Африканский континент южнее Сахары. Вторую малую расу составляют народы, населяющие юг Индостана, некоторые острова Индо-Австралийского архипелага (Новую Гвинею и др.) и Австралию (аборигены Австралии).

Для представителей большой *европейско-азиатской*, или **европеоидной**, расы (белой) в целом характерно другое сочетание признаков: розоватость кожи благодаря просветлению кровеносных сосудов; у одних более светлая окраска кожи, у других более смуглая; у многих светлая окраска волос и глаз; волнистые или прямые волосы, среднее или сильное развитие волос на теле и на лице; губы средней толщины; нос довольно узкий и сильно выступающий из плоскости лица; высокое переносье; слабо развитая складка верхнего века; мало выступающие вперед челюсти и верхний отдел лица, средне или сильно выступающий подбородок; как правило, небольшая ширина лица. Внутри большой европеоидной расы (белой) различают по окраске волос и глаз три малые расы:

1) более выраженную *северную* (светлоокрашенную);

2) *южную* (темноокрашенную);

3) менее выраженную *среднеевропейскую* (с промежуточной окраской).

Значительная часть русских относится к так называемой беломорско-балтийской группе типов северной малой расы. Для них характерны светло-русые или белокурые волосы, голубые или серые глаза, очень светлая кожа. Вместе с тем нос у них нередко с вогнутой спинкой, а переносье

не очень высокое и иной формы, чем у северо-западных европеоидных типов, именно у атлантико-балтийской группы, представители которой встречаются главным образом в населении стран Северной Европы. С последней группой беломорско-балтийская имеет много общих черт: обе они и составляют северную европеоидную малую расу. Более темноокрашенные группы южных европеоидов образуют основную массу населения Испании, Франции, Италии, Швейцарии, Южной Германии и стран Балканского полуострова.

**Монголоидная**, или *азиатско-американская*, большая (желтая) раса в целом отличается от негроидно-австралоидной и европеоидной больших рас свойственной ей совокупностью расовых признаков. Так, у ее наиболее типичных представителей кожа смуглая, желтоватых оттенков; глаза темно-карие; волосы черные, прямые, тугие; на лице борода и усы, как правило, не развиваются либо развиты слабо; на теле волосистой покров тоже очень слабо развит; для типичных монголоидов характерна сильно развитая и своеобразно расположенная складка верхнего века, которая прикрывает внутренний угол глаза, обуславливая тем самым несколько косое положение глазной щели (складка эта носит название эпикантуса). Лицо у них довольно плоское; скулы широкие; подбородок и челюсти мало выдаются вперед; нос прямой, но переносье низкое; губы развиты средне; рост у большинства средний и ниже среднего.

Такая совокупность признаков встречается чаще, например у северных китайцев, которые представляют собой типичных монголоидов, но более высокорослы. В других монголоидных группах можно встретить менее или более толстые губы, менее тугие волосы, иногда волнистые, рост ниже среднего.

Особое место занимают американские индейцы, ибо некоторые признаки как бы сближают их с большой европеоидной расой. Это следствие того, что на Американский суперконтинент проникали *палеоазиаты* — примитивные монголоиды, жившие 10–30 тыс. лет назад на территориях

Центральной Азии, с еще не четко выраженными признаками монголоидной расы. В то же время северные племена индейцев выглядят как типичные монголоиды, поскольку появились на Американском континенте позже.

Между представителями разных рас имеются и физиологические различия по таким параметрам, как интенсивность потоотделения, уровень холестерина в крови, степени устойчивости к ряду заболеваний и др. Однако расы не различаются по числу хромосом (у каждого человека их 46), уровню развития мозга, соотношению лицевого и мозгового отделов, строению конечностей. Поэтому о подвидовом статусе их не может идти речи. Идея полицентризма в происхождении разных народов принадлежит националистам и рабовладельцам эпохи завоевания европейцами новых земель — Американского континента, Австралии, Африки и многих островов в океане. Этим они оправдывали существование «высших» и «низших» рас.

Есть в человечестве и группы типов **смешанного происхождения**. К так называемой лапландско-уральской относятся лопари, или саамы, с их желтоватой кожей, но мягкими темными волосами. По своим морфологическим особенностям эти обитатели крайнего севера Европы связывают между собой европеоидную и монголоидную расы. Эти расы связываются между собой и «пограничными» народами, например камбоджийцами, непальцами, марийцами, мордвой, татарами и др.

Есть и такие группы, которые одновременно обладают большим сходством с двумя другими, более резко отличающимися между собой расами, причем сходство объясняется, вероятно, не столько смешением, сколько древними родственными связями. Такова, например, эфиопская группа типов, связывающая негроидную и европеоидную расы: она имеет характер *переходной расы*. Это, по-видимому, очень древняя группа. Совмещение в ней признаков двух больших рас наглядно свидетельствует об очень отдаленных временах, когда эти две расы еще представляли собой нечто единое. К эфиопской расе относятся многие жители Эфиопии, или Абиссинии. У них черный

цвет кожи, например, сочетается с совершенно «европейскими» носом и губами.

Интересна история венгров, а именно период от их обособления от других угорских народов в 1000–500 гг. до н. э., до переселения их на территорию современной Венгрии в 896 г. Древние венгры (в генотипах которых присутствуют гены угров и древних хуннов) относились к монголоидной расе, но переселившись из Центральной Азии к Южно-Уральским степям, а затем в центр Европы, окруженные европейскими народами, они буквально за несколько поколений утратили признаки этой расы, став настоящими европеоидами. Это произошло в результате смешанных браков с представителями соседних (аборигенных) народов.

В общей сложности человечество распадается примерно на двадцать пять — тридцать групп типов. В то же время оно представляет собой единство, поскольку среди рас существуют промежуточные (переходные), или смешанные, группы антропологических типов. Для большинства человеческих рас и групп типов характерно то, что каждая из них занимает некоторую определенную общую территорию, на которой эта часть человечества исторически возникла и развивалась. Но в силу исторически сложившихся условий не раз бывало, что та или иная часть представителей данной расы переселялась в соседние или даже весьма отдаленные страны.

В отдельных случаях некоторые расы совсем утратили связь со своей первоначальной территорией, либо значительная часть их подверглась физическому истреблению. Также установлено, что расовые признаки изменяются в течение индивидуальной жизни и в ходе эволюции. Представители каждой человеческой расы вследствие общности происхождения обладают несколько более близким родством между собой, чем с представителями других человеческих рас. Исключением является негроидная раса, населяющая Африку. Здесь генетические различия между отдельными племенами довольно большие. Это подтверждает тезис о том, что Африка — центр происхождения человека современного типа.

Последние исследования генетиков показывают, что европеоидная и монголоидная расы ближе друг к другу, чем разные представители внутри негроидной африканской расы. Это говорит о древности аборигенных народов Африки и о том, что этот континент явился центром происхождения и последующего расселения людей современного типа.

Биологическую эволюцию человека, скорее всего, можно считать законченной, так как приспособление к окружающей среде теперь происходит в основном за счет развивающихся технологий, а не изменений морфологии человека. Также, благодаря технологиям, популяции современных людей не изолированы друг от друга, как раньше. В век аэровоздушных сообщений и появления возможности гражданам посетить ту или иную страну часть людей покидает малую родину и едет жить и работать в другие места. Регистрируется все больше смешанных браков. Приостановилась дивергенция рас, и они уже не смогут стать самостоятельными видами. В будущем человечество станет более монолитным, и расовые проблемы постепенно должны исчезнуть.

## ГЛАВА 4. ЯЗЫКИ И ЭТНОСЫ

---

### ЯЗЫКОВЫЕ ГРУППЫ ЛЮДЕЙ, ИХ РАСПРОСТРАНЕНИЕ

**Языки мира**, сочетание, обозначающее, прежде всего, так называемые естественные идиоэтнические языки, т. е. родные языки народов, или, точнее, этносов, населяющих или когда-либо населявших земной шар. Такие языки усваиваются естественным путем — в процессе речевого развития индивида, и обслуживают сферу естественного повседневного общения, а также, возможно, и другие сферы. Примеры идиоэтнических языков — русский, английский, арабский, китайский, татарский и др.; креольские языки наподобие языка ток-писин на Папуа-Новой Гвинее; разнообразные жестовые языки слабослышащих. От таких языков необходимо отличать ряд языков, обслуживающих сферы, находящиеся вне границ повседневного общения, которые ни для кого не являются родными и усваиваются обычно в зрелом возрасте, часто путем формального обучения. Тем не менее такие «не вполне естественные» языки (одни когда-то были естественными идиоэтническими языками, например коптский, используемый ныне только в богослужении; другие заведомо никогда не имели такого статуса, например эсперанто; относительно третьих вопрос об их естественности остается неясным — таковы, скажем, санскрит или старославянский) обычно также подводятся под категорию «языков мира». Исключаются же из этой категории языки жестов, которыми пользуются по тем или иным причинам и нормально слышащие люди; искусственные языки типа языка математи-

ческой логики, программирования или представления знаний; вымышленные языки, в том числе профессиональные и арготизмы. Все языки земного шара приблизительно равны по структурной сложности. Не существует «примитивных» языков, так как каждый язык идеально приспособлен для выражения культуры говорящего на нем народа. По минимальным оценкам, число имеющихся в мире идиоэтнических языков составляет 2,5–3 тыс., максимальная оценка дает в несколько раз большее число языков.

Первой языковой семьей, установленной посредством сравнительно-исторического метода, была так называемая **индоевропейская**. После открытия санскрита многие европейские ученые занялись изучением подробностей родства различных внешне сходных друг с другом языков Европы и Азии методом, который был предложен У. Джоунзом. Немецкие специалисты назвали эту большую группировку языков «индогерманской» и нередко продолжают называть ее так и по сей день. Отдельные языковые группы, или ветви, включавшиеся в индоевропейскую семью с самого начала, — это индийская, или индоарийская; иранская; греческая, представленная диалектами одного лишь греческого языка (в истории которого различаются древнегреческий и новогреческий периоды); итальянская, в состав которой входил латинский язык, многочисленные потомки которого образуют современную романскую группу; кельтская; германская; балтийская; славянская; а также изолированные индоевропейские языки — армянский и албанский. В конце XIX — начале XX в. были открыты и дешифрованы надписи на языках хетто-лувийской, или анатолийской, группы, в том числе на хеттском языке, пролившие свет на наиболее ранний этап истории индоевропейских языков. К числу индоевропейских относят также тохарскую группу, включающую два мертвых языка, на которых говорили в Синьцзяне в V–VIII вв. н. э.; иллирийскую группу (два мертвых языка, собственно иллирийский и мессапский); ряд других изолированных мертвых языков, распространенных в I тыс. до н. э. на Балканах, — фригийский, фракийский, венетский и древнемакедонский; пеласгский



язык догреческого населения Древней Греции. По общему числу входящих в нее языков индоевропейская семья уступает многим другим языковым семьям, однако по географической распространенности и числу говорящих не имеет себе равных.

**Семитская, или афразийская, языковая семья** была признана давно. Сходство между еврейским и арабским языками было замечено еще в Средневековье. Сравнительное изучение семитских языков началось в XIX в., а археологические находки XX в. внесли в него много новых сведений. Более детальное изучение африканских членов этой группы привело к отказу от представления о каком-то особом хамитском языковом единстве, противопоставляемом семитскому, в связи с чем и было предложено общепринятое ныне среди специалистов название «афразийские» (или «афроазиатские») языки. Значительная степень расхождения афразийских языков и очень раннее предполагаемое время их расхождения делают эту группировку классическим примером макросемьи. В ее состав входят пять или, по другим классификациям, шесть ветвей; помимо семитской, это египетская ветвь, состоящая из древнеегипетского языка и наследовавшего ему коптского, ныне культового языка коптской православной церкви; кушитская ветвь (наиболее известные языки — сомали и оромо); ранее включавшаяся в состав кушитских языков омотская ветвь (ряд языков на юго-западе Эфиопии, наиболее крупные — воламо и каффа); чадская ветвь (наиболее значительный язык — хауса) и берберо-ливийская ветвь, называемая также берберо-ливийско-гуанчской. По числу входящих в нее языков (более 300) афразийская семья относится к числу крупнейших; количество говорящих на афразийских языках превосходит 250 млн человек.

Макросемья **уральских** языков состоит из двух семей — финно-угорской и самодийской. Финно-угорская семья, к которой принадлежат, в частности, финский и эстонский (прибалтийско-финская ветвь) и венгерский (угорская ветвь, в которую входят также хантыйский и мансийский) языки, была в общих чертах описана в конце XIX в.; тогда

же была осуществлена реконструкция праязыка; в финно-угорскую семью входят также финно-волжская (мордовские и марийские языки) и пермская (удмуртский, коми-пермяцкий и коми-зырянский языки) ветви, а также занимающий особое место саамский язык (или саамские языки; иногда их выделяют в качестве третьей самостоятельной семьи уральских языков). Позднее было установлено родство с финно-угорскими распространенных на севере Евразии самодийских языков. Число уральских языков — более 20, если считать саамский единым языком, и порядка 40, если признавать существование отдельных саамских языков, а также учитывать мертвые языки, известные в основном лишь по названиям. Общая численность народов, говорящих на уральских языках, — около 25 млн человек (из них больше половины — носители венгерского языка и свыше 20% — финского).

**Алтайские** языки обычно считаются макросемьей. В нее входят три основные языковые группировки, традиционно называемые семьями, хотя по стандартным критериям степень близости языков внутри каждой из них характерна для групп или ветвей: это тюркские (около 30 языков, а с мертвыми языками и локальными разновидностями — более 50; крупнейшие — турецкий, азербайджанский, узбекский, казахский, уйгурский, татарский; общее число говорящих на тюркских языках составляет около 120 млн чел.); монгольские (наиболее известные — современный монгольский, или халха, бурятский, калмыцкий; общее число говорящих — около 6,8 млн чел.) и тунгусо-маньчжурские (маньчжурский, эвенкийский, нанайский и ряд других; общее число говорящих — около 180 тыс. человек; все эти языки находятся под угрозой вымирания в результате перехода их носителей на русский или китайский языки). В последнее время почти общепризнана принадлежность к числу алтайских (на правах отдельных ветвей) таких крупных языков, как корейский (свыше 70 млн человек) и японский (около 125 млн человек). С их учетом общее число говорящих на алтайских языках превосходит 320 млн человек.

**Палеоазиатские языки** (изредка называемые гиперборейскими) — несколько языковых семей Сибири, не обнаруживающих прямых генетических связей с другими языковыми семьями этого региона. Количество говорящих на этих языках (в пределах России) — не более 25 тыс. человек. К числу палеоазиатских относят пять языковых семей, которые не обнаруживают прямых генетических связей между собой: чукотско-камчатскую (чукотский, корякский и ряд более мелких языков); юкагиро-чуванскую (из которой сохранился лишь один юкагирский язык); эскимосо-алеутскую (распространена в основном в США, Канаде и Гренландии; в России живет лишь около 1 тыс. эскимосов на Чукотке и около 50 алеутов на Командорских островах); енисейскую, или кетско-асанскую, и нивхскую (представленную одним лишь нивхским, или гиляцким, языком, родственников которому найти не удалось). Иногда к палеоазиатским относят также язык бурушаски и айнский язык (народности, проживавшей раньше на Курильских островах).

**Автохтонные языки Кавказа** — более 40 коренных языков кавказского региона, не родственных никаким языковым семьям за его пределами. Общее число говорящих на этих языках составляет свыше 7 млн человек, из которых около 50% приходится на грузин и более 10% — на чеченцев.

На территории античной ойкумены, центром которой было Средиземное море, а размытые и постепенно расширявшиеся границы включали большую часть Западной и всю Южную Европу, Северную Африку, а также Ближний Восток и Переднюю Азию, за последние несколько тысячелетий оставили свои следы примерно полтора десятка языков, генетическая принадлежность которых остается либо неясной, либо чрезвычайно гипотетической. По мере развития исторического языкознания некоторые из древних языков, считавшиеся ранее изолированными, сближаются с теми или иными языковыми семьями.

К числу древних языков античной ойкумены относят, прежде всего, языки Передней Азии — это шумерский

язык, бывший в ходу в Южной Месопотамии (нынешний Ирак) в течение всего III тыс. до н. э., а затем сохранявшийся в качестве книжного языка, наряду с семитским аккадским языком вплоть до II—I вв. до н. э.

Эламский язык, на котором говорили на территории нынешнего южного Ирана в III—I тыс. до н. э., а возможно, и гораздо позднее. Хурритский язык, распространенный с середины III до середины I тыс. до н. э. на территории Армянского нагорья, в Северной Сирии, Месопотамии и некоторых прилегающих районах. Весьма близкий ему урартский язык государства Урарту, существовавшего на Армянском нагорье в первой половине I тыс. до н. э.

К северу от Элама в III—II тыс. до н. э. был распространен касситский язык, из которого известно около сотни слов. Еще одним языком неясной генетической принадлежности в Европе был исчезнувший к XI—XII вв. н. э. пиктский, на котором говорили племена, жившие в Северной Шотландии и на прилегающих островах. От пиктского языка сохранились надписи VII—X вв. древнеирландским огамическим письмом и даже латинскими буквами.

В Индии имеется семья близких между собой языков, известных под названием **дравидийских**. Входящие в нее несколько десятков языков распространены в основном на крайнем юге Индии, но некоторые дравидийские языки находятся в Центральной Индии, а один язык, брауи, — в Пакистане и на прилегающих территориях Ирана и Афганистана. Общее число говорящих на дравидийских языках в настоящее время превышает 200 млн человек, причем свыше 90% из этого числа приходится на «большую дравидийскую четверку» — языки телугу, тамильский, малаялам и каннада. К числу дравидийских ныне относят также эламский язык (брауи при этом представляется промежуточным звеном между эламским и остальными дравидийскими) и, с несколько меньшей долей уверенности (в связи с худшим состоянием дешифровки сохранившихся памятников), язык «протоиндийских» культур Мохенджо-Даро и Хараппа в долине Инда. Дравидийская семья изучается сравнительным методом с середины прошлого века.

В Индийском океане, на большом расстоянии от восточного берега Индии, находятся Андаманские острова, коренные жители которых говорят на нескольких близкородственных языках и/или диалектах, относящихся, по всей видимости, к **андаманским языкам**. В настоящее время андаманские языки находятся на грани вымирания.

**Австронезийская, или малайско-полинезийская, языковая семья** распространена в основном на островах и архипелагах южных морей от Мадагаскара до Полинезии. Семья является, по-видимому, крупнейшей в мире по числу входящих в нее языков (до 800) и очень значительна по числу говорящих — свыше 300 млн человек, в основном за счет таких крупных языков, как яванский, балийский, малайский и индонезийский (фактически, это разные литературные формы одного языка), тагальский и малагасийский.

К **сино-тибетской, или китайско-тибетской, языковой семье** относится китайский язык, крупнейший в мире по числу говорящих на нем как на родном, который вместе с дунганским образует в ее составе отдельную ветвь. Прочие языки, числом примерно от 200 до 300 или более, объединяются в тибето-бирманскую ветвь, внутреннее устройство которой трактуется различными исследователями по-разному. Общая численность говорящих на языках тибето-бирманской ветви — свыше 60 млн человек, на китайском — более 1 млрд, и за его счет сино-тибетская семья занимает второе место в мире по числу говорящих после индоевропейской.

**Аустроазиатские языки** распространены в Юго-Восточной и Южной Азии, а также на ряде островов Индийского океана. Принадлежность их к одной языковой семье в настоящее время считается достаточно надежно установленной, хотя детали ее внутренней классификации не вполне ясны. Общее число говорящих на аустроазиатских языках приближается к 90 млн человек, более 70% приходится на долю вьетнамцев. В составе аустроазиатских языков выделяются четыре ветви: мон-кхмерская, далее распадающаяся на десять групп, в том числе вьет-мыонгскую,

к которой принадлежит крупнейший в данной семье вьетнамский язык, и кхмерскую, к которой относится еще один крупный язык — кхмерский (оба этих языка являются государственными во Вьетнаме и Камбодже); мунда (в состав этой ветви входит третий по численности аустроазиатский язык сантали, распространенный на востоке Индии, около 5,8 млн говорящих), а также две малочисленные ветви — никобарская, в которую входят диалекты (иногда они считаются самостоятельными языками) никобарского языка, распространенного на одноименном архипелаге, принадлежащем Индии, и нахали (около 5 тыс. человек).

Семья **мяо-яо** включает в себя несколько десятков недостаточно изученных языков и/или диалектов, на которых говорят народы мяо и яо (а также часть народа шэ), живущие в основном в высокогорных районах Южного Китая, Северного Вьетнама, Северного Лаоса, Таиланда и Мьянмы (бывшей Бирмы) в окружении других народов: китайцев, тайцев, кадайцев и вьетнамцев. Общая численность говорящих на языках мяо-яо — свыше 10 млн чел.

В семью **таи-кадайских**, или **тайских**, языков входят несколько десятков языков, распространенных в Юго-Восточной Азии — на Индокитайском полуострове, в Южном Китае и на востоке Индии. Общее число говорящих приближается к 60 млн чел. В составе таи-кадайских языков выделяется собственно тайская с юго-западными (крупнейшие языки — очень близкие тайский и лаосский с рядом диалектов, промежуточных между ними, а также шанский), центральными и северными подгруппами (диалекты еще одного крупнейшего таи-кадайского языка чжуан — около 13 млн говорящих в Гуанси-Чжуанском автономном районе КНР — распределены между этими подгруппами).

Под условным названием **папуасских** языков объединяются языки Юго-Восточной Азии и Океании, не относящиеся к австронезийским языкам. Общее число этих языков велико, по имеющимся оценкам — порядка 750; число говорящих оценивается в 4 млн человек. К наиболее крупным (более 100 тыс. человек) относятся языки энга, чимбу

и хаген в Папуа-Новой Гвинее и западный дани в Индонезии. На протяжении длительного времени папуасские языки оставались практически неизученными. Основные выделяемые ныне группировки — это трансновогвинейские языки, язык сепик-раму, язык торричелли, западнопапуасские и восточнопапуасские языки.

**Языки австралийских аборигенов** объединяются примерно в 20 семей, родство которых, однако, не доказано. За редчайшими исключениями австралийские языки находятся на грани вымирания. В настоящее время насчитывается около 200 австралийских языков, а численность аборигенов составляет примерно 160 тыс., причем половина из них не владеет своими языками, а использует английский, так что число носителей многих австралийских языков исчисляется единицами.

**Тасманийские языки** были распространены на острове Тасмания к югу от Австралии; к началу европейской колонизации (1788) на них говорило, по имеющимся оценкам, 5–8 тыс. человек. Установить их генетическое родство с австралийскими языками, равно как и с какими-либо другими языками индо-тихоокеанского региона, пока не удается.

Для языков **Мексики, Центральной и Южной Америки** была проведена лишь предварительная классификация, хотя в мексиканском и центральноамериканском ареалах различимы очертания некоторых родственных группировок. Более половины языков Мексики, выходящих за пределы большой североамериканской филы, были сгруппированы под именем макро-отомангуэйских, включая отоми, мицтеко и запотекский, а также некоторые другие языки. Все языки этой группы характеризуются использованием сложных тоновых явлений в лексической и грамматической функции.

От Центральной Америки до северо-запада Южной Америки простирается ареал многочисленных чибчанских языков. Восточнее их и севернее Амазонки располагаются карибские языки, некоторые из них были ранее обнаружены в Вест-Индии. Аравакские языки также расположены

на некоторых островах и смешаны с карибскими, на материке, простираясь к югу от Амазонки. В Северо-Восточной и Центральной Бразилии имелась группа, включавшая язык жес, которая может быть отдаленно связана с карибскими языками. В Южной Бразилии находились языки тупи-гуарани. В Перу, Эквадоре и Боливии находятся языки кечуа и аймара, первый из которых (в виде диалекта куско) был языком империи инков. Несколько малых семей было выявлено в Южной Америке, и существует около 850 языков или мелких языковых групп, которые пока не классифицированы.

К сожалению, ввиду интенсификации процессов глобализации многие языки небольших по численности народностей исчезают, превращаясь в мертвые. Этот процесс, по-видимому, необратим. Однако следует всемерно поддерживать самобытность малых народов. Это способствует поддержанию исторических традиций и обогащению мировой культуры.

**Язык и мышление.** Анализ отношения языка к мышлению, с одной стороны, и к действительности, с другой, является одной из самых сложных и, по ряду направлений, дискуссионных проблем общего языкознания. Через мышление осуществляется связь языка с реальной действительностью. Одна из основных черт материалистического подхода к языку — признание единства языка и мышления. Будучи в первую очередь средством выражения и сообщения мыслей, язык непосредственно связан с мышлением. Единицы языка (слово, предложение) послужили основой для установления форм мышления (понятия, суждения). Связь языка и мышления трактуется в современной науке по-разному.

Наиболее распространена точка зрения, согласно которой мышление человека совершается только на базе языка и в какой-либо иной форме осуществляться не может, поскольку абстрактные понятия, лежащие в основе человеческого мышления, могут быть выражены только словами. Имеется, однако, и иная точка зрения, определяющая словесное мышление только как один из типов человеческого



мышления, хотя и важнейший, но сосуществующий с другими типами. Результаты научных наблюдений врачей, психологов, физиологов, логиков и лингвистов показывают, что мышление осуществляется не только в абстрактно-логической сфере, но и в ходе чувственного познания — материалом образов, памяти и воображения. Анализ мышления обнаруживает, что качественные различия форм отражения действительности, осуществляемые психикой человека, отнюдь не препятствуют их связи и кооперации при решении мыслительных задач, а, напротив, весьма часто содействуют их успешному разрешению. Абстрактное и чувственное не разделены непроницаемой стеной. Всякое чувство основывается на обобщении, в противном случае оно утратило бы качественную определенность.

Немалый интерес вызывает в связи с этим проблема особенностей мышления художников, композиторов, шахматистов, математиков: оно не всегда выражается в словесной форме. Начальные этапы процесса рождения речи (так называемая интенция) тесно связаны с различными невербальными (несловесными) формами мышления. Повидимому, мышление человека представляет совокупность различных типов мыслительной деятельности, постоянно сменяющих и дополняющих друг друга, а словесное мышление — лишь главный из этих типов. Поскольку язык тесно связан со всей психической сферой человека и выражение мыслей не составляет его единственного назначения, он не тождествен мышлению. Подтверждением возможности существования внеязыковых форм мышления может служить наличие так называемой редуцированной внутренней речи. Во внутренней речи этого типа содержатся не столько слова, сколько трудноуловимые намеки на них, выражаемые в каких-то элементах артикулирования, которые становятся носителями общего смысла.

Изучение мышления глухонемых также позволяет сделать вывод, что их мысли возникают не на базе языкового материала. Связь с отвлеченным мышлением обеспечивает языку возможность, осуществляя коммуникативную функцию, передавать любую информацию, в том числе

общие суждения, сообщения о предметах, не присутствующих в ситуации речи, о прошлом и будущем, о фантастических или просто не соответствующих действительности ситуациях. С другой стороны, благодаря наличию в языке знаковых единиц (слов), выражающих отвлеченные понятия, язык определенным образом организует знания человека об объективном мире, расчленяет их и закрепляет в человеческом сознании. В этом состоит вторая основная (после коммуникативной) функция языка — функция отражения действительности, т. е. формирование категорий мысли и, шире, сознания.

## РАЗВИТИЕ И СМЕНЫ ЭТНОСОВ

**Этнос** (греч. *ethnos* — народ) — группа людей, объединенных общими признаками: объективными либо субъективными. Различные направления в этнологии (этнографии) включают в эти признаки происхождение, язык, культуру, территорию проживания, самосознание и др. В советской и российской этнографии этнос считается основным типом этнической общности.

Оригинальная *пассионарная теория этногенеза* создана Львом Николаевичем Гумилевым. В ней этнос — естественно сложившийся на основе оригинального стереотипа поведения коллектив людей, существующий как системная целостность (структура), противопоставляющая себя всем другим коллективам, исходя из ощущения комплиментарности и формирующая общую для всех своих представителей этническую традицию. Этнос является одним из видов этнических систем, всегда входит в состав суперэтносов и состоит из субэтносов, конвиксий (небольшая группа людей с однохарактерным бытом и общим местом обитания, существующая в течение нескольких поколений (сельские общины, кварталы ремесленников, мелкие племена и пр.)) и консорциев. Уникальное сочетание ландшафтов, в котором образовался этнос, называется его месторазвитием.

Поскольку явления этногенеза происходят на поверхности Земли в тех или иных географических условиях, то

возникает вопрос о роли ландшафта как фактора, определяющего экономические возможности коллективов — этносов. Сочетание истории и географии не достаточно, поскольку речь идет о живых организмах, которые всегда находятся в состоянии эволюции и взаимодействуют с другими живыми организмами, образуя сообщества — биоценозы. Поэтому этнологию помещают на стыке трех наук: истории, географии и биологии (экологии и генетики). Следовательно, этнос — это специфическая форма существования вида человек разумный, а этногенез — локальный вариант внутривидовой эволюции, определяющийся сочетанием исторического и ландшафтного факторов.

Подобно популяциям у животных, в человеческом обществе имеются этносы, или народы, у которых есть собственная история. Ее изучение ответит на вопрос, почему этносы возникают, а затем исчезают, уступая свое место другим, с иным названием и языковой составляющей. Так, ранее были этносы эллинов, парфян, филистимлян, византийцев — они исчезли, теперь существуют этносы французов, ирландцев, голландцев, англичан, но они со временем тоже исчезнут. Как и почему это происходит? В этом состоит предмет этнологии, учения об этногенезе, или происхождении и исчезновении народов.

По определению Л. Н. Гумилева, этнос — система, развивающаяся в историческом времени, имеющая начало и конец. Точнее, этногенез — процесс дискретный.

Основные условия возникновения этноса — общность территории и языка — впоследствии выступают в качестве ее главных признаков. При этом этнос может формироваться и из разноязычных элементов, складываться и закрепляться на разных территориях в процессе миграций (цыгане и т. п.). В условиях ранних дальних миграций *Homo sapiens sapiens* из Африки и современной глобализации все большее значение приобретают этносы как культурно-языковые общности, свободно перемещающиеся на всей территории планеты.

Дополнительными условиями сложения этнической общности могут служить общность религии, близость ком-

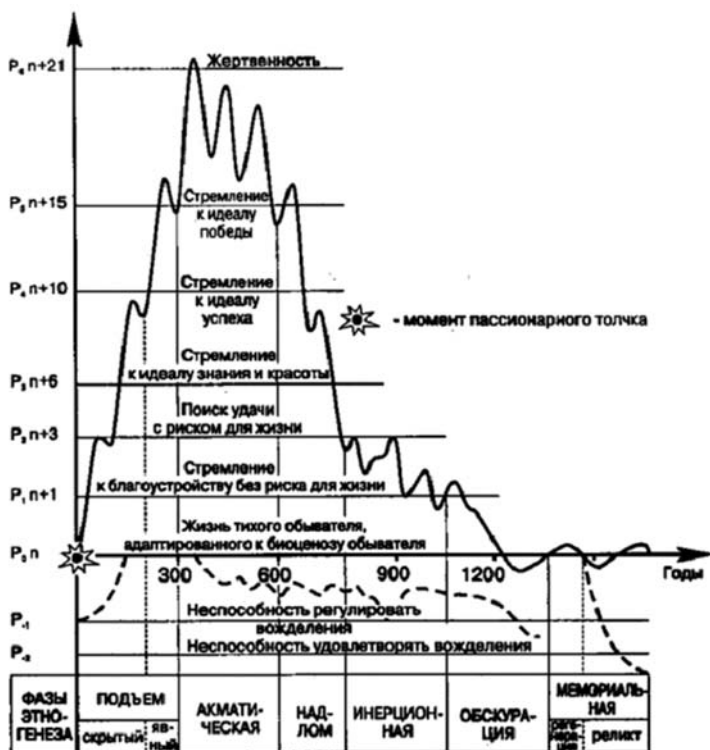


Рис. 71

*Изменение пассионарного напряжения этнической системы  
(по Л. Н. Гумилеву, 1993)*

понентов этноса в расовом отношении или наличие значительных метисных (переходных) групп. В ходе этногенеза, под влиянием особенностей хозяйственной деятельности в определенных природных условиях и других причин, формируются специфические для данного этноса черты материальной и духовной культуры, быта, групповых психологических характеристик. У членов этноса появляется общее самосознание, видное место в котором занимает представление об общности их происхождения. Внешним проявлением этого самосознания является наличие общего самоназвания — этнонима.

Сформировавшаяся этническая общность выступает как социальный организм, самовоспроизводящийся путем преимущественно этнически однородных браков и передачи новому поколению языка, культуры, традиций, этнической ориентации и т. д.

Этническая идентичность (этничность) может быть плавающей, ситуационной, символической. Она вовсе не обязательно связана с языковой принадлежностью. Иногда она опирается на религию (крещены, или крещенные татары), хозяйственную систему (оленные коряки-чавчулены и оседлые коряки-нымылланы), расу (афроамериканцы), историческую традицию (шотландцы, староверы). Люди могут менять свою этническую принадлежность, как это происходило в XIX в. на Балканах, где, переходя от сельской жизни к торговле, человек превращался из болгарина в грека, причем языковой фактор не служил этому препятствием, ибо люди хорошо владели обоими языками.

Рассмотрим рисунок 71. По оси абсцисс отложено время в годах, где исходная точка кривой соответствует моменту пассионарного толчка, послужившего причиной появления этноса. По оси ординат отложено пассионарное напряжение этнической системы в трех шкалах:

1. В качественных характеристиках от уровня  $P_2$  (неспособность удовлетворить вождения) до уровня  $P_6$  (жертвенность).

2. В шкале — количество субэтносов (подсистем этноса). Индексы  $n, n + 1, n + 3$  и т. д., где  $n$  — число субэтносов в этносе, не затронутом толчком и находящемся в гомеостазе.

3. В шкале — частота событий этнической истории (непрерывная кривая). Предлагаемая кривая — это обобщение 40 индивидуальных кривых этногенеза, построенных Гумилевым для различных этносов.

**Пассионарии**, по Л. Н. Гумилеву, — это особи энергизбыточного типа, обладающие врожденной способностью абсорбировать из внешней среды энергии больше, чем это требуется только для личного и видового самосохранения, и выдавать эту энергию в виде целенаправленной работы

по видоизменению окружающей их среды. Истории известны многие случаи, когда люди жертвовали жизнью ради идеи или общего дела, и не под влиянием минуты, а обдуманно. Объясняет этот феномен теория пассионарности как эффект энергии живого вещества биосферы, описанной В. И. Вернадским.

Когда этнос молод и энергичен, в обществе устанавливаются жесткие авторитарные формы управления. При переходе от зрелости к старости природе этноса в большей степени соответствуют демократические формы власти или ослабление авторитаризма. Но прямой зависимости между этническими и социальными процессами нет. Изменение этнической системы, которое проявляется в различии стереотипов поведения, в социальной жизни может выражаться в неожиданных событиях, что вызывает иногда причудливые зигзаги, отклонения, всплески в истории народа. Но самые важные изменения происходят в способе производства, когда развитие производительных сил ведет к установлению новых производственных отношений.

Этногенез — инерционный процесс, где первоначальный заряд энергии, описанный В. И. Вернадским, расходуется вследствие сопротивления среды, что ведет либо к этническому равновесию с ландшафтом и человеческим окружением, т. е. превращению в реликт, либо к распаду этнической целостности, причем особи, ее составлявшие, входят в состав других этносов.

## СОВРЕМЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЭТНОГЕНЕЗА

Этносы подвержены изменениям в ходе этнических процессов — консолидации, ассимиляции, разрушению и т. п. Для более устойчивого существования этнос стремится к созданию своей социально-территориальной организации (государства). Современная история знает немало примеров того, как различные этносы, несмотря на свою многочисленность, так и не смогли решить задачу

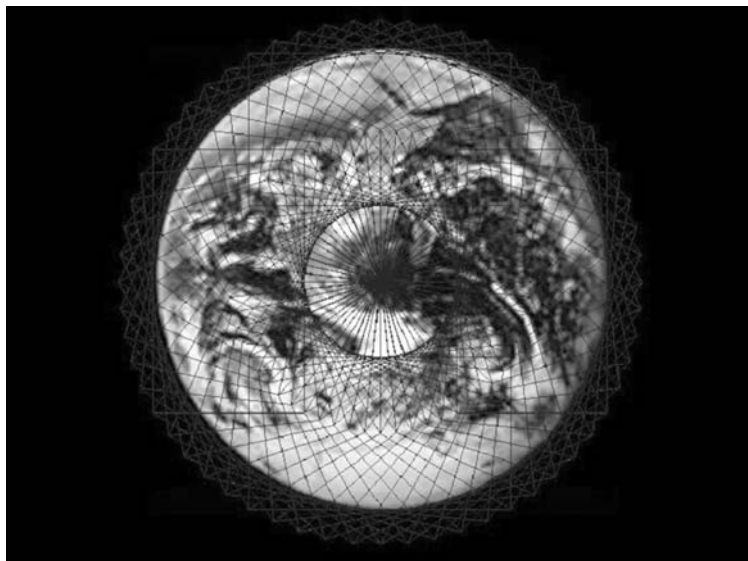


Рис. 72

*Одно из представлений о «сфере разума», которая возникнет на планете Земля (<http://www.castilloverde.org/?p=151>)*

социально-территориальной организации. К таковым можно отнести этнические группы евреев, палестинских арабов, курдов, разделенных между Ираком, Ираном, Сирией и Турцией. Другие примеры успешной или неуспешной этнической экспансии — расширение Российской империи, арабские завоевания в Северной Африке и на Пиренеях, татаро-монгольское нашествие, испанская колонизация Южной и Центральной Америки.

В настоящее время отмечаются процессы дивергенции, когда из одного государства возникает два или несколько независимых стран. Примеров много, это распад СССР, Югославии, Чехословакии, Эфиопии, Грузии и др. Пытаются получить независимость отдельные народы или целые регионы внутри страны — баски в Испании, курды в Турции и сопредельных странах, Бавария в ФРГ. Наблюдается активизация процессов эмиграции (выезд людей в другие страны на постоянное место жительства) и

иммиграции (въезд людей в конкретную страну извне с целью получения нового гражданства).

Наряду с распадом государств намечается и тенденция консолидации отдельных стран. Пример такой консолидации — возникновение Евросоюза, СНГ — на месте распавшегося СССР, более тесного Таможенного союза России, Белоруссии и Казахстана и др. Границы между государствами, вступающими в те или иные союзы, становятся полупрозрачными либо исчезают. По-видимому, в связи с растущей глобализацией отдельные этносы, сливаясь, могут превратиться со временем в развивающуюся ноосферу — сферу разума (см. рис. 72). Об этом — следующая глава учебного пособия.



## ГЛАВА 5. ДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И ПРОГРЕСС

---

### НООСФЕРА

**Ноосфера** (*noos* — древнегреческое название человеческого разума и сфера его существования) — новое эволюционное состояние биосферы, при котором разумная деятельность человека становится решающим фактором ее развития. Термин «ноосфера» был предложен в 1927 г. французским математиком и философом Эдуардом Леруа. Концепцию ноосферы (сферы разума) предложил французский ученый Пьер Тейяр де Шарден. Он определил ноосферу как коллективное сознание, которое станет контролировать направление эволюции планеты. Академик В. И. Вернадский синтезировал свое учение о биосфере и работы Тейяра де Шардена в *гипотезу о единстве биосферы и человечества*. В ней биосфера рассматривается как стройная гармонично и непрерывно развивающаяся система. Вернадский говорил, что во всей Вселенной наблюдается упорядоченность движения как способа развития. В его понимании ноосфера — *необходимый и неизбежный этап эволюции биосферы, в ходе которого живое вещество приобретает новые формы и свойства*.

Высшая форма живого вещества (человечество) путем разумного воздействия способна коренным образом влиять на биосферу, изменяя ее и преобразуя, руководствуясь соображениями целесообразности и необходимости такого воздействия. На протяжении всей геологической истории планеты живое вещество было подвержено эволюционным изменениям. *Умение мыслить* позволило человеку стать

новой геологической силой на планете. Несмотря на то что техногенная научная деятельность, создающая современную цивилизацию, становится важнейшим фактором жизнедеятельности человечества, необходимым фактором фундаментального процесса современного интегрирования научного познания является гуманизация науки. Ноосфера предполагает *разумное отношение к природе* или, выражаясь современным языком, экологизацию науки, техники и производства, развитие самого человека, отказ от войн и мирное объединение человечества для решения встающих перед ним задач. Осознание необходимости подчинения научно-технического прогресса гуманистическим целям — основная черта творчества В. И. Вернадского. В его работе «Несколько слов о ноосфере» были предложены условия, факторы становления ноосферы.

1. Признание *равенства людей всех рас и религий* В. И. Вернадский считал очень важным условием становления ноосферы. Сейчас только остается удивляться широте научной мысли ученого, писавшего эту работу в суровые годы Второй мировой войны. Это было время и идеологического, и экономического, и политического противостояния большого количества государств. А Вернадский пишет в это самое время: «Геологический эволюционный процесс отвечает биологическому единству и равенству всех людей... Это закон природы».

2. Большое значение В. И. Вернадский в своих работах уделяет *свободе научной мысли, научных исканий*. «Человечество, взятое в целом, становится мощной геологической силой. И перед ним, перед его мыслью и трудом, становится вопрос перестройки биосферы в интересах свободно мыслящего человечества как единого целого. Это новое состояние, к которому мы приближаемся, не замечая этого, и есть ноосфера».

3. *Демократизация человеческого общества, осознание ценности личности* также является важным условием при движении человечества к ноосфере. «Исторический процесс на наших глазах меняется коренным образом... Впервые в истории человечества интересы человечества — всех

и каждого — и свободной личности определяют жизнь человечества».

На страницах книги Вернадского «Научная мысль как планетное явление» можно также встретить указания на другие условия, выполнение которых приближает человечество к новой эпохе.

1. Вернадский говорит о том, что рано или поздно возникнет идея, «...реально побеждающая...», о *государственном объединении усилий человечества*. В сущности, это государственное проявление *перехода биосферы в ноосферу*.

2. Для сознательного процесса созидания человеком ноосферы важным условием ставится *искоренение войн из жизни мирового сообщества*.

## НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ РЕВОЛЮЦИЯ И ПЕРЕНАСЕЛЕНИЕ ЗЕМЛИ

Рассмотрим основные этапы развития человека разумного.

1. Небывалое *духовное и психическое* развитие человека. По философскому определению человек — «это материя, познающая самое себя». Создание искусства убедительно показало, что человек вышел за рамки биологических законов.

2. Величайшим достижением *неолитической революции* было приручение животных и окультуривание растений. Практически все домашние животные и культурные растения созданы много тысяч лет назад нашими предками. Зависимость человека от окружающей среды приобрела иной характер.

3. *Научно-техническая революция*, в результате которой человек приобрел власть над природой. Он может существовать не только в экстремальных условиях Земли (Арктика, Антарктика), но и в Космосе. Эволюция человека вышла из-под ведущего контроля биологических факторов и идет под действием иных — социальных сил.

Антропологами подсчитано, что человеческое население каменного века составляло не более 3 млн человек, при этом

человечество населяло в основном лишь экваториальные и тропические территории Земли, незначительно затрагивая территории с суровым климатом европейского севера и азиатских гор. Человечеству потребовалось ровно 2,5 млн лет, с самого появления на Земле рода людей до 1820 г. н. э., для того, чтобы достичь населения в 1 млрд. Но в дальнейшем человеку потребовалось лишь 180 лет, до середины 2000 г., чтобы перекрыть этот естественный процесс размножения в 6 раз, при нынешнем населении в 7 млрд человек. Это произошло вследствие изобретения антибиотиков и, в целом, самого научно-технического прогресса, обеспечившего резкое повышение качества жизни и снижение смертности (в том числе и детской).

Этапы роста численности человечества, прошедшие менее чем за 200 лет, — от 1 млрд до столь громадного и уже разрушительно и уничтожающе действующего на планету населения, в количестве 7 млрд человек, можно увидеть из таблицы 1.

*Таблица 1*

**Этапы роста численности человечества**

<b>Год нашей эры</b>	<b>Количество населения</b>
1	100 миллионов
500	200 миллионов
1600	450 миллионов
1820	1 миллиард
1900	1,6 миллиарда
1945	2,5 миллиарда
1966	3,5 миллиарда
1998	6 миллиардов
2008	6,5 миллиарда
2012	7 миллиардов
2050	9 миллиардов
2100	12 миллиардов

Человечество сегодня воспринимает свою огромную численность как норму, полагая, что люди при всем своем количестве и всей своей жизнедеятельности не наносят вреда экосистеме планеты, а также, что люди и дальше могут повышать свою численность. Это якобы никак не отражается на экологической ситуации, животном и растительном мире, да и жизни самого человечества. Но на самом деле уже сегодня, уже сейчас человечество перешло все границы и черты, какие бы могла потерпеть планета. Земля не сможет выдержать такого огромного количества людей. При этом современное человеческое население Земли в большинстве своем даже не задумывается о том, какой глобальный вред несет дальнейший рост численности людей. А ведь рост численности людей — это и рост использования природных ресурсов, рост площадей под сельскохозяйственные и промышленные нужды, вредных выбросов, рост количества бытовых отходов и площадей под их складирование (рис. 73), рост интенсивности экспансии



Рис. 73

*Свалка твердых бытовых отходов (<http://news.rambler.ru/19560166/>)*



Рис. 74

*Мусорные «острова» занимают огромные акватории в Тихом океане (<http://www.stepandstep.ru/catalog/know/131713/musornyy-ostrov-v-tihom-okeane.html>)*

человека в природу и рост интенсивности уничтожения природного биоразнообразия.

Люди никогда не были способны и до сих пор остаются неспособны жить безопасно для окружающей среды, находя «золотую середину» между потреблением и воссозданием ресурсов природы. Люди по-прежнему умеют лишь потреблять, практически ничего не создавая для блага планеты, не компенсируя причиняемый природе вред (рис. 74).

Человечеству невозможно жить комфортно и безопасно, имея столь огромную перенаселенность, дефицит ресурсов и пригодных для жизни территорий. Испокон веков люди воюют между собой за ресурсы и территорию. При этом научно-технический прогресс не решает проблем, связанных с нехваткой ресурсов, потому что человечество, вместо того чтобы, оставаясь в прежнем количестве, начать обустривать удобную и комфортную жизнь для себя

## Численность населения стран мира

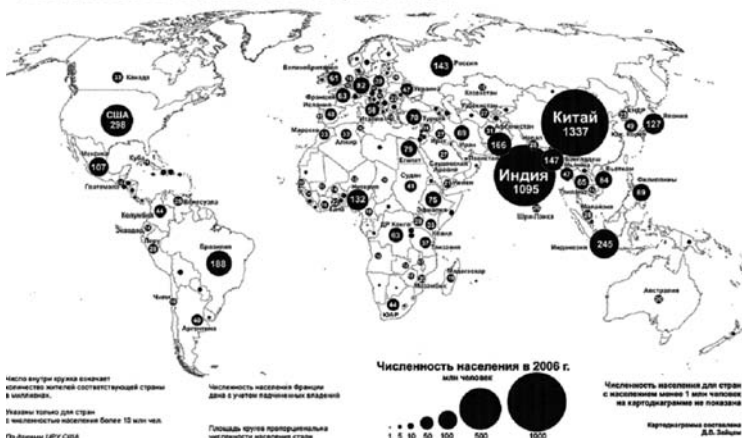


Рис. 75

*Распределение населения Земли  
и его численность  
(<http://allomone.ru.com/>)*

и следующих поколений, отвечает на технический и научный прогресс лишь ростом своей численности, плодясь и поглощая все достигнутые наукой и техникой блага, добавляя число тех, кто снова остается за чертой прогресса, нуждающихся и обделенных.

Распределение плотности населения на Земле неравномерно (рис. 75).

На протяжении всей истории человечества в мире то и дело разгораются конфликты, войны и территориальные претензии. Все они основаны прежде всего на жажде ресурсов, на нехватке нефти, газа, минералов, плодородных почв. Из-за перенаселенности Земли любой конфликт, перешедший в форму активного военного противостояния, переходит в кровавую бойню, массовые убийства, террористические акты, захваты заложников, целенаправленные убийства и геноцид.

Любая природная катастрофа также становится причиной массовой гибели людей лишь потому, что из-за перенаселенности люди давно уже *поселяются на непригодных для постоянного проживания территориях* (подножия вулканов, сейсмически опасные зоны, подтопляемые поймы рек, места с неустойчивой размягченной почвой, лавиноопасные территории и т. п.). Только перенаселение лежит в основе всех этих несчастий людей — от мелких неудобств до глобальных войн.

Человечество сегодня просто обязано сдержать свои темпы роста, переосмыслить свою роль в экологической системе планеты и взяться за построение человеческой цивилизации на основе безвредного и осмысленного существования, а не на основе животных инстинктов размножения и поглощения.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ДИНАМИКИ НАРОДОНАСЕЛЕНИЯ В МИРЕ И В РОССИИ

Помимо глобальных проблем перенаселения планеты, существуют проблемы отдельных народов, в том числе и россиян. Научная теория народонаселения рассматривает население, участвующее в труде, как главную производительную силу общества, основу всего общественного производства. Постоянно взаимодействуя с природой (географической средой), население играет активную роль в ее преобразовании. В то же время население выступает и в роли главного потребителя всех создаваемых материальных благ. Вот почему численность населения — один из важных факторов развития каждой страны и всего человечества.

По числу жителей Российская Федерация в 2008 г. находилась на седьмом месте в мире после Китая, Индии, США, Индонезии, Бразилии, Пакистана. Но, в отличие от этих стран, численность населения нашей страны последние десять лет постепенно уменьшается. Максимальное число жителей Россия имела в 1992 г. — 148,7 млн человек,



а в 2008 г. — 140,5 млн человек. Это грозит национальной безопасности, экспансией на нашу территорию представителей других народов и последующей поглощением ими современного российского этноса.

Основными показателями воспроизводства населения являются следующие: коэффициенты рождаемости и смертности, коэффициент естественного прироста (рассчитывается в промилле (‰), т. е. на 1000 жителей), ожидаемая продолжительность жизни и т. п.

Эти показатели в России в целом имеют негативные тенденции: продолжительность жизни уменьшается, растет младенческая смертность, если коэффициент суммарной рождаемости в 2000 г. составлял 8,7‰, то в 2008 г. он составил всего лишь 12,1‰, а коэффициент смертности превышает коэффициент рождаемости и составил в 2008 г. 14,7‰.

В 2008 г. только в 9 субъектах федерации численность населения увеличивается минимальными темпами: в Белгородской области, Ставропольском крае, Северной Осетии-Алании за счет мигрантов и беженцев; республики Дагестан и Ингушетия имеют максимальные показатели естественного прироста; в республике Татарстан миграционный приток населения пока еще компенсирует естественную убыль, только в Ханты-Мансийском и Ямало-Ненецком автономных округах наблюдается достаточно высокий естественный прирост (см. рис. 76).

В Республике Алтай две положительные тенденции совпадают, т. е. и естественный прирост, и миграции оказываются с положительным знаком. Самая плохая демографическая ситуация отмечается в областях Центральной России и Северо-Запада, т. е. в исконно русских регионах: здесь на протяжении многих лет смертность превышает рождаемость (см. рис. 77).

По прогнозам ученых, численность населения нашей страны будет в ближайшие годы уменьшаться. Но в зависимости от состояния экономики и других процессов, влияющих на социальную сферу, оно может к 2050 г. составить, по оптимистичным прогнозам, 140 млн человек, по пессимистичным — около 115 млн человек.

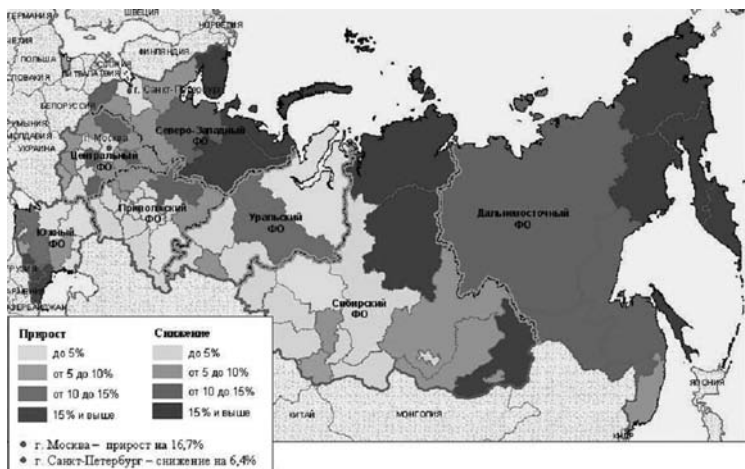


Рис. 76

*Демографическая ситуация в России в 2008 г.  
(<http://images.yandex.ru/yandsearch?text>)*

Следует отметить, что существует связь между демографическими процессами, происходящими в России, и процессами, происходящими в мире. Более того, объяснение процессов, происходящих в России, во многом коренится в мировой ситуации. Сегодня мир переживает необыкновенно быстрый рост населения — так называемый «демографический взрыв». Население планеты, численность которого за всю его историю до начала XX столетия достигло 1,6 млрд человек, всего за 100 последних лет выросло в 4 раза и продолжает расти.

По оценкам Отдела народонаселения ООН, в течение следующих 43 лет население Земли увеличится на 2,5 млрд человек, по разным прогнозам, к середине XXI в. мировое население составит от 9 до 12 млрд человек. Столь быстрый рост населения представляет собой катастрофу небывалых исторических масштабов.

Природные ресурсы планеты не способны выдержать стремительно растущих антропогенных нагрузок, что чревато катаклизмами, которые могут поставить под сомнение само существование человечества. Выходом мог бы

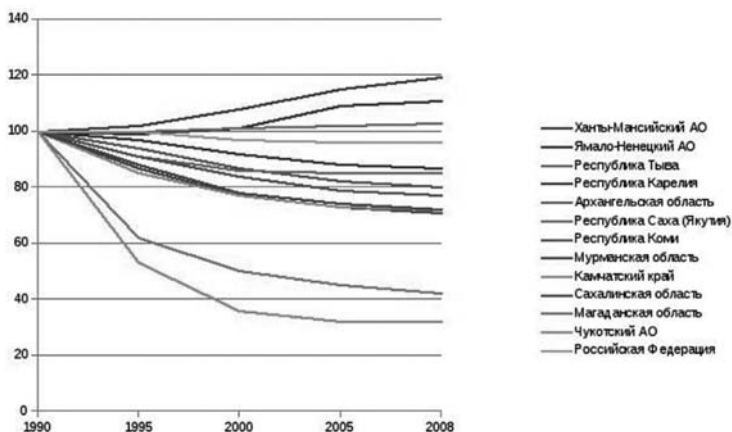


Рис. 77

*Изменение населения в отдельных регионах Севера России  
(<http://images.yandex.ru/yandsearch?text>)*

быть только столь же стремительный общепланетарный рост человеческих возможностей, прорыв в области технологического развития.

Рост населения во всех странах и во все эпохи всегда находился под социальным и культурным контролем, регулировался традиционными нормами, вырабатывавшимися тысячелетиями. В результате огромного прогрессивного прорыва, приведшего к понижению смертности, прежние методы контроля роста популяции оказались несостоятельными, поскольку были запрограммированы на поддержание высокой рождаемости. Когда же произошло резкое снижение смертности, а рождаемость все еще продолжала находиться под контролем старых норм, возник огромный дисбаланс рождаемости и смертности и, как следствие, демографический взрыв.

Снижение смертности лишило смысла прежние нормы высокой рождаемости и потребовало их пересмотра. Первыми такой пересмотр осуществили западные общества, они и стали снижать рождаемость. Когда европейцы, снижая смертность, ощутили постепенно нарастающее

демографическое давление, заработали механизмы культурного отбора. Сначала это затронуло верхушку европейских обществ: при большом количестве выживающих детей у каждой семьи стало появляться множество проблем с их воспитанием, с карьерными возможностями, наследованием имущества и т. д. Первой реакцией на происходящее стала практика поздних браков. Именно такие браки в качестве меры, препятствующей высокой рождаемости, рекомендовал Томас Мальтус, но он только обобщал накопленный опыт. К тому времени поздние браки уже были широко распространены, и не только в Англии, но и по всей Европе. Однако уже при жизни Мальтуса появилась альтернативная схема, позднее названная «неомальтузианством». Она предполагала ограничения рождаемости в браке путем применения методов и средств намеренного предотвращения зачатия. Однако такие методы ограничения рождаемости были восприняты обществом не сразу, в консервативной Англии проходили судебные процессы против людей, пропагандировавших их рецепты. Наиболее безболезненно усвоение идей неомальтузианцев происходило в послереволюционной Франции, где силы защитников консервативных устоев были подорваны. В результате Франция оказалась единственной страной в Европе, не пережившей демографического взрыва, что, кстати, основательно ослабило ее позиции на мировой арене XIX в. Но в конце концов все европейские страны пошли по французскому пути.

Но для того чтобы население планеты сократилось естественным путем, требуется повсеместное снижение рождаемости, *во всех странах мира*. На сегодня рождаемость упала только в странах европейской культуры, причем, показывая такой пример, они попадают в невыгодное для себя положение, превращаются в незначительное на мировом фоне меньшинство (рис. 78).

Однако снижение рождаемости приводит и к проблеме старения населения. Проблема старения тоже не так однозначна, как ее чаще всего представляют. В основном, старение приводит к тому, что в возрастной пирамиде пожилые

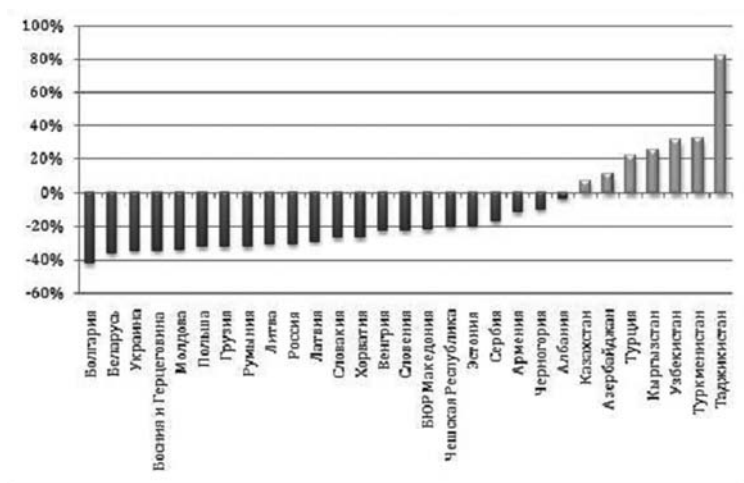


Рис. 78

*Современный и прогнозируемый рост численности населения в различных регионах Земли (слева) и возможное соотношение народонаселения различных регионов к 2050 г. (справа)*  
<http://images.yandex.ru/yandsearch?text>

люди замещают детей. Поскольку взрослые кормят и тех и других, суммарная нагрузка меняется в незначительной степени. По поводу старения населения часто высказывается беспокойство, связанное в первую очередь с тем, что увеличение доли пожилых крайне неприятно для функционирования современных пенсионных систем.

Снижение рождаемости для России пагубно с тех позиций, что существует дисбаланс между населением страны и ее огромной территорией. Российская территория — это источник богатства страны, но и тяжкое бремя для нее, его тащит на себе из поколения в поколение каждый россиянин, ведь ее надо обустраивать, охранять (см. рис. 79).

Экономика способна развиваться только в том случае, если все части социально-трудовой пирамиды находятся в равновесии. В советское время эта пирамида была сильно деформирована из-за того, что почти не была развита сфера обслуживания. И первое, что должно было произойти при переходе к рыночной экономике, это изменение структуры

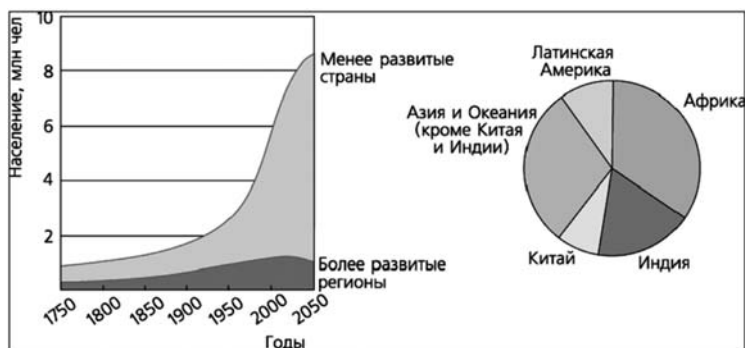


Рис. 79

Тенденции динамики численности населения  
России и сопредельных стран  
(<http://images.yandex.ru/yandsearch?text>)

занятости. Понадобилось небывалое количество людей для третичного сектора, от рабочих высокой квалификации до уличных торговцев. Без них нельзя так же, как без инженеров и токарей. Как генералы не могут воевать без солдат, так и высококвалифицированные специалисты не могут обойтись без вспомогательного персонала, и в этом России помогают мигранты.

Теоретически, предполагается, что мигранты, прибывающие на территорию той или иной страны, должны социализироваться, интегрироваться в принимающее общество и со временем становиться ее гражданами. Но на практике оказывается, что каждое общество имеет ограниченную поглощающую способность: на своем уровне оно может «переварить» лишь определенное количество приезжающих. Когда их поток становится слишком мощным, когда мигранты начинают селиться анклавами и поддерживать свою особую культуру, процесс их интеграции несет в себе опасность. В западных странах, изначально либерально настроенных к мигрантам, с этой проблемой столкнулись, когда количество мигрантов резко возросло и они стали предъявлять определенные требования к принимающему сообществу (примером может служить Косово).

Необратимо и очень резко изменилась этническая структура мира. Многие развитые государства осуществляют политику выделения приоритетных зон, с которыми поддерживают тесные отношения и из которых предпочитают черпать основные миграционные ресурсы.

В России сейчас, во-первых, нужно максимально использовать иммиграционный потенциал русскоязычного населения, оставшегося за пределами России после распада Союза. Во-вторых, нужно привлекать, конечно же, других жителей бывших союзных республик, пусть и не говорящих по-русски в быту или на работе, но все же достаточно хорошо знающих русский язык, знакомых с русской культурой, имеющих общий с нами историко-культурный «багаж». Но придет время и жителей дальнего зарубежья: по отношению к ним здесь нужна взвешенная стратегия, система квот, т. е. хорошо продуманная социальная политика.

Здесь играет роль множество факторов, в том числе и то, что политика вообще во многом подстраивается под настроения широких масс, а массы пока настроены скорее против мигрантов. Существует проблема противостояния либерального и тоталитарного видений мира: есть люди, которые способны мыслить лишь в категориях запретов, признавая действенными лишь полицейские меры. Но важно обеспечить понимание того, что России нужны люди и что последовательная миграционная политика требует затрат. Иным способом решить или хотя бы смягчить проблему депопуляции России невозможно.

Отдел экономических и социальных проблем ООН опубликовал новые прогнозы демографической ситуации в мире на период до 2050 г. Эксперты предупреждают, что за 35 лет число жителей Земли увеличится с 7 млрд. до 9,1 млрд. человек, а в списке самых многонаселенных стран произойдут заметные перемены.

То, что в соревновании стран-миллиардеров Китая и Индии верх возьмет Индия, ученые предсказывали уже давно. Теперь предсказание подкорректировано. Самой многонаселенной страной Индия должна стать к 2030 г., на 5 лет раньше, чем говорилось в прошлых прогнозах.

В Китае уровень рождаемости составляет 1,6 ребенка на женщину, в Индии этот показатель равен примерно 3. Для всех остальных стран миллиард жителей — дело очень далекого будущего, более далекого, чем 2050 г.

Третье место в списке самых многонаселенных государств должны сохранить США, чье население даже в 2050 г. будет выглядеть не таким уж и большим по сравнению с индийским или китайским — всего 395 млн человек. На четвертое место в мире должен выйти Пакистан, чье население к середине XXI в. почти удвоится и достигнет 305 млн. человек. В результате он оттеснит на пятое место Индонезию (285 млн человек в 2050 г.). Почти удвоит население за неполные полвека и Нигерия со 132 млн до 258 млн. человек, поднявшись в результате с девятой на шестую строчку в мировом рейтинге.

Несложно заметить, что демографические взрывы запланированы исключительно в странах третьего мира. Во многих промышленно развитых странах население к середине столетия останется на нынешнем уровне, а кое-где даже уменьшится. Так, не ожидается особых перемен в Австрии, Бельгии, Греции, Нидерландах, Португалии, Финляндии, Франции, Швейцарии. В Восточной Европе, в отличие от Западной, предвидится убыль населения. В Болгарии число жителей снизится с 7,7 млн до 5 млн, в Хорватии с 4,6 млн до 3,7 млн, в Венгрии с 10 млн до 8,2 млн, в Чехии с 10,2 млн до 8,4 млн, в Польше с 39 млн до 32 млн.

На пространстве СНГ произойдут следующие изменения. Прирост населения будет наблюдаться в Азербайджане (1,2 млн чел.), Туркмении (1,9 млн чел.). В Таджикистане и Узбекистане ожидается рост народонаселения примерно в 1,5 раза (с 6,5 млн до 10,4 млн и с 27 млн до 39 млн человек соответственно), Киргизии (1,4 млн чел.). Снижение численности населения будет наблюдаться в Армении (0,5 млн чел.), в Белоруссии (2,7 млн чел.), Грузии (1,5 млн чел.), Казахстане (1,8 млн чел.), Молдавии (0,9 млн чел.). Самое резкое снижение численности населения предполагается на Украине, чуть ли не вдвое — с 46 до 26 млн человек. Заметно уменьшится и число жителей России — со



143 млн до 115 млн человек, в результате чего наша страна из седьмой по населению в мире превратится в семнадцатую, пропустив вперед, например, Вьетнам и Египет. С 1994 г. смертность в России колеблется вокруг показателя 14 ‰, в то время как в 1950 г. она была равна 10 ‰. Наряду с повышением рождаемости в России необходимо и снижение смертности (табл. 2).

Таблица 2

**Причины смертности в России — распределение умерших по причинам смертности (по Сахибгареева, Лубова, 2013)**

	Январь—октябрь							Справочные данные на 100 тыс. человек населения на 2011 г. в целом
	Тыс. человек			2012 г. в % ко всем умершим	На 100 тыс. человек населения		2012 г. в % к 2011 г.	
	2012	2011	Прирост (+), снижение (–)		2012	2011		
Всего умерших	1586,1	1610,2	–24,1	100	1330,5	1353,3	98,3	1347,0
от болезней системы кровообращения	871,9	895,1	–23,2	55,0	731,4	752,3	97,2	753,0
от новообразований	240,5	240,6	–0,1	15,2	201,8	202,2	99,8	204,6
внешних причин смерти	149,5	157,8	–8,3	9,4	125,4	132,6	94,6	139,4
из них от всех видов транспортных несчастных случаев	24,3	23,5	+0,8	1,5	20,4	19,8	103,0	20,7
случайных отравлений алкоголем	8,3	9,9	–1,6	0,5	7,0	8,4	83,3	11,4
самоубийств	25,2	26,3	–1,1	1,6	21,1	22,1	95,5	21,8

	Январь—октябрь							Справочные данные на 100 тыс. человек населения на 2011 г. в целом
	Тыс. человек			2012 г. в % ко всем умершим	На 100 тыс. человек населения		2012 г. в % к 2011 г.	
	2012	2011	Прирост (+), снижение (–)		2012	2011		
убийств	12,6	13,9	–1,3	0,8	10,6	11,7	90,6	11,7
болезней органов пищеварения	72,9	73,0	–0,1	4,6	61,2	61,3	99,8	62,2
болезней органов дыхания	57,3	61,6	–4,3	3,6	48,1	51,7	93,0	51,9
некоторых инфекционных и паразитарных болезней	25,7	27,0	–1,3	1,6	21,6	22,7	95,2	23,6

Согласно прогнозам демографов, рост населения Земли будет обеспечен не только за счет высокой рождаемости, но и за счет увеличения продолжительности жизни. Если сейчас на планете насчитывается порядка 86 млн жителей старше 80 лет, то к середине столетия таких людей будет почти 400 млн.

В то время как в малоразвитых странах рост населения идет практически постоянно, в Западной Европе уже давно наблюдаются тревожные симптомы, заставляющие задуматься о судьбе европейских национальностей.

Недавно британские ученые назвали основные проблемы, которые приводят к тому, что рождаемость неуклонно снижается.

Корень зла, как и следовало ожидать, в самом нашем образе жизни. А он, как выясняется, создает все условия

для того, чтобы все большее число женщин становилось, как это ни прискорбно, бесплодными.

В качестве основной проблемы ученые называли беспорядочную сексуальную жизнь. Однодневные связи, случайный секс — все это приводит к активному распространению венерических заболеваний, многие из которых становятся причиной бесплодия. Второй крупнейшей проблемой, которая делает первоначально совершенно здоровых женщин неспособными родить, являются карьерные устремления. Этот факт общеизвестен. Как показывают исследования, женщины, озабоченные блистательным продвижением по службе, откладывают на все более поздний срок беременность и роды. В то же время природа не щадит никого, и зачастую в том возрасте, когда дамы решают родить, у них возникают серьезные проблемы с зачатием.

Ученые Англии прямо призвали власти всерьез задуматься о том, чтобы женщины, которые решили родить до того, как им исполнится 30 лет, получали специальные экономические бонусы от государства. Такая практика уже существует в отдельных европейских странах и приносит свои плоды. Если же ситуация не будет изменена коренным образом, то именно этот фактор станет одной из главных причин грядущего демографического кризиса в Европе.

Наконец, еще одной серьезной проблемой на пути к пополнению семейства является избыточная масса тела. Сидячий образ жизни и нездоровое питание — все это может стать еще одним препятствием на пути к осуществлению мечты о полноценной семье.

В 50–60-х гг. XX в. был заложен современный режим воспроизводства населения, т. е. переход большей части населения России к малодетной семье. Все больше семей ориентируется на одного ребенка. Растет число семей с одним родителем. Существуют различия между городскими и сельскими семьями. В сельской местности большая доля пожилых супружеских пар.

Россия занимает первое место в Европе по числу абортов. Смертность среди российских мужчин в трудоспособ-

ном возрасте в 10 раз выше европейского показателя, а женщин — в 4 раза выше, чем в среднем по Европе.

Такая ситуация в России объясняется тем, что наблюдается слабое развитие медицины, особенно в части диагностики сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний, и из-за того, что доступность медицинских услуг ограничена низкими доходами населения. В России наблюдается рост заболеваемости инфекционными болезнями, в частности сифилисом и туберкулезом, не поддающимися лечению антибиотиками.

Очевидно, что важным фактором, который влияет на продолжительность жизни россиян, является алкоголь (см. табл. 2). Неумеренное потребление алкоголя, которое продолжает характеризовать российский образ жизни, приводит к распространению сердечно-сосудистых заболеваний, увеличению количества несчастных случаев и пр. Кроме того, не стоит недооценивать влияние курения. По оценкам ВОЗ, ежегодно курение убивает около 5 млн человек. В мире насчитывается около 1,3 млрд курильщиков, причем, если в развитых странах число курильщиков постепенно уменьшается, то в развивающихся странах оно быстро растет. Наибольшее число курильщиков проживает на Кубе — 40%. В России, Белоруссии, Кувейте и Чили курят 37%, в США 24% курильщиков — это рекордно низкий уровень для развитых стран. В число государств, большинство жителей которых не подвержены этой вредной привычке, входят Сальвадор и Гана, Афганистан и Эфиопия.

Также не следует забывать, что одной из причин низкой рождаемости является жилищная проблема и недостаточная поддержка молодых семей. Никто не хочет превращать свой дом в коммунальную квартиру или терять с рождением следующего ребенка достигнутый социальный и материальный статус. К сожалению, «материнский капитал» в большинстве регионов не покрывает расходов молодых семей на покупку квартиры при нынешних ценах на жилье. Нужны сильные меры поддержки молодых семей в решении жилищной проблемы. В условиях погашения

части кредита с учетом количества работающих в семье, при рождении третьего ребенка желательно полностью погасить кредит за счет государства, потому что именно сейчас в России наибольшее число молодых людей 20–30 лет, т. е. самого активного репродуктивного возраста. Это последнее поколение, где есть братья и сестры, а уже скоро в основном будут семьи с одним ребенком. Многодетных семей в России всего 3,4%, и они не выживут без государственной поддержки. Нужно признать воспитание детей в многодетных семьях общественно полезным трудом, который адекватно оплачивается, и начислять трудовой стаж до достижения младшим ребенком 16 лет, считают депутаты Государственной думы.

Что же может спасти Европу от вымирания? Очевидно, только возврат к традиционным ценностям и здоровый образ жизни.

Прирост населения будет в третьих странах, где образование находится в ужасном состоянии, т. е. мир будет заселен невежественными людьми, если не будут приняты соответствующие меры. Например, в Китае есть 2–3 района на юге, где темпы экономического роста очень большие и они вытягивают показатели всей страны, но при этом подавляющая часть страны живет практически натуральным хозяйством и никаких предпосылок развития не имеет. В Шенчжене и Гуанчжоу расположено 75% всех предприятий. Сюда приезжают люди из всех районов страны работать вахтовым методом: три месяца работает один человек, потом на его место приезжает другой из той же деревни. Платят мало, и благосостояние растет не у всех жителей страны, а только у части населения развитых районов.

Очень скоро расслоение общества может привести к большим внутренним проблемам. По данным Индекса человеческого развития, который ежегодно публикует ООН, в десятку наиболее удобных для жизни государств мира ныне входят Норвегия, Исландия, Австралия, Ирландия, Швеция, Канада, Япония, Швейцария, Франция. Россия находится на 55-м месте. Список из 182 государств

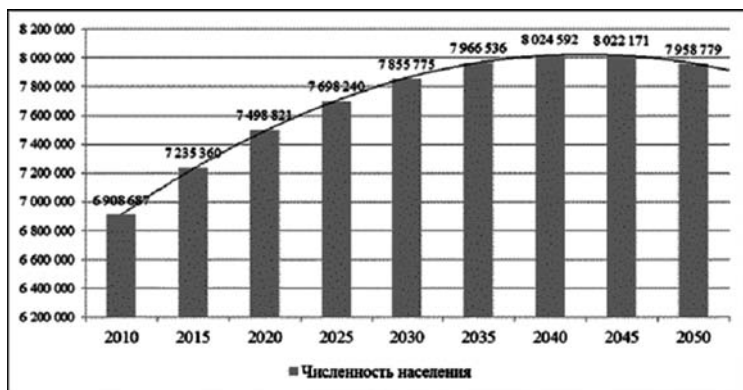


Рис. 80

*Прогнозируемое некоторыми учеными замедление и полное прекращение роста народонаселения Земли*  
<http://images.yandex.ru/yandsearch?text>

замыкают Нигер, Афганистан, Сьерра-Леоне — это страны с самым низким уровнем развития человеческого потенциала.

Грустная картина грядущих глобальных катастроф, предсказанная в работах Томаса Мальтуса в XIX в. и Пауля Эрлиха в XX в., ставится под сомнение некоторыми оптимистически настроенными учеными современности (рис. 80).

Так, изобретение средств по контролю рождаемости, а также дешевый и легкий доступ к ним навсегда изменили Западный мир. С тех пор как женщины цивилизованных стран получили больше контроля над своими детородными возможностями, уровень рождения детей там начал снижаться. Стало меньше нежелательных, т. е. незапланированных детей. Вот почему так важно предоставление легкого доступа к контрацептивам во всем мире. Эти меры, в сочетании с ростом уровня образованности среди женщин и высокими темпами урбанизации (городские женщины рожают меньше детей, чем сельские), могут в скором времени позволить всем странам мира сравняться с развитыми странами по уровню рождаемости.

И если описанные выше тенденции сохранятся, следует ожидать, что уровень жизни человека в Индии и Китае

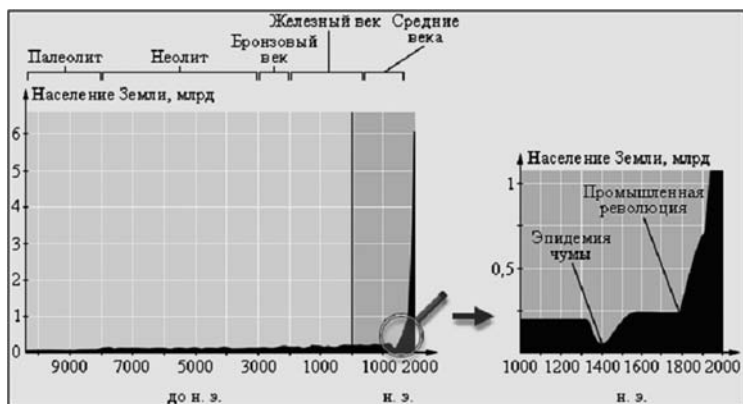


Рис. 81

Рост народонаселения в мире за последние 10 тысяч лет  
<http://images.yandex.ru/yandsearch?text>

(например) достигнет того же уровня, что и в Великобритании, США и Японии, уже к 2048 г. По мнению П. Дамандиса и Э. Маск, переход к новой энергетической модели, скорее всего, произойдет в течение ближайших 20 лет. Переход от ископаемого топлива (нефти, угля, газа) к солнечной энергетике не только обеспечит чистый и возобновляемый источник энергии, но и сделает ее более дешевой и доступной. С. Пинкер отметил, что мы живем без национальных войн достаточно длительное время — начиная с 1945 г., когда закончилась Вторая мировая война. И эта тенденция должна продолжаться.

В связи с вышесказанным весьма вероятно, что до 2050 г. рост населения нашей планеты должен стабилизироваться (рис. 81). Одинаковый с мужчинами доступ женщин к образованию и быстрая урбанизация должны сделать свое дело. Здесь прослеживается закономерность: чем выше уровень образованности женщин и чем более урбанизировано население, тем становится меньшим размер семьи. И пока текущие экономические тенденции развития будут сохраняться, пока будет обеспечиваться переход на новые источники энергии, а между странами не возникнет военных конфликтов, социально

обусловленные тенденции к снижению рождаемости также будут продолжаться.

Мы отдаем себе отчет, что сложно реализовать все факторы, участвующие в описанной здесь ситуации, которая вряд ли будет развиваться по приведенному сценарию. Но важнейшим моментом здесь является то, что все эти тенденции очень сильны и в настоящее время идут полным ходом. Именно поэтому исследователи демографии Земли из Автономного университета Мадрида (Испания) смогли сделать такой уверенный вывод из своих математических моделей о вероятности будущего сокращения численности населения планеты. А это означает, что в масштабе сотен лет динамика глобальных демографических изменений может стать на самом деле непредсказуемой. Очевидно всем, что Земля в 2050 г. будет выглядеть иначе, чем в наши дни, а указанные выше прогнозируемые модели имеют свои ограничения. Но сегодня все говорит о том, что население планеты достигнет, наконец, своего пика и стабилизируется. Однако в новом мире, где будет больше энергии и геополитической стабильности, появится искусственный интеллект и увеличится внеземное присутствие человека, популяционные показатели нашего вида могут начать изменяться самым неожиданным образом. Но это отдаленное время, где прогнозирование — деятельность неблагодарная.

В заключение следует отметить, что мудрое поведение людей по преодолению современных и возможных последствий демографического взрыва должно привести к стабилизации численности народонаселения Земли и его медленного снижения до оптимальных чисел. Такие прогнозы есть, и мы надеемся на то, что человек не зря назвал себя «разумным».

В. И. Вернадский писал: «Можно смотреть... на наше будущее уверенно. Оно в наших руках. Мы его не выпустим».



## ГЛАВА 6. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ СТРУКТУРНО- ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА

---

Процессы и функции изучаются в организме в целом, его системах, органах, тканях и клетках.

**Организм** — это открытая, самостоятельно существующая, саморегулирующаяся единица органического мира, которая реагирует как единое целое на изменение условий окружающей среды. Организм определенным образом организован. Различают системный, органный, тканевый, клеточный и молекулярный уровни организации организма.

**Клетка** — элементарная живая система, основная структурная и функциональная единица организма, способная к самообновлению, саморегуляции и самовоспроизведению. Клетки объединяются в ткани.

**Ткань** — совокупность клеток и межклеточного вещества, имеющих одинаковое происхождение, строение и выполняющих в организме определенную деятельность (например, мышечная ткань осуществляет сократительную деятельность). Ткани образуют органы.

**Орган** — это часть тела, имеющая определенную форму, состоящая из различных тканей и структур, которые объединены для выполнения специфического вида деятельности (например, почки — орган образования мочи). Органы объединены в системы.

**Система органов** — это объединение органов, совместно выполняющих общие функции (например, система кровообращения, обеспечивающая движение крови).

## ОСНОВЫ ФИЗИОЛОГИИ КЛЕТКИ

**Животная клетка** — это структурно-физиологическая единица тканей, органов, организма в целом. Деятельность клетки определяет деятельность ткани, органа и организма в целом.

Клетка — элементарная живая система, которая состоит из двух основных частей: ядерного аппарата и цитоплазмы, которые отделены оболочками друг от друга и от окружающей среды. Оболочка ядра называется ядерной оболочкой, а цитоплазмы — плазмолеммой (рис. 82). Животные клетки, в зависимости от специализации, имеют свое название: эпителиальные, соединительнотканнные, мышечные, нервные, костные, жировые, клетки крови (эритроциты, лейкоциты, тромбоциты и др.).

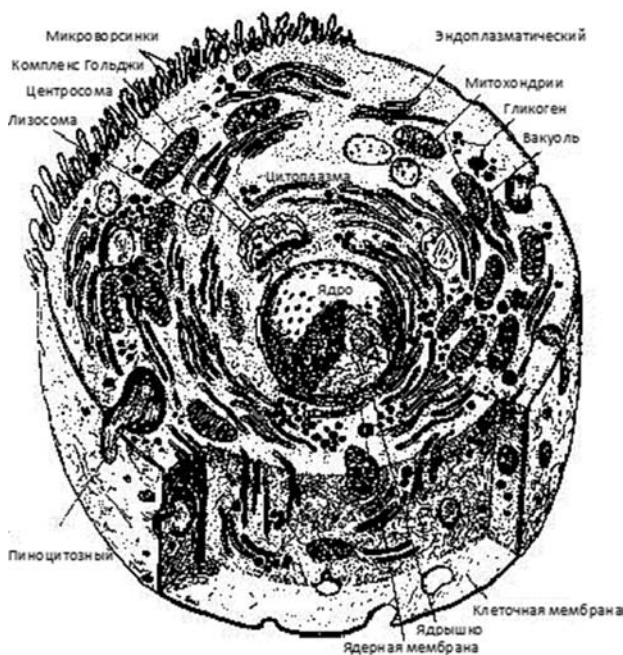


Рис. 82

*Клетка и ее компоненты*

## СТРУКТУРНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ КЛЕТКИ И ИХ РОЛЬ

**Плазматическая мембрана** состоит из двух слоев фосфолипидов и белков. Она образует поверхность клетки, играет роль в обмене веществ между клеткой и окружающей средой, обеспечивает взаимодействие между соседними клетками. Связь между клетками осуществляется за счет складок, слияния мембран, промежуточных контактов. Плазмолемма воспринимает информацию действия раздражителей с помощью специальных белков-ферментов. Через мембрану осуществляется обмен веществ между клеткой и окружающей средой за счет специальных белков-ферментов мембраны, называемых переносчиками.

**Цитоплазма** состоит из гиалоплазмы и структурных элементов (органелл). Гиалоплазма представляет собой сложную коллоидную систему, образованную белками, нуклеиновыми кислотами, липидами, углеводами, неорганическими соединениями и биологически активными веществами. Она имеет вид однородного стекловидного вещества. Гиалоплазма является внутренней средой клетки, в которой осуществляются все процессы обмена и поддерживается клеточный гомеостаз. К органеллам клетки относятся митохондрии, эндоплазматическая сеть, рибосомы, комплекс Гольджи, лизосомы, клеточный центр и ядро.

**Митохондрии**, или энергетические центры клетки, имеют вид небольших палочек или гранул и окружены двумя мембранами, внешняя мембрана — гладкая, а внутренняя образует складки (кристы). Митохондрии — самовоспроизводящиеся структуры, с собственной ДНК и рибосомной белоксинтезирующей системой. В митохондриях осуществляются процессы биологического окисления с участием кислорода и синтеза АТФ, т. е. они служат «энергостанцией» клетки.

**Эндоплазматическая сеть**, или ретикулум, представляет собой систему внутриклеточных канальцев, вакуолей и цистерн, ограниченных цитоплазматическими мембранами. Благодаря такому разделению внутреннего пространства достигается возможность одновременного осуществления различных процессов в разных зонах клетки.

Эндоплазматическая сеть обеспечивает транспорт веществ в клетке.

**Рибосомы** представляют собой образования, состоящие из двух субъединиц, содержащих почти равные количества белка и РНК. Рибосомы — это место синтеза клеточных белков. Наиболее активно синтез клеточных белков осуществляют рибосомы, связанные с мембранами эндоплазматической сети.

**Комплекс Гольджи** образован отдельными сферическими, палочковидными тельцами, на которых синтезируются полисахариды, гликопротеиды, накапливающиеся в гранулах секрета.

**Лизосомы** — это небольшие тельца, ограниченные однослойной мембраной, которые содержат ферменты гидролазы. С лизосомами связаны процессы внутриклеточного пищеварения и защитные реакции клетки.

**Клеточный центр** состоит из центриолей, которые имеют форму цилиндра. Он участвует в клеточных процессах: делении клетки, образовании цитоскелета.

**Ядро** — это важнейшая структура, в которой сосредоточена основная масса ДНК, являющаяся носителем генетической информации. Ядро находится в тесной взаимосвязи с цитоплазмой, со всеми органеллами клетки и, прежде всего, с рибосомами. В целом ядро выполняет генетическую и метаболическую роли, обеспечивает специфику клетки. Ядро состоит из ядерной оболочки, кариоплазмы, ядрышка и хромосом (хроматина).

**Ядерная оболочка** образована двумя липопротеидными мембранами, между которыми имеется пространство, сообщаемое с канальцами эндоплазматической сети. Оболочка пронизана порами, через которые в ядро проникают РНК, гистоны, протамины, рибонуклеазы и др.

**Кариоплазма** имеет однородную структуру. Основная часть кариоплазмы — это хроматин, в котором находятся хромосомные нити. Каждая хромосомная нить представляет собой цепь нуклеосом.

**Ядрышко** состоит из 3 компонентов: фибрилл, гранул и аморфного матрикса и обеспечивает образование рибосом.

## ТКАНИ ОРГАНИЗМА И ИХ СВОЙСТВА

В организме человека выделяют четыре основных типа тканей: эпителиальную, соединительную, мышечную и нервную. Эти ткани различаются по строению, происхождению и деятельности.

### ЭПИТЕЛИАЛЬНАЯ ТКАНЬ

Эпителиальная ткань образована эпителиальными клетками, которые плотно прилегают друг к другу, создавая непрерывный пласт. Между клетками имеются незначительные пространства, заполненные небольшим количеством межклеточного вещества. Эпителий расположен на базальной мембране, состоящей из коллагеновых волокон, под которой лежит соединительная ткань, обеспечивающая его питание. Кровеносных сосудов в эпителии нет.

Различают следующие виды эпителиальной ткани: *покрывную и железистую*.

### ПОКРОВНЫЙ ЭПИТЕЛИЙ

Покровный эпителий делится на *однослойный и многослойный*.

#### ПОКРОВНЫЙ ОДНОСЛОЙНЫЙ ЭПИТЕЛИЙ

Он подразделяется на однослойный *однорядный и многорядный*.

**Однослойный однорядный эпителий** состоит из одного слоя клеток, которые располагаются в один ряд, имеют одинаковую высоту. Их ядра находятся на одинаковом уровне. В зависимости от формы клеток он подразделяется на плоский, кубический и цилиндрический.

**Однослойный однорядный плоский эпителий** состоит из плоских клеток, содержащих мало цитоплазмы; выстилает камеры сердца, околосердечную сумку, стенки капилляров, альвеол легких, капсул нефронов почек, покрывает поверхность листков плевры, брюшину.

**Однослойный однорядный кубический эпителий** состоит из клеток кубической формы; находится в стенке извитых канальцев нефронов почек, протоках слюнных желез, поджелудочной железы и потовых желез.

**Однослойный однорядный цилиндрический, или призматический, эпителий** состоит из высоких узких клеток, на свободной (апикальной) поверхности которых нередко имеется или щеточная каемка (каемчатый эпителий) — выстилает поверхность слизистой оболочки желудка, кишечника, или реснички (мерцательный эпителий) — выстилает желудочки головного мозга, спинномозговой канал и яйцеводы.

**Однослойный многорядный эпителий** состоит из клеток разной формы и высоты, ядра которых лежат на разных уровнях в несколько рядов. Одни клетки — цилиндрические, имеющие на апикальном конце реснички, которые обращены в полость органа, другие — бокаловидные, образующие и выделяющие слизь. Однослойный многорядный мерцательный эпителий выстилает слизистую оболочку трахеи и бронхов. Движения его ресничек выталкивают инородные частицы, попавшие в дыхательные пути и прилипшие к слизи, наружу.

### **ПОКРОВНЫЙ МНОГОСЛОЙНЫЙ ЭПИТЕЛИЙ**

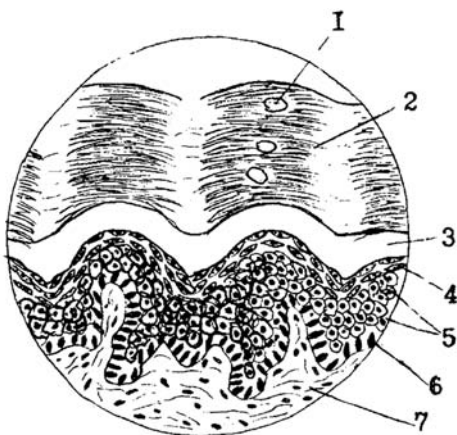
Покровный многослойный эпителий состоит из нескольких слоев клеток, но только нижний слой расположен на мембране. Он делится на плоский и переходный, плоский — на *ороговевающий* и *неороговевающий*.

**Многослойный плоский ороговевающий эпителий** состоит из 5 слоев: базального, шиповатого, зернистого, блестящего и рогового. Базальный слой — это один ряд цилиндрических клеток; шиповатый — несколько рядов клеток многоугольной формы с шипиками, непрерывно размножающихся; зернистый — несколько рядов уплощенных клеток, содержащих кератогиалин; блестящий — однородная масса, состоящая из плоских клеток, которые постепенно превращаются в роговые чешуйки; роговой — роговые чешуйки, в которых нет ядер и накоплен кератин.

**Рис. 83**

*Плоский многослойный эпителий кожи (эпидермис)*

1 — выводной проток потовой железы; 2 — собственно роговой слой; 3 — блестящий слой; 4 — зернистый слой; 5 — слой шиповатых клеток; 6 — цилиндрический слой; 7 — соединительная ткань.



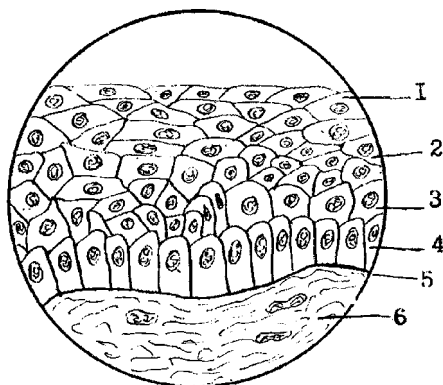
Этот вид эпителия образует наружный слой кожи (эпидермис) и выполняет защитную функцию (рис. 83).

**Многослойный плоский неороговевающий эпителий** состоит из 3 слоев клеток: базального, среднего и поверхностного. Базальный слой представлен клетками цилиндрической формы, которые постоянно размножаются; средний слой — несколькими рядами клеток неправильной многоугольной формы с короткими отростками-шипиками; поверхностный слой — плоскими клетками, которые постепенно отмирают и отпадают с поверхности эпителия. Этот вид эпителия покрывает наружную поверхность роговицы

**Рис. 84**

*Плоский многослойный эпителий роговицы*

1 — клетки поверхностного слоя; 2 — клетки более глубоких слоев; 3 — слой крылатых клеток; 4 — слой цилиндрических клеток; 5 — базальная мембрана; 6 — соединительная ткань.



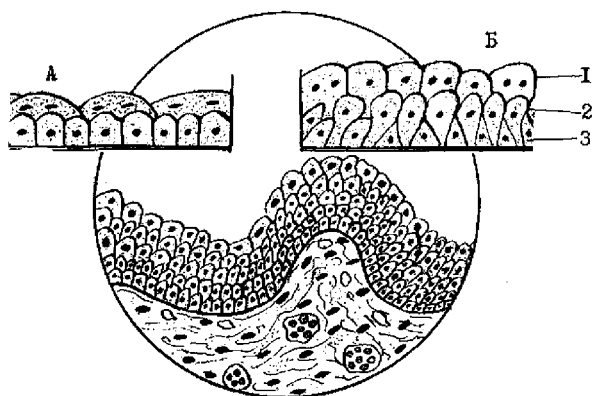


Рис. 85

*Переходный эпителий*

А — в растянутом и Б — в сжавшемся органе; 1–3 — слои эпителия.

глаза, повышает ее устойчивость к механическим воздействиям (рис. 84).

**Многослойный переходный эпителий (переходный эпителий)** состоит из 3 слоев клеток: базального, среднего и покровного. Базальный слой образован мелкими уплотненными постоянно делящимися клетками; средний — клетками грушевидной формы, которые плотно прилегают друг к другу; покровный — крупными многоядерными пирамидальной формы клетками (рис. 85).

Переходный эпителий выстилает слизистую оболочку мочевыводящих путей: почечных чашечек, лоханки, мочеточников, мочевого пузыря и частично мочеиспускательного канала. Он защищает названные органы от воздействия мочи.

### **ЖЕЛЕЗИСТЫЙ ЭПИТЕЛИЙ**

Железистый эпителий состоит из железистых клеток, которые образуют и выделяют секрет. Они составляют основную массу желез внешней (железы кожи, пищеварительные и др.) и внутренней секреции.

Их функция — образование пищеварительных соков, пота и гормонов.



## СОЕДИНИТЕЛЬНАЯ ТКАНЬ

**Соединительная ткань** включает соединительнотканые клетки (фибробласты, фиброциты, макрофаги, тучные клетки, плазматические клетки, жировые клетки и др.), которые обычно не прилегают друг к другу, пространства между ними заполнены межклеточным веществом (основное вещество — коллагеновые и эластические волокна). Различают следующие виды соединительной ткани: *плотную, рыхлую, хрящевую, костную, кровь и лимфу*.

### ПЛОТНАЯ СОЕДИНИТЕЛЬНАЯ ТКАНЬ

Плотная соединительная ткань подразделяется на неоформленную и оформленную коллагеновую и оформленную эластическую. Она выполняет покровную, защитную и двигательную функции.

**Плотная неоформленная коллагеновая соединительная ткань** состоит из толстых коллагеновых пучков, идущих в разных направлениях, содержит мало основного вещества, эластических волокон и клеток. Она формирует сетчатый слой собственно кожи (рис. 86).

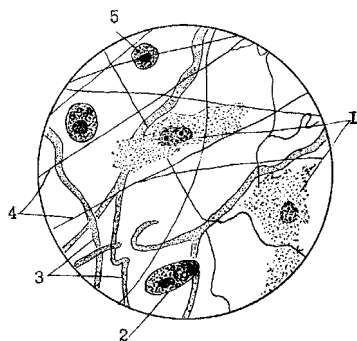
**Плотная оформленная коллагеновая соединительная ткань** — это жесткая блестящая ткань с ясно выраженной структурой из коллагеновых волокон, собранных в многочисленные пучки, параллельные друг другу. Между волокнами и вдоль пучков располагаются ряды фибробластов. Она образует сухожилия, некоторые связки, входит в состав склеры и роговицы глаза, капсулы почек, надхрящницы и надкостницы. Плотная оформленная эластическая соединительная



Рис. 86

*Плотная неоформленная  
соединительная ткань*

1 — прослойка рыхлой соединительной ткани; 2 — коллагеновые пучки;  
3 — ядро фиброцита.



**Рис. 87**

*Рыхлая неоформленная  
соединительная ткань*

1 — фибробласты; 2 — гистиоцит; 3 — коллагеновые волокна; 4 — эластические волокна; 5 — лейкоцит.

ткань образована, в основном, рыхлым беспорядочным переплетением разветвленных желтых эластических волокон. По всему основному веществу ткани разбросаны фибробласты и небольшое количество тонких коллагеновых волокон. Она образует некоторые связки, входит в состав оболочек артериальных сосудов, структур легких и воздухоносных путей.

### **РЫХЛАЯ СОЕДИНИТЕЛЬНАЯ ТКАНЬ**

Рыхлая соединительная ткань состоит из прозрачного полужидкого основного вещества, которое преобладает над волокнами (рис. 87). Пучки коллагеновых и рыхлые переплетения тонких прямых эластических волокон разбросаны по основному веществу. В основном веществе имеются разные типы клеток: макрофаги, фибробласты, тучные, плазматические, жировые, пигментные клетки и лейкоциты. Ткань образует подкожную жировую клетчатку, околосердечную сумку, брыжжейки. Она соединяет кожу с мышцами, удерживает органы в определенном положении, заполняет промежутки между органами, покрывает кровеносные сосуды и нервы на входе в органы и выходе из них, осуществляет терморегуляцию тела.

### **ХРЯЩЕВАЯ СОЕДИНИТЕЛЬНАЯ ТКАНЬ**

Хрящевая соединительная ткань состоит из клеток (хондробластов и хондроцитов) и небольшого количества межклеточного вещества (основное вещество, коллагеновые и эластические волокна). Хондробласты — овальные, удлиненные, способные к делению клетки, располагающиеся

в поверхностных слоях хряща. В процессе развития они превращаются в хондроциты — зрелые клетки хряща, которые располагаются отдельно или группами в особых полостях межклеточного вещества. В составе основного вещества содержатся кислые мукополисахариды, белки, липиды и соли.

Хрящевая соединительная ткань обеспечивает сглаживание трущихся поверхностей костей, защиту от деформации дыхательных путей и ушных раковин.

В организме имеются гиалиновый, желтый эластический и белый волокнистый хрящи.

**Желтый эластический хрящ** состоит из хондробластов и хондроцитов, расположенных поодиночке и группами, и межклеточного вещества, содержащего большое количество эластических волокон. Эластические волокна образуют густую сеть и обуславливают эластичность хряща. Этот вид хряща образует ушные раковины, наружный слуховой проход, евстахиевы трубы, надгортанник.

**Гиалиновый хрящ** имеет полупрозрачный голубовато-белый цвет, состоит главным образом из хондробластов и межклеточного вещества с коллагеновыми волокнами, внутри него встречаются одиночные хондроциты (рис. 88). Он образует реберные хрящи, хрящевой слой гортани, трахеи и бронхов, покрывает суставные поверхности костей.

**Белый волокнистый хрящ** состоит из хондробластов и хондроцитов и небольшого количества основного вещества. В основном веществе находятся параллельно расположенные пучки белых коллагеновых волокон, между ними

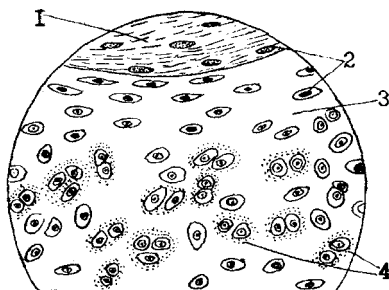


Рис. 88

*Гиалиновый хрящ*

- 1 — надхрящница; 2 — хондробласты; 3 — межклеточное вещество; 4 — изогенные группы хондроцитов.

рядами располагаются клетки. Он образует межпозвоночные диски, сращение лонных костей, встречается в местах прикрепления связок и сухожилий к костям.

## КОСТНАЯ СОЕДИНИТЕЛЬНАЯ ТКАНЬ

Костная соединительная ткань состоит из клеток и плотного межклеточного вещества и образует костные пластинки. Костные клетки представлены *остеобластами* (крупные клетки овальной формы, со всеми компонентами животной клетки, их много у растущего организма), *остеокластами* (гигантские клетки с большим количеством ядер, со всеми компонентами животной клетки, в них много лизосом с активными ферментами, обеспечивающими рассасывание костной ткани) и *остеоцитами* (слабо проявляющие деятельность остеобласты, замурованные в минеральное вещество кости, имеющие много отростков и лежащие в костных полостях). Межклеточное вещество состоит из основного вещества, оссеиновых волокон, близких по химическому составу коллагеновым, и неорганических веществ.

Костная ткань образует кости скелета (губчатое и компактное вещество кости) и выполняет опорную, двигательную и защитную функции.

## КРОВЬ И ЛИМФА

**Кровь** — жидкая соединительная ткань, имеет красный цвет, обусловленный эритроцитами (красные кровяные тельца). Она состоит из жидкой части — плазмы крови и форменных элементов: эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов.

Кровь находится в кровеносной системе организма и является основным компонентом его внутренней среды. Она обеспечивает транспорт кислорода и углекислого газа, питательных веществ, продуктов обмена веществ и гормонов.

**Лимфа** — жидкая соединительная ткань, прозрачная, соломенно-желтого цвета. Она состоит из плазмы и

лейкоцитов (белых кровяных телец), находится в лимфатических сосудах и узлах. Лимфа выполняет защитную, транспортную и питательную роли.

## **МЫШЕЧНАЯ ТКАНЬ**

Мышечная ткань состоит из сильно вытянутых мышечных клеток. Различают следующие виды мышечной ткани: поперечно-полосатую скелетную, поперечно-полосатую сердечную и гладкую (см. рис. 89).

**Поперечно-полосатая мышечная скелетная ткань** образована длинными, цилиндрической формы клетками (миоцитами, мышечными волокнами). Они имеют все компоненты животной клетки, содержат множество ядер по периферии и сократительные нити (миофибриллы) в центре. Миофибриллы — тонкие нити, состоящие из протофибрилл, представляющих собой нити белков актина и миозина. Длина мышечных волокон в отдельных мышцах человека достигает 14 см, диаметр — 10–200 мкм. Мышечные волокна имеют поперечную исчерченность, обусловленную расположением протофибрилл и преломлением света. Исчерченность видна под микроскопом.

Миоциты плотно прилегают друг к другу, погружены в опорную соединительную ткань и образуют скелетные мышцы.

Поперечно-полосатая мышечная скелетная ткань выполняет сократительную, депонирующую питательные вещества и теплообразующую роли.

**Поперечно-полосатая сердечная мышечная ткань** состоит из миоцитов почти прямоугольной формы, длиной до 120 мкм. Они имеют все компоненты животной клетки, содержат одно ядро в центре, много митохондрий в цитоплазме и миофибриллы в периферической зоне, обеспечивающие поперечную исчерченность.

Сердечная мышечная ткань образует мышцу сердца (миокард), в которой миоциты своими концами соединяются через вставочные диски друг с другом, образуя «функциональный синтиций» (сращение).

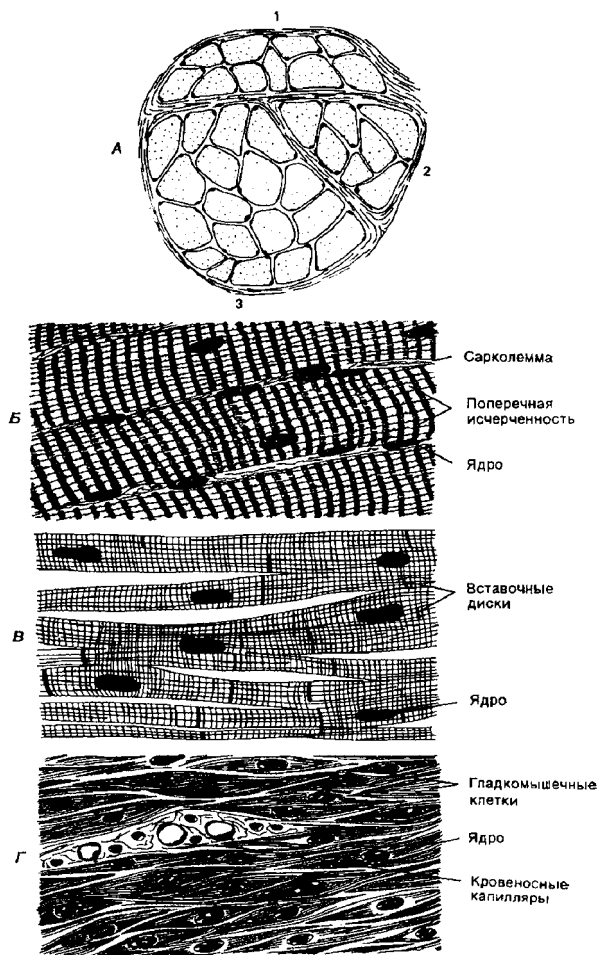


Рис. 89  
Мышечные ткани

А — поперечное сечение скелетной мышцы; видны три мышечных пучка — 1, 2, 3, состоящие из волокон, и соединительнотканые прослойки между волокнами и пучками; Б — продольное сечение скелетной мышцы; видны отдельные волокна, сарколемма и поперечная исчерченность (темные и светлые полосы); В — сердечная мышца; видны поперечная исчерченность и области соединения волокон (вставочные диски); Г — гладкая мышца; видны отдельные клетки без поперечной исчерченности.

Поперечно-полосатая сердечная мышечная ткань обеспечивает сократительную деятельность сердца.

**Гладкая мышечная ткань** образована мышечными клетками веретеновидной формы, длиной 20–500 мкм, диаметром 4–8 мкм. Миоциты имеют все компоненты животной клетки. Особенностью их является ядро, расположенное в центре, и сократительный аппарат, представленный нерегулярно распределенными в периферической зоне цитоплазмы миозиновыми и актиновыми протофибриллами. Поэтому гладкие мышечные волокна не имеют поперечной исчерченности.

Гладкая мышечная ткань образует мышцы стенки пищеварительного тракта, кровеносных сосудов, кожи. В них миоциты, соединяясь между собой наружными слоями мембран в отдельных участках (нексусах), образуют «функциональный синтиций».

Роль гладкой мышечной ткани — обеспечение сократительной деятельности внутренних полых органов (желудка, кишечника, мочевого пузыря, матки и др.), кровеносных сосудов; поднятие волос на коже.

## **НЕРВНАЯ ТКАНЬ**

Нервная ткань состоит из нервных клеток (нейроциты, нейроны) и клеток нейроглии: макроглии (астроциты, олигодендроглиоциты, эпендимоциты) и микроглии (глияльные макрофаги). Нейрон имеет характерную форму: состоит из тела и двух видов отростков (дендриты — короткие, ветвящиеся, и аксон — длинный, маловетвящийся). Нервные клетки разнообразны по величине и форме: овальные, треугольные, многоугольные, пирамидные, веретенообразные, звездчатые и др. По количеству отростков различают следующие виды нейронов: униполярные (имеют только один отросток — аксон), биполярные (имеют два отростка — дендрит и аксон) и мультиполярные (имеют несколько дендритов и один аксон). Цитоплазма нейрона содержит все компоненты животной клетки и специфические образования: тигроидное вещество (гранулярная

эндоплазматическая сеть, активно синтезирующая белок) и нейрофибриллы (тонкие нити, отражающие определенную линейную ориентацию белковых молекул в цитоплазме).

Клетки нейроглии обеспечивают опорную и трофическую роли по отношению к нейронам.

Нервная ткань образует головной и спинной мозг (центральная нервная система), периферические нервные узлы и нервы (периферическая нервная система).

Роль нервной ткани заключается в обеспечении передачи возбуждения от рецепторов в центральную нервную систему, анализа и синтеза полученной информации, рождения собственной информации, передачи собственной информации к рабочим органам. В связи с этим различают нейроны рецепторные (чувствительные), вставочные (контактные, промежуточные) и двигательные (моторные, эффекторные).



## ГЛАВА 7. СИСТЕМЫ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА

---

### ОБЩИЙ ОБЗОР

Организм человека представляет собой совокупность различно локализованных структур и процессов, объединяющихся в системы, которые обеспечивают конкретные приспособительные реакции. В связи с этим в организме человека различают следующие системы (см. рис. 90, 91):

- нервную;
- эндокринную (железы внутренней секреции);
- анализаторов (рецепции);
- опорно-двигательную;
- крови;
- иммунную;
- сердечно-сосудистую;
- дыхательную;
- пищеварительную;
- обмена веществ и энергии;
- выделительную;
- половую.

Особое место принадлежит нервной и эндокринной системам, которые обеспечивают регуляцию процессов жизнедеятельности и функций тканей, органов и объединяют организм в единое целое. Регуляция, осуществляемая нервной и эндокринной системами, называется нервно-гормональной. Нервная система осуществляет свою деятельность по принципу рефлекса, эндокринная система — посредством образования и выделения биологически

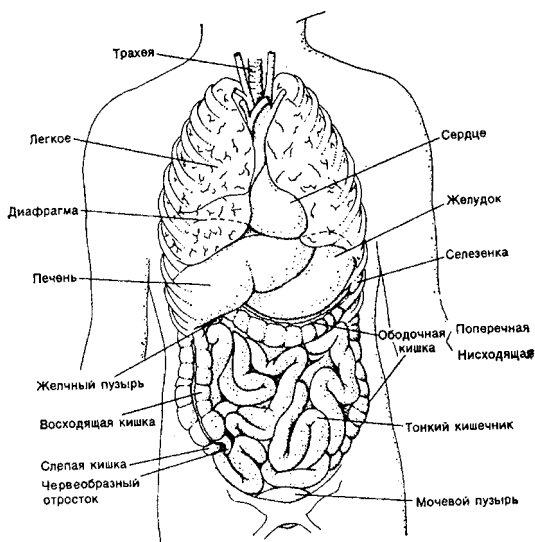


Рис. 90

*Внутренние органы человека*

активных веществ — гормонов. Приспособление деятельности органов и организма к меняющимся условиям внешней и внутренней среды осуществляется в случае, когда изменения воспринимаются и оцениваются анализаторами.

Опорно-двигательная система состоит из скелета, скелетной мускулатуры, суставов, связок и хрящей и обеспечивает положение тела, перемещение его в пространстве, защиту органов от повреждений.

Кровь вместе с тканевой жидкостью и лимфой образуют внутреннюю среду организма, обеспечивают ее постоянство, необходимое для жизнедеятельности клеток, тканей и органов.

Иммунная система (лимфоидные органы и клетки) посредством гуморальных и клеточных механизмов обеспечивает защиту организма от чужеродных тел и веществ, генетический гомеостаз (постоянство).

Система кровообращения (сердце и сосуды) обеспечивает кровяное давление и движение крови по организму, определяет кровоснабжение тканей и органов.

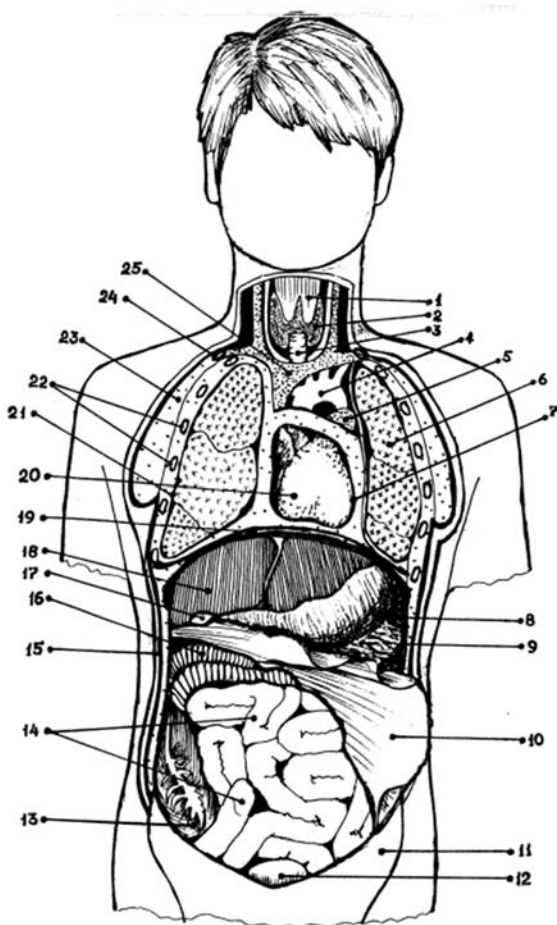


Рис. 91

*Некоторые органы человека*

1 — гортань; 2 — щитовидная железа; 3 — трахея; 4 — аорта; 5 — легочная артерия; 6 — левое легкое (отвернуто, чтобы обнажить сердце); 7 — околосердечная сумка; 8 — селезенка; 9 — желудок; 10 — саленник; 11 — брюшина (оболочка, выстилающая брюшную полость); 12 — мочевого пузыря; 13 — слепая кишка; 14 — тонкие кишки; 15 — кожа с подкожной клетчаткой; 16 — толстые кишки; 17 — желчный пузырь; 18 — печень; 19 — диафрагма; 20 — сердце; 21 — плевра; 22 — ребра (в разрезе); 23 — мышцы грудной стенки; 24 — ключица (в разрезе); 25 — верхняя полая вена.

Система дыхания (носовая полость, носоглотка, гортань, трахея, бронхи, легкие, плевра, грудная клетка, дыхательные и выдыхательные мышцы) обеспечивает газообмен между организмом и внешней средой, поддержание постоянства кислорода и углекислого газа в крови и тканях.

Система пищеварения (органы ротовой полости, глотка, пищевод, желудок, кишечник, пищеварительные железы) обеспечивает прием пищи, ее физико-химическое превращение, всасывание питательных, минеральных веществ, витаминов и воды, выведение непереваренных остатков пищи.

Система обмена веществ и энергии (все ткани и органы человека) обеспечивает использование всосавшихся питательных, минеральных веществ, витаминов и воды для процессов жизнедеятельности, освобождение, превращение и использование образовавшейся энергии, выведение образовавшихся конечных продуктов обмена веществ и энергии (тепла) из организма.

Выделительная система (почки и мочевыводящие пути, кожа, пищеварительные органы и легкие) обеспечивает выведение из организма образовавшихся конечных продуктов обмена веществ и энергии, чужеродных веществ.

Система размножения (мужские и женские половые органы) обеспечивает воспроизведение и сохранение человека как вида в природе.

## ИНТЕГРИРУЮЩИЕ СИСТЕМЫ

### НЕРВНАЯ СИСТЕМА

Структурно-функциональной единицей нервной системы является *нейрон*.

Он состоит из тела и отростков двух видов: длинного неветвящегося аксона и коротких ветвящихся дендритов. Тело нейрона выполняет трофическую роль по отношению к отросткам. Аксон проводит возбуждение от тела нейрона, а дендриты — к телу нейрона (рис. 92).

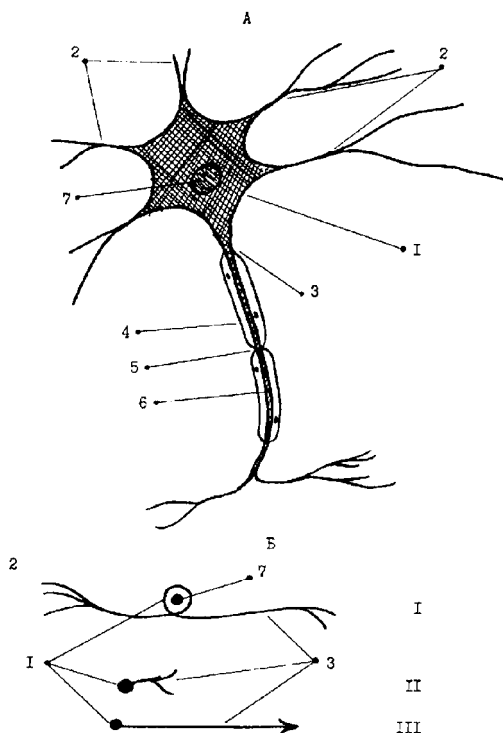


Рис. 92

*Нейрон и его компоненты*

*А* — нервная клетка; *Б* — схематичное изображение нервных клеток. *I* — афферентный нейрон; *II* — контактный нейрон; *III* — эфферентный нейрон; *1* — тело нейрона; *2* — дендриты; *3* — аксон; *4* — Шванновская клетка; *5* — перехват Ранвье; *6* — цитоплазматическая мембрана; *7* — ядро нервной клетки.

Нервная система человека подразделяется на центральную и периферическую. Центральная нервная система (ЦНС) состоит из нейронов и клеток нейроглии, периферическая — из отростков нейронов и периферических ганглиев (узлов). К центральной нервной системе относят головной и спинной мозг, к периферической — 12 пар черепномозговых, 31 пару спинномозговых нервов и нервные узлы.

По функциям нервную систему делят на соматическую, регулирующую деятельность скелетных мышц и органов чувств, и вегетативную (симпатическую, парасимпатическую и метасимпатическую), регулирующую деятельность внутренних органов, сосудов и желез.

В центральной нервной системе тела нейронов и их дендриты образуют серое вещество, а аксоны — белое вещество.

Каждый нейрон в центральной нервной системе выполняет 3 физиологические роли:

1) генерирует (рождает) собственные импульсы, что свойственно телу нейрона;

2) проводит генерированные импульсы (возбуждение) к другому нейрону или органу, что присуще аксону;

3) воспринимает и проводит нервные импульсы (присуще дендритам).

Благодаря физиологическим ролям нейронов осуществляются функции центральной нервной системы — регуляция процессов жизнедеятельности и функций тканей, органов, систем и организма в целом и в связи с условиями окружающей среды.

## ПРИНЦИПЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Приспособление (регуляция) процессов жизнедеятельности организма к меняющимся условиям среды осуществляется по принципу рефлекса и по принципу функциональных систем.

**Регуляция деятельности органов и систем организма по принципу рефлекса** глубоко изучена и оформлена в учении И. М. Сеченова, И. П. Павлова. Деятельность нервной системы по принципу рефлекса называется *рефлекторной деятельностью*.

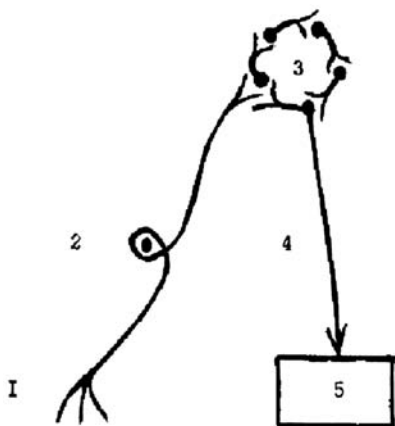
Рефлекс — это закономерная ответная реакция организма на раздражение рецепторов, осуществляемая с участием центральной нервной системы.

Рефлекс осуществляется через специальное структурное образование нервной системы, которое называется

Рис. 93

*Схема регуляции по принципу рефлекса. Рефлекторная дуга*

1 — рецептор; 2 —  
афферентный путь;  
3 — нервный центр; 4 —  
эфферентный путь; 5 —  
рабочий орган (любой орган  
организма).



рефлекторной дугой (рис. 93). Каждая рефлекторная дуга образована тремя видами нейронов: чувствительными (рецепторными), контактными (промежуточными, интернейронами, вставочными), двигательными (эффекторными) и исполнительными органами (эффекторами).

Рецепторные нейроны расположены вне ЦНС, промежуточные и двигательные — в ЦНС. Рефлекторная дуга может быть образована разным числом нейронов всех 3 видов (от 2–3 до нескольких сотен).

В свою очередь в рефлекторной дуге различают 5 структурно-функциональных звеньев:

- 1) рецептор;
- 2) афферентный (или центростремительный) путь;
- 3) нервный центр;
- 4) эфферентный (или центробежный) путь;
- 5) рабочий орган.

*Рецептор* — это образование, воспринимающее раздражение. Он представляет собой окончание дендрита рецепторного нейрона.

*Центростремительный (афферентный) путь* образован рецепторным нейроном. Он проводит возбуждение от рецептора к нервному центру.

*Нервный центр* образован большим количеством контактных и двигательных нейронов. Это сложное обра-

зование рефлекторной дуги, представляющее собой ансамбль нейронов, расположенных в различных отделах ЦНС, включая кору больших полушарий, и обеспечивающее конкретную приспособительную реакцию.

Нервному центру присущи 4 физиологические роли: восприятие импульсов от рецепторов через афферентный путь, анализ и синтез воспринятой информации, передача сформированной программы (потока импульсов) по центробежному пути и восприятие обратной информации с исполнительного органа о выполнении программы о совершенном действии.

*Центробежный (эфферентный) путь* образован аксоном двигательного нейрона и проводит возбуждение от нервного центра к рабочему органу.

*Рабочий (исполнительный) орган* — это тот или иной орган, осуществляющий свойственную ему деятельность.

Через рефлекторные дуги обеспечиваются ответные приспособительные реакции на действие раздражителей — рефлексы.

Рефлексы человека и животных разнообразны. Их классифицируют по ряду признаков. Например, по биологическому значению их делят на половые, пищевые, оборонительные и т. д. Все рефлексы разделяют на безусловные и условные.

*Безусловные рефлексы* — это врожденные, наследственно передающиеся реакции организма, осуществляемые всеми отделами ЦНС, имеющие представительство в моторной зоне коры больших полушарий.

*Условные рефлексы* — это рефлексы, приобретенные организмом в процессе его индивидуальной жизни. Они непостоянны и не закрепляются генетически, осуществляются при обязательном участии коры больших полушарий головного мозга.

Каждый рефлекс в организме имеет свое название, определяемое реакцией, которую он обеспечивает (например, рефлекс сосания, глотания, чихания и т. д.).

Рефлексы в организме чаще осуществляются с участием гормонов желез внутренней секреции. Совместная



рефлекторно-гормональная регуляция является основной формой регуляции в организме.

**Регуляция по принципу функциональных систем.** В последние годы учение о рефлекторно-гормональной регуляции расширил П. К. Анохин. Он разработал и оформил учение о функциональных системах организма.

*Функциональная система* — это широкое объединение различно локализованных структур и процессов организма в целях обеспечения той или иной конкретной приспособительной реакции. Каждая функциональная система имеет свое название, связанное с конкретным приспособительным эффектом. Например, функциональная система, обеспечивающая поддержание оптимального для метаболизма газового состава организма; функциональная система, обеспечивающая физико-химическое превращение веществ и всасывание продуктов превращения и осбодившихся веществ в пищеварительном аппарате и др.

Функциональная система включает в себя определенные звенья, которые имеют различную физиологическую значимость. Они объединяются между собой, составляя ее архитектуру (см. рис. 94).

Архитектура функциональной системы включает в себя следующие звенья:

1) звено пусковой афферентации, представленное рецепторами и афферентными проводниками, которое воспринимает изменение окружающей среды и передает полученную информацию в ЦНС;

2) центральное звено (нервный центр), включающее многочисленные нейроны, расположенные в различных отделах ЦНС, которое вырабатывает программу действия;

3) эфферентное звено, представленное эфферентными проводниками и железами внутренней секреции с гормонами, которое передает программу действия на периферические исполнительные органы;

4) звено периферических исполнительных органов. Оно может быть представлено отдельными структурами различных органов, которые выполняют программу действия;

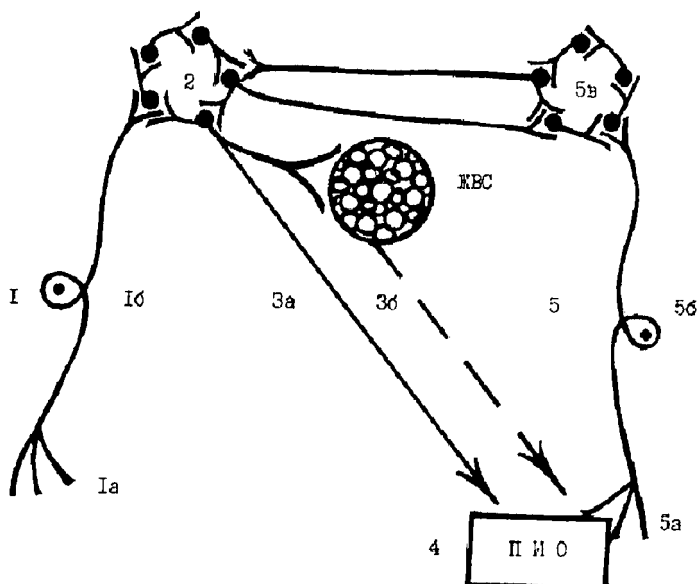


Рис. 94

*Схема регуляции по принципу функциональных систем.  
Архитектура функциональной системы*

1 — звено пусковой афферентации; 1а — рецепторы; 1б — афферентный путь; 2 — центральное звено; 3 — эфферентное звено; 3а — эфферентные нервные проводники; 3б — железы внутренней секреции (ЖВС) и их гормоны; 4 — звено периферических исполнительных органов (П И О); 5 — звено обратной афферентации; 5а — рецепторы результата действия; 5б — афферентные нервные проводники; 5в — акцептор действия.

5) звено обратной афферентации:

а) рецепторы, которые воспринимают результаты ответной реакции исполнительного органа,

б) специальные афферентные проводники, которые проводят информацию с этих рецепторов и

в) совокупность нейронов в нервном центре (акцептор действия), которая обеспечивает сопоставление программы действия с результатами ответной реакции исполнительного органа.

**Принцип работы функциональной системы.** Звено пусковой афферентации воспринимает изменение среды и

передает информацию в нервный центр. Он осуществляет анализ и синтез этой информации, формирует программу действия и передает ее на эфферентное звено и на акцептор действия.

Программа действия по эфферентному звену поступает к периферическим исполнительным органам. Они осуществляют ответную реакцию на программу. Ответная реакция характеризуется определенным результатом действия. Он оценивается по параметрам действия (объем, количество, качество и пр.).

Параметры действия и ответная реакция воспринимаются звеном обратной афферентации (рецепторами звена) и передаются в акцептор действия.

В акцепторе действия осуществляется сопоставление параметров действия с программой действия. Если они совпадают — тогда программа действия становится санкционирующей (постоянной). Если они не совпадают, тогда программа действия в центральном звене разрушается и формируется новая программа действия. При формировании новой программы действия используется дополнительная информация.

## **ЦЕНТРАЛЬНАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА**

### *СПИННОЙ МОЗГ*

Спинной мозг находится в позвоночном канале. Он имеет вид белого тяжа, уплощенного в переднезаднем направлении, длиной около 45 см. Вверху, через большое затылочное отверстие, спинной мозг переходит в продолговатый мозг, а внизу заканчивается на уровне верхнего края поясничного позвонка концевой нитью, которая прикрепляется к первому сегменту копчика. По передней и задней поверхностям спинного мозга проходят продольные борозды, которые делят его на не полностью симметричные половины, в центре проходит спинномозговой канал, заполненный спинномозговой жидкостью. Спинной мозг состоит из серого и белого вещества. Серое

вещество находится в центре мозга, вокруг спинномозгового канала, а белое — на периферии. На горизонтальном разрезе спинного мозга серое вещество имеет форму бабочки. В нем различают передние и задние рога, передние — шире задних.

В передних рогах находятся двигательные нейроны, осуществляющие передачу информации от ЦНС к рабочим органам, в задних рогах — вставочные, обеспечивающие связь нейронов спинного мозга между собой. Тела чувствительных (рецепторных) нейронов расположены не в спинном мозге, а по ходу нервов, в спинномозговых узлах.

В грудно-поясничном отделе спинного мозга имеются еще боковые рога, состоящие из симпатических нервных клеток.

От клеток передних рогов отходят аксоны. Эти отростки образуют пучки — передние корешки (двигательные), идущие к межпозвоночным отверстиям. К задним рогам спинного мозга подходят пучки нервных волокон, носящие название задних корешков (чувствительных). Они состоят из отростков клеток спинномозговых узлов.

В каждом межпозвоночном отверстии двигательный и чувствительный корешки соединяются, образуя спинномозговой нерв. Спинномозговых нервов в организме человека 31 пара.

Участок спинного мозга, соответствующий одной паре спинномозговых нервов, называется сегментом. Таких сегментов 31: 8 шейных, 12 грудных, 5 поясничных, 5 крестцовых и 1 копчиковый.

Белое вещество каждой половины спинного мозга разделяется на три столба: передний, боковой и задний. В них проходят отростки нейронов, сгруппированные в пучки, называемые проводящими путями и соединяющие разные отделы спинного мозга между собой и спинной мозг с головным. Одни проводящие пути являются восходящими, другие — нисходящими.

Ниже уровня спинного мозга в позвоночном канале находится так называемый конский хвост, состоящий из корешков нижних спинномозговых нервов (поясничных,

крестцовых и копчикового). Спинной мозг и конский хвост покрыты тремя оболочками: твердой, паутинной и мягкой.

Спинной мозг осуществляет две функции: рефлекторную и проводниковую.

**Рефлекторная функция.** Спинной мозг получает информацию с рецепторов кожи, мышц, внутренних органов и иннервирует всю скелетную мускулатуру, кроме мышц головы. С участием спинного мозга осуществляется целый ряд наиболее простых рефлексов: сгибания и разгибания конечностей, потоотделения, мочеиспускания, дефекации и др.

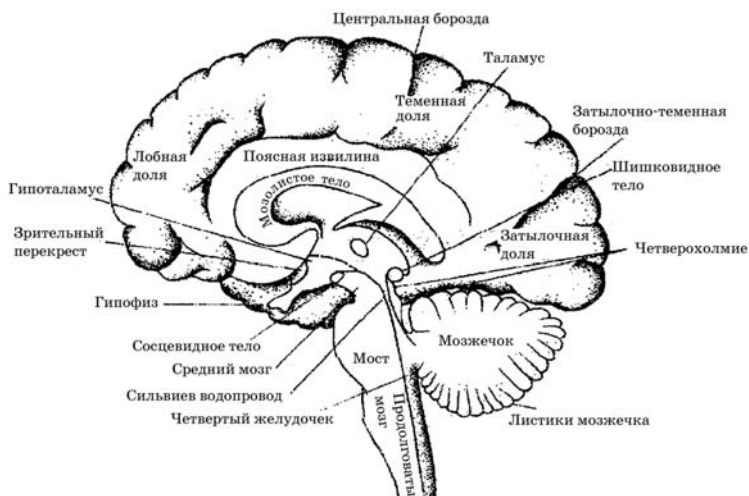
Все рефлексы спинного мозга в естественных условиях осуществляются с участием головного мозга, включая кору больших полушарий. Рефлексы спинного мозга — безусловные рефлексы.

**Проводниковая функция** осуществляется за счет наличия в спинном мозге проводящих путей. Проводящие пути (белое вещество спинного мозга) проводят импульсы от головного мозга ко всем областям тела и обратно, т. е. различают восходящие и нисходящие пути. По восходящим путям в головной мозг передаются центростремительные импульсы от кожи, мышц и т. д. По нисходящим путям центробежные импульсы передаются от головного мозга в спинной.

### *ГОЛОВНОЙ МОЗГ*

Головной мозг находится в полости черепа. Масса его у взрослого человека в среднем составляет 1280–1380 г, у новорожденного — 370–400 г.

Головной мозг состоит из следующих образований: продолговатого мозга, варолиева моста, мозжечка, среднего, промежуточного мозга, ретикулярной формации, подкорковых (базальных) ядер, лимбической системы и коры больших полушарий головного мозга. Продолговатый мозг, варолиев мост, средний и промежуточный мозг образуют ствол головного мозга, подкорковые ядра, лимбическая система и кора больших полушарий — большие полушария (рис. 95).



**Рис. 95**

*Головной мозг и его отделы*

Внутри головного мозга имеются сообщающиеся между собой полости — мозговые желудочки. Они являются продолжением спинномозгового канала. Их четыре: два боковых — в больших полушариях, третий — в промежуточном мозге, четвертый является общей полостью варолиева моста и продолговатого мозга. В желудочках содержится цереброспинальная (спинномозговая) жидкость. В мозге человека большие полушария преобладают над всеми остальными отделами ЦНС и составляют около 80% массы головного мозга.

## **Продолговатый мозг и варолиев мост**

**Продолговатый мозг** является продолжением спинного мозга, кверху от него расположен варолиев мост. Продолговатый мозг состоит из серого и белого вещества. Серое вещество располагается внутри в виде отдельных скоплений — ядер. Белое вещество находится снаружи.

**Варолиев мост** состоит из серого и белого вещества и с помощью ножек соединен с мозжечком. Серое вещество

находится внутри в виде отдельных скоплений — ядер, белое вещество — снаружи.

Большая часть ядер продолговатого мозга и моста являются ядрами черепномозговых нервов.

Отростки клеток этих ядер выходят из мозга и образуют черепномозговые нервы. В составе белого вещества продолговатого мозга и моста проходят нервные волокна проводящих путей, которые расположены в спинном мозге, и волокна, соединяющие ядра черепномозговых нервов с другими отделами головного мозга, а также со спинным мозгом.

Продолговатый мозг и варолиев мост, как и спинной мозг, выполняют две функции: рефлекторную и проводниковую.

**Рефлекторная функция** связана с тем, что нейроны продолговатого мозга, объединяясь, образуют ядра V–XII пар черепномозговых нервов и центры различных рефлексов: сердечно-сосудистых (регуляции сердечной деятельности и состояния сосудов), дыхания, пищеварения (отделения слюны, желудочного, поджелудочного и кишечного сока), жевания, глотания и т. д.

Рефлексы продолговатого мозга и варолиева моста являются безусловными, но более сложными, чем рефлексы спинного мозга.

**Проводниковая функция.** Нейроны продолговатого мозга и варолиева моста связаны с нейронами спинного мозга и с вышележащими отделами ЦНС и обеспечивают передачу импульсов из спинного мозга в вышележащие отделы ЦНС и обратно.

## **Мозжечок**

Мозжечок располагается кзади от продолговатого мозга и варолиева моста. В нем различают два полушария и среднюю часть — червячок. Поверхность мозжечка — кора — представлена серым веществом, под корой располагается белое вещество, внутри которого находятся скопления серого вещества — ядра мозжечка.

Мозжечок связан с другими отделами ЦНС тремя парами ножек, образованными пучками нервных волокон. С помощью проводящих путей он связан с корой больших полушарий, продолговатым и спинным мозгом. В связи с этим в нем различают 3 зоны: корковую, вестибулярную и спинальную.

Мозжечок обеспечивает тонус и слаженную деятельность скелетных мышц, координируя движения тела, делая их четкими и плавными, сохраняя позу и равновесие тела в пространстве. Мозжечок контролирует также деятельность пищеварительного тракта, сердечно-сосудистой системы, дыхания, терморегуляцию, обмен веществ, оказывая на них стабилизирующее влияние.

### **Средний мозг**

Средний мозг лежит впереди варолиева моста. В нем различают две ножки мозга и четверохолмие. Ножки мозга состоят из серого и белого вещества. Серое вещество находится внутри и представлено ядрами (черная субстанция, парные красные ядра, ядра III и IV пары черепномозговых нервов). От красных ядер начинается нисходящий проводящий путь, соединяющий их с передними рогами спинного мозга.

В белом веществе ножек проходят восходящие и нисходящие проводящие пути, соединяющие средний мозг с вышележащими и нижележащими отделами ЦНС. Четверохолмие имеет верхние и нижние бугры, в которых заложены скопления нервных клеток — ядра. К ядрам четверохолмия подходит часть волокон зрительного (к верхним) и слухового (к нижним) путей.

Средний мозг выполняет рефлекторную и проводниковую функции.

**Рефлекторная функция.** В ядрах среднего мозга заложены нервные центры, которые осуществляют целый ряд рефлексов: зрительных ориентировочных сторожевых, слуховых ориентировочных сторожевых, обеспечивающих тонус (напряжение) и перераспределение тонуса



скелетных мышц. Средний мозг совместно с продолговатым мозгом обеспечивает сложные двигательные реакции (движения туловища, головы, глаз, конечностей, пальцев рук). Их называют статическими и стато-кинетическими рефлексамии. Рефлексы среднего мозга — безусловные рефлексы.

**Проводниковая функция.** Средний мозг обеспечивает передачу импульсов, идущих от спинного мозга через продолговатый мозг к коре больших полушарий, собственным структурам и обратно.

## Промежуточный мозг

**Промежуточный мозг** располагается впереди среднего мозга. К нему относятся таламус (зрительные бугры), гипоталамус (подбугровая область) и эпиталамус (надбугровая область).

Таламус представлен двумя зрительными буграми — самыми крупными образованиями промежуточного мозга. Нервные клетки таламуса образуют ядра.

Гипоталамус располагается книзу от таламуса. В его сером бугре и сосцевидных телах заложены скопления нервных клеток — ядра. Серый бугор книзу продолжается в гипофиз.

В состав эпиталамуса входит эпифиз и некоторые ядра, тесно связанные с лимбической системой.

**Таламус** является воротами афферентной информации, через него центrostремительные импульсы передаются к коре больших полушарий от всех рецепторов организма. Ни один центrostремительный импульс, направляясь к коре больших полушарий, не минует зрительные бугры (исключение — обонятельная информация). Таким образом, таламус осуществляет связь всех рецепторов организма с корой больших полушарий и определяет биологическую значимость поступающей в него информации.

В ядрах *гипоталамуса* расположены нервные центры, обеспечивающие регуляцию обмена веществ, термо-

регуляцию, деятельность желез внутренней секреции, вегетативной нервной системы и др.

*Эпиталамус* является железой внутренней секреции, связан с биоритмами организма.

## **Ретикулярная формация**

В стволовой части головного мозга имеется большое количество нейронов разной величины и формы с короткими ветвящимися отростками, которые, переплетаясь, формируют сетчатое образование. Нейроны объединяются в группы и образуют более 40 ядер ретикулярной формации. Отростки нейронов одних ядер идут к мозжечку, других — к мотонейронам и симпатическим нейронам спинного мозга и образуют нисходящие пути, нейроны значительной части ядер направляют свои отростки к коре и образуют восходящий путь. Ретикулярная формация образует прямые и обратные связи с корой больших полушарий, мозжечком и спинным мозгом. Через восходящие пути оказывает возбуждающее влияние на нейроны коры, поддерживая их тонус, благодаря которому она может осуществлять свою специфическую деятельность — воспринимать раздражения и отвечать на них. Через нисходящие пути ретикулярная формация оказывает влияние на все нервные центры, нервные волокна, рецепторы и органы, повышая (возбуждающее влияние) или понижая (тормозящее влияние) их возбудимость и тем самым влияя на их работоспособность.

## **Большие полушария головного мозга**

Головной мозг человека имеет два больших полушария (правое и левое). Полушария соединены между собой мозолистым телом, которое состоит из нервных волокон. В каждом полушарии имеется боковой желудочек, заполненный спинномозговой жидкостью.

Большие полушария головного мозга состоят из серого и белого вещества. Серое вещество образует наружный

слой — кору больших полушарий, белое вещество находится под корой головного мозга.

Внутри белого вещества располагаются отдельные скопления нервных клеток — подкорковые (базальные) ядра.

В месте соединения полушарий с промежуточным и средним мозгом находится структурное образование, имеющее вид кольца, называемое лимбической системой.

Белое вещество полушарий состоит из нервных волокон, соединяющих различные отделы ЦНС: одни связывают оба полушария между собой, другие — разные отделы одного и того же полушария, третьи — кору головного мозга и нижележащие отделы ЦНС. Нервные волокна, соединяющие кору с другими отделами ЦНС, называются проекционными.

В каждом полушарии различают лобную, теменную, височную и затылочную доли, разделенные бороздами и щелями. Углубление между лобной долей и теменной называется центральной бороздой, между теменной и затылочной — теменнозатылочной. Височная доля отделена от лобной и теменной долей боковой щелью.

Нижняя поверхность полушарий и стволовой части мозга называется основанием мозга.

**Подкорковые (базальные) ядра** представлены многочисленными скоплениями нейронов. Самыми крупными из них являются хвостатое и чечевицеобразное ядра, составляющие стриопаллидарную систему. Чечевицеобразное ядро прослойкой белого вещества разделено на скорлупу и бледный шар. Скорлупу и хвостатое ядро называют стриатумом, бледный шар — паллидумом.

**Паллидум** получает информацию с рецепторов мышц и структур ЦНС, участвующих в регуляции деятельности мышц. Он является высшим центром, обеспечивающим согласованную деятельность всех мышц тела при беге, жевании и т. д.

**Стриатум** получает информацию с рецепторов внутренних органов и мышц, структур ЦНС, участвующих в регуляции деятельности внутренних органов и мышц. Он является высшим центром, обеспечивающим

согласованную деятельность мышц и внутренних органов. Например, определенной сократительной интенсивности мышц соответствует деятельность сердца, легких и других внутренних органов.

**Лимбическая система** представлена отдельными скоплениями нейронов: аммоновыми рогами (гиппокамп) — основным образованием лимбической системы, поясной извилиной и т. д.

Лимбическая система принимает информацию с различных рецепторных полей тела и внутренних органов. Совместно с корой, базальными ядрами, таламусом и ретикулярной формацией она обеспечивает постоянство условий внутренней среды организма, включается в механизмы памяти, участвует в контроле бодрствования и сна, в формировании эмоционального поведения.

**Кора больших полушарий** — это наиболее развитый отдел головного мозга. Она образована серым веществом, т. е. в основном телами нейронов. Общая поверхность коры человека из-за наличия борозд и извилин составляет около 2200 см<sup>2</sup>. Толщина коры — 1,5–4 мм, состоит из 6 слоев, образованных 14 млрд нейронов, различных по форме и выполняющих разные роли. Поверхность больших полушарий головного мозга у человека имеет борозды и извилины.

Сильвиева (боковая) борозда отделяет височную долю от лобной и теменной, роландова (центральная) — лобную долю от теменной. Большое количество других борозд разделяет мозг на извилины. Различные участки коры выполняют неодинаковые функции. В связи с этим в ней выделяют ряд зон. По обе стороны от центральной борозды расположена кожно-мышечная сенсорная зона. В ней воспринимаются импульсы, поступающие от рецепторов кожи, мышц, суставов, и формируется сигнализация, регулирующая произвольные движения.

В прецентральной извилине головного мозга располагается зона двигательного анализатора, регулирующая деятельность скелетной мускулатуры. В затылочной доле коры находится зрительная сенсорная зона, воспринимающая

зрительные раздражения. В височной доле коры находится слуховая сенсорная зона, воспринимающая звуковые раздражения. На внутренней поверхности височной доли расположены вкусовая и обонятельная чувствительные зоны. Эти зоны называют первичными проекционными зонами коры. Кроме них в коре больших полушарий выделяют вторичные и ассоциативные (третичные) зоны.

Вторичные зоны организуют возбуждения, поступающие в первичные зоны (поля), что ведет к возникновению зрительных образов, сложных звучаний и т. д.

Третичные ассоциативные зоны имеют существенное значение для психической деятельности. Они расположены в местах соприкосновения корковых зон представительства разных анализаторов и образуют две области. Первая область находится на стыке зрительного, кожно-мышечного и слухового анализаторов (теменная доля), вторая — спереди от двигательной зоны, в лобных долях коры.

В первой области, расположенной в теменной доле, обеспечивается совместная работа отдельных анализаторов, необходимая для получения целостной картины мира, и переход от уровня непосредственного наглядного синтеза к уровню символических процессов. На основе этого осуществляется оперирование значениями слов, сложными грамматическими и логическими структурами, системами чисел и отвлеченными соотношениями. При повреждении этой области нарушаются процессы узнавания, интеллектуальная переработка и хранение информации, поступившей в кору.

Вторая ассоциативная область, расположенная в лобной доле, осуществляет регуляцию высшей психической деятельности, формируя программы, обеспечивающие целенаправленную деятельность. Здесь также осуществляется речевая регуляция высших психических функций. При нарушении деятельности лобных долей больные не могут ни следовать какой-либо программе поведения, ни создать новую программу поведения, ни понять целого изображения, ни опознать на ощупь предметы и др.

По функциональному значению все нейроны коры больших полушарий делят на 3 группы:

1) чувствительные (сенсорные) нейроны, обеспечивающие восприятие импульсов от двигательных рецепторов;

2) моторные нейроны, посылающие импульсы от коры к нижележащим структурам ЦНС и рабочим органам. Они являются представителями нервных центров безусловных рефлексов;

3) контактные нейроны, осуществляющие связь между нейронами коры больших полушарий.

Нервные клетки коры больших полушарий находятся в состоянии постоянного возбуждения, или тонуса, который не исчезает и во время сна.

**Чувствительные нейроны** образуют в коре воспринимающие (сенсорные) зоны. Выделяются следующие зоны:

1) *слуховая зона*, расположенная в височной доле, воспринимающая импульсы от слуховых рецепторов;

2) *зрительная зона*, лежащая в затылочной области, воспринимающая импульсы от рецепторов сетчатки глаз;

3) *обонятельная зона*, лежащая на внутренней поверхности коры височной доли, связанная с обонятельными рецепторами носовых раковин;

4) *вкусовая зона*, лежащая на внутренней поверхности коры височной доли и связанная с вкусовыми рецепторами языка, ротовой полости;

5) *кожно-мышечная (чувствительно-двигательная) зона*, расположенная в лобной и теменной долях вдоль центральной борозды, воспринимающая импульсы с рецепторов кожи, мышц и внутренних органов.

**Моторные нейроны** образуют в коре больших полушарий моторные зоны. Каждая моторная зона обеспечивает связь коры с органами. Моторные зоны способны переводить органы из состояния покоя в деятельное состояние.

Функции коры больших полушарий очень сложны и разнообразны. Она осуществляет связь организма с внешней средой, регуляцию работы всего организма через периферическую нервную систему, высшую нервную деятельность (мышление, речь, память, воображение и т. д.).

В целом кора больших полушарий, в отличие от других отделов головного мозга и спинного мозга, осуществляет свою деятельность по принципу условного рефлекса.

## **ПЕРИФЕРИЧЕСКАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА**

Периферическая нервная система образована черепно-мозговыми, спинномозговыми нервами и нервными узлами. Функционально она подразделяется на соматическую, регулирующую деятельность скелетных мышц и органов чувств, и вегетативную (симпатическую, парасимпатическую и метасимпатическую), регулирующую деятельность внутренних органов, сосудов и желез.

**Нерв** — это сложное образование, состоящее из большого числа нервных волокон, заключенных в общую соединительнотканную оболочку. Нервное волокно представляет собой отросток (аксон или дендрит) нервной клетки.

Нервное волокно состоит из отдельных структурно-функциональных компонентов: осевой цилиндр, плазматическая мембрана, миелиновая оболочка, Шванновские клетки и перехваты Ранвье. Отдельные нервные волокна имеют все структуры, другие же — только некоторые из них. Но обязательно все они имеют осевой цилиндр, покрытый плазматической мембраной. Каждая структура нервного волокна играет определенную физиологическую роль: проводит возбуждение, изолирует проведение возбуждения от других нервных волокон, обеспечивает питание осевого цилиндра, регулирует рост осевого цилиндра. Все нервные волокна по строению делятся на миелиновые и безмиелиновые, а по физиологическому значению (структурным особенностям и скорости проведения возбуждения) — на тип А, тип В и тип С.

Нервам присущи определенные свойства, основными являются возбудимость и проводимость. В результате нерв проводит возбуждение в виде нервных импульсов.

Нервные волокна проводят возбуждение или от рецепторов (периферии) в ЦНС, или от ЦНС к рабочему органу.

## СОМАТИЧЕСКАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА

Соматическая нервная система обеспечивает восприятие внешних раздражений и двигательные реакции, которые осуществляют скелетные мышцы. Она представлена черепномозговыми и спинномозговыми нервами. Соматические нервы образованы нервными волокнами, которые не прерываются и проводят возбуждение со скоростью от 30 до 120 м/с.

**Черепномозговые нервы** в количестве 12 пар (I–XII) отходят от различных структур головного мозга. Иннервируют органы чувств, внутренние органы, скелетные мышцы.

I пара — обонятельные нервы. Они образованы отростками обонятельных клеток слизистой оболочки полости носа. Нервные волокна, идущие от рецепторов, через отверстия решетчатой кости входят в полость черепа. Здесь они вступают в обонятельную луковицу, находящуюся в нижних отделах лобной доли.

Обонятельные нервы — чувствительные, по ним импульсы от обонятельных рецепторов передаются в кору головного мозга.

II пара — зрительные нервы. Они образованы отростками нервных клеток сетчатки глаза, которые через зрительные отверстия глазниц входят в полость черепа. Здесь волокна обоих зрительных нервов частично перекрещиваются и идут в составе зрительного тракта к таламусу, наружному коленчатому телу и передним буграм четверохолмия, где заложены подкорковые зрительные центры, которые связаны со зрительной зоной коры.

Зрительные нервы — чувствительные, передают информацию от рецепторов глаз в кору больших полушарий.

III пара — глазодвигательные нервы. Они образованы отростками нервных клеток ядер, находящихся в ножках среднего мозга. Из полости черепа нервы через верхние глазничные щели переходят в глазницу к мышцам глазного яблока и век.

Глазодвигательные нервы являются двигательными, иннервируют верхнюю, нижнюю и внутреннюю прямые мышцы, нижнюю косую мышцу глазного яблока и мышцу,



поднимающую верхнее веко. Парасимпатические нервные волокна, идущие в составе этих нервов, иннервируют гладкие мышцы, суживающие зрачок и меняющие кривизну хрусталика.

IV пара — блоковые нервы. Они образованы отростками нейронов ядер, находящихся в среднем мозге. Через верхнюю глазничную щель каждый нерв переходит в глазницу к верхней косой мышце глаза.

Блоковые нервы — двигательные, иннервируют верхние косые мышцы глаз. Косая мышца глаза поворачивает глазное яблоко наружу и вниз.

V пара — тройничные нервы. В каждом нерве различают три ветви.

1. Первая ветвь — глазничный нерв, начинается от рецепторов кожи лба, верхнего века, конъюнктивы век и глазного яблока, через верхнюю глазничную щель входит из глазницы в полость черепа и направляется к ядрам варолиевого моста.

Глазничный нерв — чувствительный, передает импульсы от рецепторов кожи лба и верхнего века, конъюнктивы век и глазного яблока в варолиев мост.

2. Вторая ветвь — верхнечелюстной нерв, начинается от рецепторов верхних зубов, кожи верхней губы, нижнего века и носа, слизистой оболочки верхней губы, твердого и мягкого нёба, полости носа и гайморовой пазухи, входит в полость черепа через круглое отверстие и идет к варолиеву мосту. Самая крупная ветвь верхнечелюстного нерва — нижнеглазничный нерв, который проходит через одноименный канал и отверстие на верхней челюсти. Верхнечелюстной нерв — чувствительный, проводит возбуждение от рецепторов верхних зубов, кожи верхней губы, нижнего века и носа, слизистой оболочки верхней губы, твердого и мягкого нёба, полости носа и гайморовой пазухи к ядрам варолиевого моста.

3. Третья ветвь тройничного нерва — нижнечелюстной нерв. Он выходит из полости черепа через овальное отверстие в подвисочную ямку, где подразделяется на ветви. Наиболее крупные ветви нижнечелюстного нерва — язычный

нерв (подходит к языку) и нижний альвеолярный нерв (проходит в канале нижней челюсти). К язычному нерву присоединяется ветвь лицевого нерва (VII пара), называемая барабанной струной.

Нижнечелюстной нерв — смешанный (чувствительно-двигательный). Как чувствительный нерв, он проводит возбуждение от рецепторов нижних зубов, кожи нижней губы, подбородка и височной области, слизистой оболочки нижней губы, дна полости рта, кончика и тела языка к ядрам варолиевого моста. Как двигательный, он иннервирует все жевательные мышцы, мышцу, напрягающую мягкое нёбо, челюстно-подъязычную мышцу.

VI пара — отводящие нервы. Они образованы отростками нейронов ядер варолиевого моста и выходят из полости черепа через верхние глазничные щели и направляются к наружным прямым мышцам глаз.

Отводящий нерв — двигательный, иннервирует наружную прямую мышцу глаза.

VII пара — лицевые нервы. Они образованы отростками нервных клеток ядер варолиевого моста. Каждый нерв проходит по внутреннему слуховому проходу, а затем по лицевому каналу височной кости. В этом канале лицевой нерв отдает несколько ветвей. Наиболее крупной из них является барабанная струна. Лицевые нервы оканчиваются в толще околоушных слюнных желез, мимических мышцах лица и некоторых мышцах шеи.

К лицевому нерву присоединяется промежуточный нерв, одни волокна которого начинаются от вкусовых рецепторов языка и идут в варолиев мост, другие — от ядер варолиевого моста к слюнным (за исключением околоушных) и слезным железам.

Лицевые нервы — смешанные (двигательно-чувствительные), иннервируют все слюнные железы, мимические мышцы лица, некоторые мышцы шеи, язык и слезные железы.

VIII пара — слуховые нервы. Каждый нерв образован отростками нервных клеток двух узлов, находящихся в височной кости, а также нервными волокнами, отходящими

от рецепторов кортиева органа и преддверия улитки и проходящими по внутреннему слуховому проходу к этим узлам.

Слуховые нервы — чувствительные, иннервируют внутреннее ухо и передают информацию от рецепторов кортиева органа и преддверия улитки в головной мозг.

IX пара — языкоглоточные нервы. Они выходят из полости черепа через яремные отверстия. Одни волокна языкоглоточного нерва начинаются от ядер, находящихся в продолговатом мозге, и идут к мышцам глотки; другие — от рецепторов слизистой оболочки глотки, корня языка, вкусовых рецепторов языка и идут в продолговатый мозг, прерываясь в узлах, лежащих в области яремного отверстия. В составе нервов проходят парасимпатические нервные волокна к околоушным железам.

Языкоглоточные нервы — смешанные (двигательно-чувствительные). Они иннервируют мышцы глотки, слизистую оболочку глотки и корня языка. Парасимпатические волокна иннервируют околоушную слюнную железу.

X пара — блуждающие нервы. Одни волокна нерва начинаются от ядер, находящихся в продолговатом мозге, проходят через яремные отверстия из полости черепа в область шеи и далее в грудную полость, а из нее — в брюшную полость и заканчиваются почти во всех мышцах мягкого нёба, мышцах-сжимателях глотки, гортани, пищевода, трахеи, бронхов, сердца, желудка, печени, селезенки, всей тонкой кишки и большей части толстой кишки (слепой кишки, восходящей и поперечноободочной кишки). Другие волокна берут начало от рецепторов слизистой оболочки пищеварительного тракта, органов дыхания, идут к узлам, лежащим в области яремного отверстия, и далее в продолговатый мозг.

В составе блуждающих нервов проходят парасимпатические волокна, идущие к щитовидной железе, органам грудной и брюшной полостей.

Блуждающий нерв — смешанный (двигательно-чувствительный), участвует в иннервации органов области шеи, органов грудной и брюшной полостей, за исключением

части толстой кишки (он не иннервирует органы малого таза).

Парасимпатические волокна блуждающего нерва иннервируют железы и внутренние органы с гладкой мышечной тканью.

XI пара — добавочные нервы. Они образованы отростками нервных клеток ядер продолговатого мозга и верхнего отдела спинного мозга. Каждый нерв выходит из полости черепа через яремное отверстие и направляется к грудино-ключично-сосцевидной и трапецевидной мышцам.

Добавочные нервы — двигательные, иннервируют грудино-ключично-сосцевидные и трапецевидные мышцы.

XII пара — подъязычные нервы. Они состоят из отростков нейронов ядер продолговатого мозга. Нервы выходят из полости черепа через каналы в затылочной кости и идут ко всем мышцам языка и мышцам шеи, лежащим ниже подъязычной кости.

Подъязычные нервы — двигательные, иннервируют все мышцы языка и некоторые мышцы шеи.

**Спинномозговые нервы (31 пара)** отходят симметричными парами по обе стороны спинного мозга: 8 пар шейных, 12 пар грудных, 5 пар поясничных, 5 пар крестцовых и 1 пара копчиковая. Через задние корешки входят отростки центростремительных нейронов, через передние — выходят отростки центробежных нейронов; отростки, соединяясь, образуют нерв.

Каждый нерв образуется путем соединения двух корешков: переднего — двигательного и заднего — чувствительного. Корешки соединяются в межпозвоночном отверстии. Спинномозговой нерв по выходе из межпозвоночного отверстия делится на две ветви — переднюю и заднюю, которые по функции являются смешанными.

Задние ветви спинномозговых нервов иннервируют глубокие мышцы спины и кожу в области позвоночника.

Передние ветви спинномозговых нервов переплетаются между собой, образуя нервные сплетения. С каждой стороны различают четыре сплетения: шейное, плечевое, поясничное и крестцовое. Из каждого сплетения выходят

несколько нервов, которые идут к определенным мышцам и участкам кожи.

**Функции соматической нервной системы.** Черепномозговые нервы обеспечивают связь организма с внешней средой, быстрые реакции на ее изменение, ориентировку в пространстве, целенаправленные движения тела, зрение, слух, обоняние, осязание, вкус, чувствительность, мимику лица и речь.

Спинномозговые нервы обеспечивают осуществление движения всех частей тела, конечностей, обуславливают чувствительность кожи.

## **ВЕГЕТАТИВНАЯ (АВТОНОМНАЯ) НЕРВНАЯ СИСТЕМА**

Вегетативная нервная система, как и вся нервная система, состоит из нервных клеток и их отростков — нервных волокон.

Для вегетативной нервной системы характерен двухнейронный принцип строения. Первые нейроны вегетативной нервной системы расположены в головном (среднем и продолговатом) и спинном мозге, где образуют скопления — вегетативные ядра.

Аксоны первых нейронов (нервные волокна) выходят из ЦНС и заканчиваются в специальных ганглиях (узлах), находящихся около позвоночного столба, вблизи внутренних органов или в их стенках, на вторых нейронах.

Аксоны вторых нейронов идут к иннервируемому органу. Нервные волокна вегетативной нервной системы выходят из головного или спинного мозга в составе некоторых черепномозговых и спинномозговых нервов и подходят к клеткам вегетативных узлов. Они называются предганглионарными.

От узлов, в свою очередь, отходят постганглионарные нервные волокна, которые иннервируют внутренние органы.

Волокна вегетативной нервной системы образуют около органов и в их стенках вегетативные нервные сплетения. В составе этих сплетений имеются нейроны.

Вегетативные ядра, лежащие в головном и спинном мозге, составляют центральную часть вегетативной нервной системы, а нервные узлы и волокна — периферическую.

Вегетативная нервная система подразделяется на 3 отдела:

- 1) симпатический;
- 2) парасимпатический;
- 3) метасимпатический.

Каждый из них имеет определенные особенности.

Высшие нервные центры вегетативной нервной системы находятся в гипоталамусе; в передних ядрах — центры парасимпатического, в задних ядрах — центры симпатического отделов.

#### *СИМПАТИЧЕСКИЙ ОТДЕЛ ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ*

К симпатическому отделу вегетативной нервной системы относятся боковые рога спинного мозга (их симпатические нейроны, составляющие центральную часть симпатического отдела вегетативной нервной системы), пограничный симпатический ствол, симпатические нервные сплетения и симпатические нервные волокна. Симпатический отдел вегетативной нервной системы имеет следующие особенности строения:

1) образован нервными волокнами, отходящими симметричными парами по обе стороны спинного мозга от нейронов грудного и поясничного сегментов (от I грудного до II–IV поясничного). Отростки клеток боковых рогов выходят из спинного мозга в составе соответствующих спинномозговых нервов, отделяются от них и подходят к пограничному симпатическому стволу;

2) ганглии расположены далеко от иннервируемых органов в виде цепочки по обе стороны спинного мозга (пограничный симпатический ствол) или в виде скопления вдали от спинного мозга (солнечное сплетение и др.);

3) предганглионарные волокна короткие;

4) постганглионарные волокна длинные.

Пограничный симпатический ствол — парный (правый и левый), располагается по сторонам позвоночного столба. Он состоит из нервных узлов и соединяющих их нервных ветвей.

В симпатическом стволе различают шейный, грудной, поясничный и тазовый отделы, от которых отходят нервные волокна, участвующие в образовании вегетативных нервных сплетений.

Шейный отдел состоит из трех нервных узлов. От них отходят ветви к сердцу и сонным артериям, кровеносным сосудам и органам шеи и головы.

Грудной отдел имеет 10–11 узлов. От них отходят большой и малый чревные нервы, участвующие в образовании солнечного сплетения; от узлов грудного отдела симпатического ствола отходят волокна к грудной аорте, пищеводу, бронхам и легким.

Поясничный и тазовый отделы состоят из нервных узлов, от которых отходят ветви, участвующие в образовании вегетативных нервных сплетений брюшной и тазовой полостей (например, солнечного).

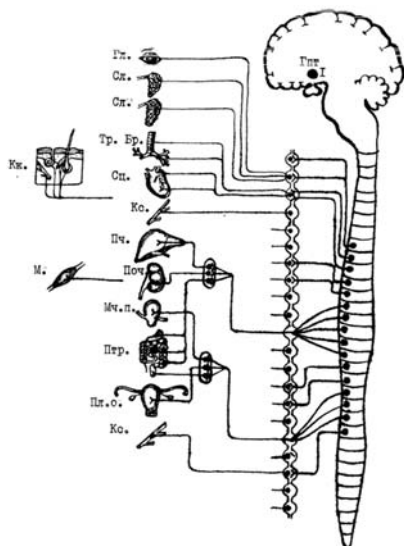
**Функции.** Симпатическая иннервация универсальна — она иннервирует ткани всех органов, скелетные мышцы и кровеносные сосуды. Передача импульсов с постганглионарного волокна на орган осуществляется с помощью медиатора *норадреналина*.

Симпатические нервные волокна стимулируют работу сердца (учащают и усиливают сокращения), потовых желез, обмен веществ в мышцах, сужают кровеносные сосуды, тормозят деятельность пищеварительной системы (ослабляют сокоотделение и тормозят моторику), расширяют зрачки, расслабляют стенку мочевого пузыря и др.

Волокна шейного отдела симпатического узла иннервируют кровеносные сосуды и органы шеи и головы, к которым подходят ветви сонных артерий: глотку, слюнные железы, слезные железы, мышцу, расширяющую зрачок, и др. Волокна грудного отдела, от которого отходят большой и малый чревные нервы, иннервируют грудную аорту,

Рис. 96

*Схема симпатической иннервации вегетативной нервной системы*



1 — нейроны, контролирующие симпатическую иннервацию (промежуточный мозг); Гпт — гипоталамус; 2 — краниальный шейный ганглий; Гл. — сосуды глаза; Сл. — слюнные железы; 3 — звездчатый ганглий; Сц. — сердце; Тр. Бр. — трахея и бронхи; Кс. — сосуды шеи, грудной конечности; 4 — грудные ганглии; 5 — большой внутренностный (чревный) нерв; 6 — солнечное сплетение; Пч. — печень; Поч. — почки; Птр. — пищеварительный тракт (желудок, кишечник); 7 — брыжеечное сплетение; Мч. п. — мочевого пузыря; Пр. к. — прямая кишка; Пл. о. — половые органы.

пищевод, бронхи и легкие. Волокна поясничного и тазового отделов, солнечного сплетения иннервируют все органы брюшной полости, подчревного сплетения — органы малого таза (рис. 96).

#### **ПАРАСИМПАТИЧЕСКИЙ ОТДЕЛ ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ**

К парасимпатическому отделу вегетативной нервной системы относятся парасимпатические ядра, образованные парасимпатическими нейронами (центральная часть парасимпатического отдела вегетативной системы), узлы и парасимпатические нервные волокна.

Парасимпатический отдел вегетативной нервной системы имеет следующие особенности строения:

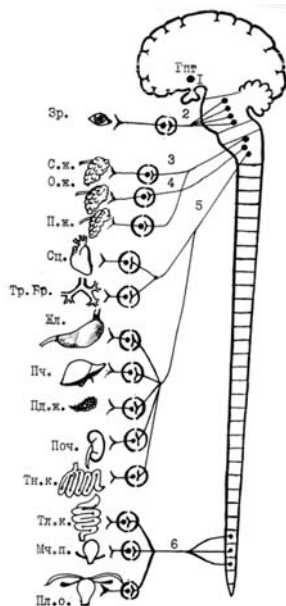
1) образован нервными волокнами, отходящими от нейронов ядер среднего мозга (в составе глазодвигательных черепномозговых нервов), продолговатого мозга (в составе



Рис. 97

Схема парасимпатической иннервации вегетативной нервной системы

1 — нейроны, контролирующие парасимпатическую иннервацию (промежуточный мозг); *Гпт* — гипоталамус; 2 — глазодвигательный нерв (средний мозг); *Зр.* — зрачок; 3 — лицевой нерв; 4 — языкоглоточный нерв; 5 — блуждающий нерв (продолговатый мозг); *С. ж.* — слезная железа; *О. ж.* — околушная железа; *П. ж.* — подчелюстная железа; *Сц.* — сердце; *Тр. Бр.* — трахея и бронхи; *Жл.* — желудок; *Пч.* — печень; *Пд. ж.* — поджелудочная железа; *Поч.* — почки; *Тн. к.* — тонкий кишечник; 6 — тазовый нерв (крестцовый отдел спинного мозга); *Тл. к.* — толстый кишечник; *Мч. п.* — мочевой пузырь; *Пл. о.* — половые органы.



лицевых, языкоглоточных и блуждающих черепномозговых нервов) и крестцового отдела спинного мозга (в составе тазовых спинномозговых нервов). Парасимпатические волокна, выходящие из головного и спинного мозга, идут к узлам;

2) узлы лежат около органа или в иннервируемом органе (входят в состав вегетативных сплетений);

3) предганглионарное волокно длинное, так как идет от ЦНС до органа;

4) постганглионарное волокно короткое, так как находится непосредственно в органе (рис. 97).

**Функции.** Парасимпатическая нервная система иннервирует мышцы глаз, языка, слюнные железы, трахею и бронхи, легкие, все органы пищеварения, сердце, почки, мочевой пузырь и мочеточники и другие внутренние органы, и некоторые кровеносные сосуды.

Передача импульсов с постганглионарного волокна на орган осуществляется с помощью медиатора *ацетилхолина*.

Она оказывает влияния, противоположные действию симпатической нервной системы.

Парасимпатические волокна глазодвигательного нерва (III пара) иннервируют в глазном яблоке мышцу, суживающую зрачок, и ресничную мышцу; промежуточного нерва (VII пара) — подчелюстную и подъязычную слюнные железы, железы слизистой оболочки полости носа и полости рта и слезную железу, вызывая образование их секрета; языкоглоточного нерва (IX пара) — околоушную слюнную железу, вызывая секрецию слюны; блуждающего нерва (X пара) — органы области шеи, грудной и брюшной полостей (щитовидная, околощитовидные и вилочковая железы, сердце, легкие, пищевод, желудок, тонкая кишка, большая часть толстой кишки, печень, поджелудочная железа, селезенка, почки, надпочечники и половые железы), стимулируя их деятельность; крестцового отдела спинного мозга (в составе крестцовых спинномозговых нервов) — внутренние органы малого таза (мочевой пузырь, матка, прямая кишка и др.), повышая их тонус.

#### *МЕТАСИМПАТИЧЕСКИЙ ОТДЕЛ ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ*

Большинство полых внутренних органов (сердце, бронхи, мочевой пузырь, пищеварительный тракт, матка, желчный пузырь, желчные пути и др.) наряду с симпатической и парасимпатической иннервацией имеют собственный местный механизм регуляции — **метасимпатическую нервную систему**.

Местом локализации метасимпатической нервной системы являются интрамуральные ганглии, залегающие в толще стенок полых органов, изолированные от окружающих тканей специальными барьерами.

Метасимпатическая нервная система имеет собственный чувствительный нейрон, интернейрон, эффекторный нейрон и медиаторное звено. Тела нейронов метасимпатической нервной системы имеют множество синапсов, их отростки содержат большое количество пузырьков с

медиаторами. Метасимпатическая нервная система иннервирует только внутренние органы.

**Функции.** Метасимпатическая нервная система программирует и координирует двигательную, секреторную и всасывательную активность органов, активность местных эндокринных элементов и локальный кровоток. Она определяет способность органов ритмически сокращаться с определенной частотой и амплитудой без воздействия извне под влиянием метаболических изменений в самом органе.

Передача возбуждения в нейронах, составляющих ганглии метасимпатической системы, осуществляется ацетилхолином и норадреналином. В синапсах постганглионарных волокон выделяются разнообразные вещества — ацетилхолин, норадреналин, АТФ, аденозин и др.

#### *ФУНКЦИЯ ВЕГЕТАТИВНОГО ОТДЕЛА НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ*

Вегетативный отдел нервной системы осуществляет свою деятельность по принципу безусловных и условных рефлексов. Все рефлексы вегетативной нервной системы называются вегетативными. Их число очень велико и они разнообразны: висцеро-висцеральные, висцеро-кутанные, кутано-висцеральные и др.

Висцеро-висцеральные — это рефлексы, возникающие с рецепторов внутренних органов на эти же или другие внутренние органы; висцеро-кутанные — с рецепторов внутренних органов на сосуды и другие структуры кожи; кутано-висцеральные — с рецепторов кожи на сосуды и другие структуры внутренних органов.

Через вегетативные нервные волокна осуществляют-ся сосудистые, трофические и функциональные влияния на органы. Сосудистые — определяют просвет сосудов, давление крови, кровоток. Трофические — регулируют обмен веществ в тканях и органах, обеспечивая их питание. Функциональные — регулируют функциональные состояния тканей.

Вегетативная нервная система обеспечивает регуляцию деятельности внутренних органов, сосудов, потовых

желез, а также регулирует трофику (питание) скелетных мышц, рецепторов и самой нервной системы. Скорость проведения возбуждения по вегетативным нервным волокнам — 1–3 м/с.

Функция вегетативной нервной системы находится под контролем коры головного мозга.

## **АНАЛИЗАТОРЫ (СЕНСОРНЫЕ СИСТЕМЫ)**

Восприятие изменений условий внешней и внутренней среды рецепторами и передача информации в ЦНС, восприятие ее сенсорными нейронами коры больших полушарий головного мозга называется **рецепцией**.

**Рецепторами** служат нервные окончания или специализированные клетки, воспринимающие действие раздражителей. Рецепторы разнообразны и обладают определенными свойствами: высокой возбудимостью (чувствительностью), приспособляемостью (адаптацией), способностью кодировать информацию, специфичностью и др.

Рецепция осуществляется через определенные структурные образования, называемые анализаторами.

**Анализатор** — это совокупность рецепторов и нейронов, участвующих в восприятии раздражений (изменений внешней и внутренней среды) и проведении возбуждения (информации с рецепторов), а также сенсорных нейронов коры больших полушарий головного мозга, воспринимающих информацию и осуществляющих ее анализ и синтез.

Анализатор состоит из трех звеньев: рецептора, афферентного проводника и сенсорных нейронов коры — сенсорной зоны. Рецептор составляет первое звено анализатора, воспринимающее изменения внешней или внутренней среды, рецепторный нейрон — второе звено, проводящее информацию от рецепторов в ЦНС, сенсорные нейроны коры — третье звено, воспринимающее информацию.

Рецепторы и рецепции разнообразны. Их подразделяют на две большие группы: внутренние (интерорецепторы и интерорецепция) и внешние (экстерорецепторы и экстерорецепция).

## ИНТЕРОРЕЦЕПЦИЯ

Интерорецепция осуществляется различными специальными интерорецепторами и обеспечивает приспособительные реакции организма к изменениям условий внутренней среды (состояния внутренних органов, мышц, суставов, сухожилий и фасций, положение тела и отдельных его частей в пространстве).

Интерорецепция включает в себя 3 вида рецепций: висцерорецепцию, проприорецепцию и вестибулорецепцию.

**Висцерорецепция** — это восприятие висцерорецепторами, расположенными в сосудах и внутренних органах, изменений внутренней среды и состояния внутренних органов, передача информации в ЦНС и восприятие ее сенсорными нейронами коры больших полушарий. К висцерорецепторам относятся: *механорецепторы, хеморецепторы, осморорецепторы, барорецепторы, волюморецепторы* и др.

Висцерорецепция участвует в регуляции деятельности внутренних органов, обеспечивает тонкое и быстрое приспособление функции внутренних органов к условиям, складывающимся в этих органах в каждый данный момент.

**Проприорецепция (мышечно-суставная рецепция)** — это восприятие проприорецепторами информации о положении тела в пространстве, сокращении мышц, передача информации в ЦНС и восприятие ее сенсорными нейронами коры больших полушарий. Благодаря проприорецепции обеспечивается постоянный тонус мышц, сохранение позы и совершается движение.

Она обеспечивается проприорецепторами, находящимися среди мышечных волокон (*мышечные веретена*), в сухожилиях (*тельца Гольджи*) и фасциях (*Пачиниевы тельца*).

**Вестибулорецепция** — восприятие положения и движения тела в пространстве *вестибулорецепторами*, находящимися в полукружных каналах и отолитовом аппарате, передача информации по вестибулярному нерву в ЦНС и восприятие этой информации нейронами коры больших полушарий.

Вестибулярный аппарат состоит из преддверия и трех полукружных каналов, которые находятся во внутреннем ухе. Преддверие расположено между улиткой и полукружными каналами и представляет собой полость овальной формы, полукружные каналы располагаются в трех взаимно перпендикулярных плоскостях. В преддверии находятся два перепончатых мешочка, в полукружных каналах — перепончатые каналы. На внутренней поверхности мешочков и полукружных каналов находятся скопления рецепторов с волосками. В мешочках они располагаются в студенистой массе, содержащей отолиты (кристаллы углекислого кальция), образуя так называемый отолитов аппарат. В полукружных каналах они находятся в эндолимфическом ампуле.

Изменение положения тела в пространстве приводит к движению отолитов и эндолимфы, что вызывает возбуждение рецепторов вестибулярного аппарата. Рецепция участвует в обеспечении естественной позы и переходе организма из неестественного положения в естественное.

### *ЭКСТЕРОРЕЦЕПЦИЯ*

Экстерорецепция осуществляется различными специальными рецепторами и обеспечивает приспособительные реакции организма к изменениям условий внешней среды. Она подразделяется на 8 видов: болевую, температурную, прикосновения и давления — кожная рецепция, вкусовую, обонятельную, слуховую и зрительную рецепции.

**Болевая рецепция** — восприятие *болевыми рецепторами* болевых раздражений, передача информации в ЦНС и восприятие ее сенсорными нейронами коры больших полушарий. Болевые рецепторы расположены в коже, роговице глаза, слизистых оболочках. Они воспринимают действие неестественных раздражителей. Болевыми рецепторами чаще всего являются голые нервные окончания (рис. 98). Однако ими могут быть и все другие рецепторы, если на них действуют естественные раздражители чрезвычайной силы (сильный звук и др.). Эта рецепция участвует в

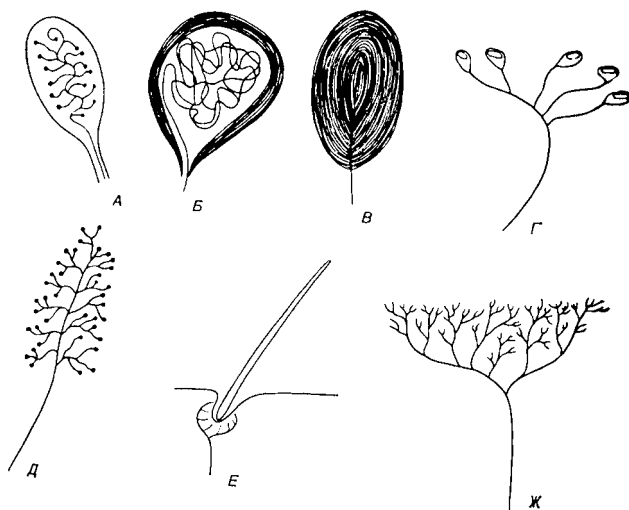


Рис. 98

*Рецепторы кожи*

А — тельце Фатера-Пачини; Б — колба Краузе; В — тельце Пачини; Г — тельца Меркеля; Д — тельца Мейснера; Е — нервное сплетение вокруг волосяной луковицы; Ж — свободные нервные окончания.

обеспечении приспособительных реакций, повышающих сопротивляемость организма.

**Температурная рецепция** — восприятие *рецепторами* *тепла* (тельца *Руффи*) и *холода* (колбочки *Краузе*) изменений температуры окружающей среды, передача информации в ЦНС и восприятие ее сенсорными нейронами коры. Рецепторы находятся в коже, слизистой ротовой полости, роговой оболочке глаза. Рецепторы холода расположены поверхностно (0,17 мм), а тепла — глубоко (0,3 мм) в коже (рис. 98). Рецепция участвует в реакциях организма, возникающих на повышение и понижение температуры окружающей среды. Эти реакции сопровождаются изменением обмена веществ, поверхности тела, расширением или сужением кровеносных сосудов и т. д.

**Рецепция прикосновения** — восприятие *рецепторами* *прикосновения* (*Мейснеровы тельца* и *Меркелевы диски*) раздражителей, передача информации в ЦНС и восприятие

ее сенсорными нейронами коры. Рецепторы прикосновения расположены на поверхности кожи, слизистых оболочках губ и носа (см. рис. 98). У животных имеются еще специальные осязательные волоски — *вибриссы*, расположенные на морде. Эта рецепция участвует в обеспечении приспособительных реакций в виде движения кожи, повороте головы и др.

**Рецепция давления** — восприятие рецепторами давления (*тельца Пачини*) раздражителей, которые надавливают, передача информации в ЦНС и восприятие ее сенсорными нейронами коры. Рецепторы давления расположены в глубине кожи губ, носа, спины, живота, шеи, сухожилиях и других участках тела (см. рис. 98). Рецепторам давления свойственна высокая адаптация. Эта рецепция участвует в двигательных реакциях, с помощью которых удаляется раздражитель.

**Вкусовая рецепция** — восприятие вкусовыми рецепторами вкусовых раздражителей, передача информации по нервным волокнам барабанной струны и языкоглоточного нерва в ЦНС и восприятие ее сенсорными нейронами височной доли коры. *Вкусовые рецепторы* — это клетки, имеющие на конце микроворсинки. Они объединяются

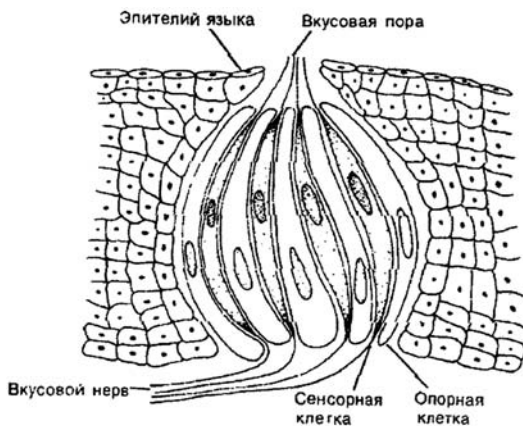


Рис. 99

*Вкусовая луковица и вкусовые рецепторы*



во вкусовые почки, которые располагаются на языке (их много на корне, по краям и по бокам языка), задней стенке глотки, мягком нёбе, надгортаннике. Рецепторные клетки вкусовых почек не достигают поверхности слизистой языка и контактируют с ней через вкусовую пору, поэтому вещество воспринимается рецепторами только после растворения и проникновения его через поры (рис. 99).

Вкусовые рецепторы воспринимают четыре основных вида вкусовых раздражителей: сладкий, кислый, горький и соленый.

Вкусовая рецепция участвует в образовании вкусовых ощущений и за счет этого вызывает образование и выделение слюны, желудочного и других пищеварительных соков, сокращение желудка и кишечника.

**Обонятельная рецепция** — восприятие обонятельными рецепторами пахучих веществ (запахов), передача информации по обонятельному нерву в ЦНС и восприятие ее сенсорными нейронами височной доли коры. *Обонятельные рецепторы* — это биполярные нервные клетки с ресничками, располагающиеся в слизистой оболочке верхних половин носовых раковин. За счет ресничек создается большая поверхность обоняния (рис. 100). Рецепторы сильно

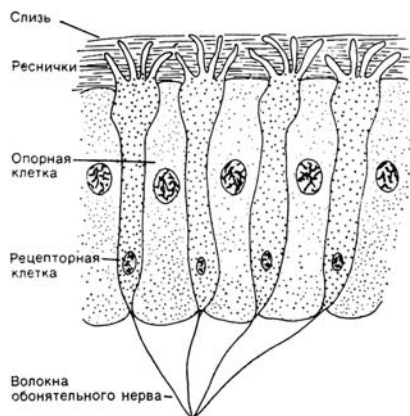


Рис. 100

*Обонятельные рецепторы*

возбудимы. Интенсивность обоняния зависит от структуры пахучего вещества, его концентрации в воздухе, скорости тока воздуха через носовые ходы, функционального состояния рецепторов обоняния.

**Слуховая рецепция** — восприятие слуховыми рецепторами слуховых раздражений (звуков), передача информации по слуховому нерву в ЦНС и восприятие ее сенсорными нейронами височной доли коры. *Слуховыми рецепторами* являются специальные клетки, которые находятся в кортиевом органе. Рецепторы на своих верхних концах имеют волоски. Кортиев орган находится в улитке (внутреннем ухе). Слуховая рецепция связана также с деятельностью вспомогательного аппарата. Кортиев орган и вспомогательный аппарат вместе образуют орган слуха, называемый ухом. Орган слуха состоит из наружного уха (ушная раковина, наружный слуховой проход), среднего уха (барабанная перепонка и ряд косточек: молоточек, наковальня и стремечко) и внутреннего уха (улитка). Каждый структурный компонент уха играет свою роль, что и обеспечивает восприятие звука.

Ушная раковина образована эластическим хрящом, покрытым кожей, обеспечивает улавливание звуков. Наружный слуховой проход имеет форму изогнутого канала, образован эластическим хрящом и костной основой, выстлан кожей, в которой имеются трубчатые железы, вырабатывающие особый секрет — ушную серу. Наружное ухо улавливает звук и проводит его к барабанной перепонке.

Барабанная перепонка отделяет наружное ухо от среднего, находящегося внутри пирамиды височной кости. Полость среднего уха называется барабанной полостью и заполнена воздухом. Барабанная перепонка представляет собой соединительнотканное образование, в котором различают верхнюю тонкую, не содержащую коллагеновых волокон, свободную, ненапрянутую часть и нижнюю упругую, натянутую часть. Снаружи она покрыта тонкой кожей, а со стороны среднего уха — слизистой оболочкой. Слизистая оболочка выстилает и всю поверхность барабанной полости среднего уха, где располагаются слуховые косточки.

В центре к барабанной перепонке прикрепляется первая слуховая косточка — молоточек. Все косточки подвижно соединены друг с другом. Стремечко вращено в перепонку овального отверстия внутреннего уха. Движения косточек передают колебание барабанной перепонки во внутреннее ухо через мембрану овального окна.

Внутреннее ухо находится в пирамиде височной кости. В нем имеется костный канал в форме улитки в 2,5 завитка, выстланный надкостницей, в котором располагается перепончатый канал (рис. 101). Между стенками костного и перепончатого каналов находится перилимфа, а в полости перепончатого канала — эндолимфа. Полость улитки, заполненная перилимфой, при помощи перепончатого канала улитки и костной спиральной пластинки разделена на 2 части (лестницы) — лестницу преддверия и барабанную лестницу. Обе они сообщаются между собой у верхушки улитки. В перепончатом канале на основной мембране находится кортиев орган. Он состоит из клеток различной

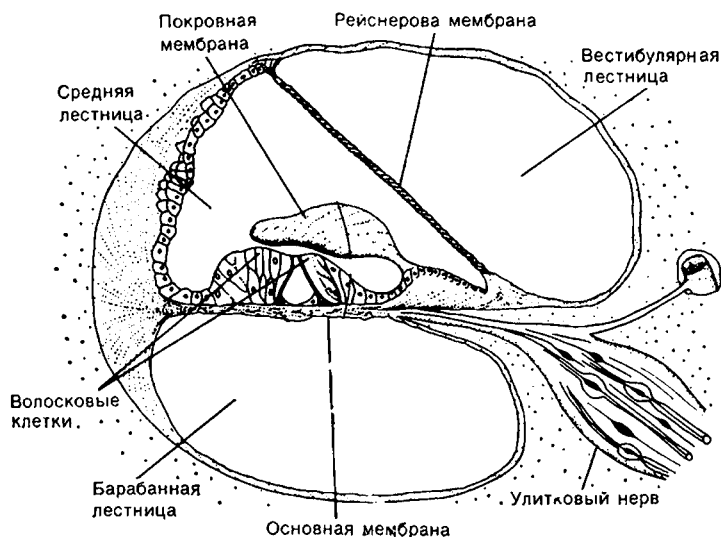


Рис. 101

*Поперечное сечение витка улитки*

формы, от которых начинаются волокна слухового нерва. Колебания мембраны овального окна вызывают колебания перилимфы, которые через стенку перепончатого канала передаются на эндолимфу и вызывают колебания покрывки кортиева органа. Она касается рецепторных волосков, и в рецепторах возникают импульсы, которые поступают в слуховую зону коры больших полушарий, где возникают слуховые ощущения (см. рис. 101).

**Зрительная рецепция** — восприятие зрительными рецепторами световых раздражений, передача информации по зрительному нерву в ЦНС и восприятие ее сенсорными нейронами затылочной области коры.

*Зрительные рецепторы* — это специальные нервные клетки, называемые *палочками* и *колбочками*, расположенные в сетчатке глаза. Зрительных рецепторов миллионы.

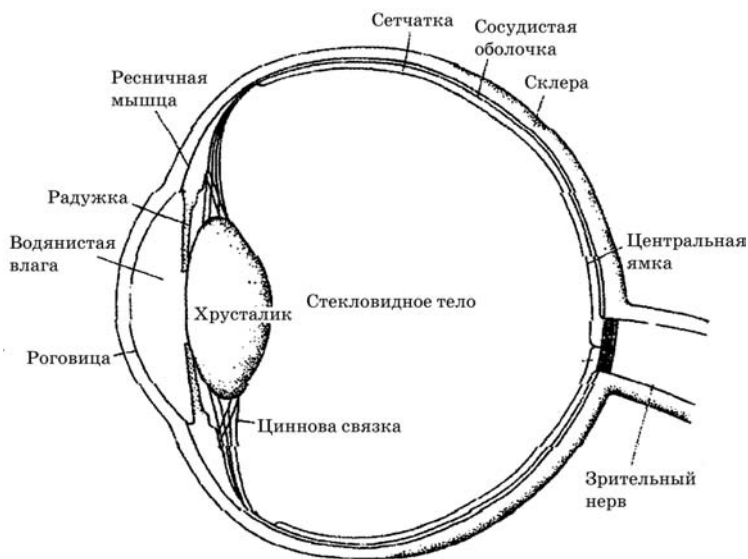
Зрительная рецепция связана с деятельностью вспомогательных приспособлений, которые вместе со зрительными рецепторами формируют орган зрения, называемый глазом.

Вспомогательные системы глаза — это оптическая система глаза и веки.

*Оптическая система (глазное яблоко)* находится в глазнице, имеет шаровидную форму, состоит из трех оболочек (наружная, средняя и внутренняя). Внутри глазного яблока расположены хрусталик, стекловидное тело и водянистая влага (рис. 102).

Наружная фиброзная оболочка глаза состоит из роговицы (прозрачной передней части) и склеры (белочной задней оболочки). В роговице сосудов нет, а в склере их содержится небольшое количество.

Средняя, или сосудистая, оболочка находится под склерой и содержит большое количество сосудов. В ней различают радужную оболочку (радужку), ресничное тело и собственно сосудистую оболочку. В центре радужки, которая представляет собой круглый диск, находится круглое отверстие — зрачок. Его диаметр меняется благодаря сокращениям мышц, суживающих и расширяющих



**Рис. 102**  
*Строение глаза*

зрачок. При ярком освещении (большом потоке поступающего в глаз света) зрачок суживается, при слабом — расширяется. Радужная оболочка, благодаря содержащемуся в ней пигменту меланину, окрашивается, обуславливая цвет глаз — карий, черный (при наличии большого количества пигмента) или голубой, зеленоватый (если пигмента мало).

Ресничное тело образовано гладкомышечными волокнами, составляющими ресничную мышцу. Она окружает хрусталик и обеспечивает изменение его кривизны, аккомодацию глаза к видению предметов, расположенных на различном расстоянии. Собственно сосудистая оболочка состоит из сети кровеносных сосудов, небольшого количества соединительной ткани и составляет большую часть средней оболочки глазного яблока.

Внутренняя оболочка, или сетчатка, имеет сложное строение и состоит из светочувствительных палочковид-

ных и колбочковидных клеток (палочек и колбочек). Задний отдел внутренней оболочки составляет дно глазного яблока, где различают желтое пятно и сосочек зрительного нерва (слепое пятно). Желтое пятно содержит большое количество колбочек и является местом наилучшего видения. Сосочек зрительного нерва — место выхода зрительного нерва, здесь палочки и колбочки отсутствуют (рис. 103).

В наружном слое расположены пигментные клетки (ПК). Рецепторы — палочки (П) и колбочки (К) — состоят из четырех отделов: наружного сегмента, внутреннего сегмента, ядерной зоны и синаптической зоны. Наружный слой нейронов образован биполярными (Б), горизонтальными

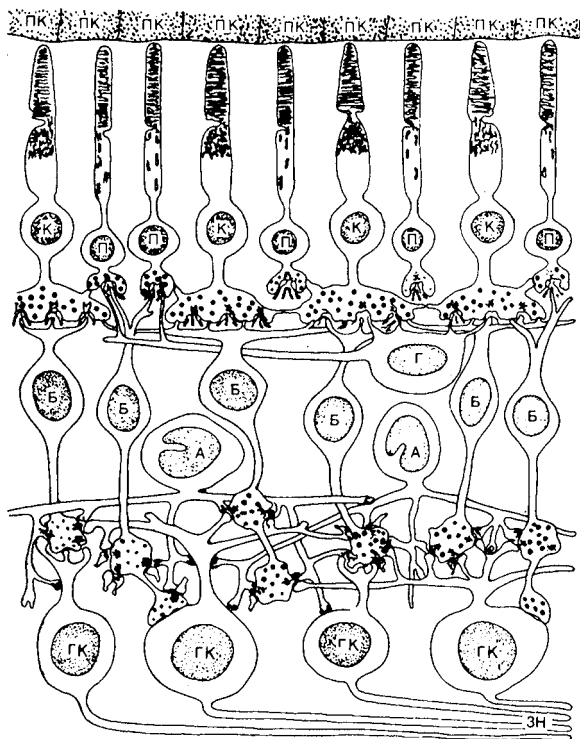


Рис. 103  
Строение сетчатки глаза

(Г) и амакриновыми (А) клетками; внутренний слой образован ганглиозными клетками (ГК), из отростков которых состоит зрительный нерв (ЗН).

Хрусталик представляет собой двояковыпуклую линзу, покрытую прозрачной эластичной капсулой, соединенной цинновыми связками с ресничной мышцей. Он способен изменять свою кривизну.

Стекловидное тело находится позади хрусталика и состоит из прозрачной массы студенистой консистенции.

Пространство между роговицей и хрусталиком называется передней камерой глаза, а между радужной оболочкой и хрусталиком — задней камерой. Они заполнены водянистой влагой — прозрачной жидкостью. От ее количества зависит внутриглазное давление.

Глазное яблоко обеспечивает дозирование светового потока на сетчатку глаза, а также преломление световых потоков, идущих от предметов, и изображение предметов в уменьшенном и перевернутом виде.

Рецепторы сетчатки глаза воспринимают зрительные раздражения, что сопровождается химическими превращениями находящегося в них родопсина. Под действием света он распадается на белок опсин и витамин А. Синтез новых молекул родопсина связан с использованием молекул витамина А. Палочки обеспечивают восприятие света в сумерки, а колбочки — в дневное время суток и цветное зрение.

## **ВЫСШАЯ НЕРВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ**

**Высшая нервная деятельность (ВНД)** — это совместная деятельность коры больших полушарий и подкорковых образований, которая обеспечивает приспособление поведения человека к меняющимся условиям внешней среды.

Высшая нервная деятельность осуществляется по принципу условного рефлекса и называется еще условно-рефлекторной деятельностью. В отличие от ВНД, низшая нервная деятельность осуществляется по принципу

безусловного рефлекса. Она является результатом деятельности низших отделов ЦНС (спинной, продолговатый, средний, промежуточный мозг и подкорковые ядра).

Впервые идею о рефлекторном характере деятельности коры головного мозга и связи ее с сознанием и мышлением высказал русский физиолог И. М. Сеченов. Основные положения этой идеи были высказаны в его работе «Рефлексы головного мозга». Его идея была развита и экспериментально доказана академиком И. П. Павловым, который разработал методы изучения рефлексов и создал учение о безусловных и условных рефлексах.

**Безусловные рефлексы** — это рефлексы врожденные, передающиеся по наследству и осуществляющиеся по врожденным нервным путям, с нервными центрами в нижележащих отделах ЦНС (например, рефлекс сосания, глотания, чихания и пр.).

Раздражители, вызывающие безусловные рефлексы, называются **безусловными**.

Безусловные рефлексы — это врожденные реакции организма, сложившиеся в процессе эволюции данного вида и передающиеся по наследству.

**Условные рефлексы** — это рефлексы, приобретенные в процессе индивидуальной жизни человека или животного и осуществляющиеся с участием коры больших полушарий в результате сочетания безразличных (условных, сигнальных) раздражителей с безусловными. Условные рефлексы образуются на основе безусловных.

Раздражители, вызывающие условные рефлексы, называется **условными**.

## *ОБРАЗОВАНИЕ УСЛОВНЫХ РЕФЛЕКСОВ*

### **Условия образования условных рефлексов**

Для образования условных рефлексов необходимо соблюдение следующих основных условий.

1. Действие на организм условного и безусловного раздражителей.



2. Начало действия условного раздражителя должно предшествовать действию безусловного раздражителя (на 5–30 с).

3. Условный раздражитель должен быть слабее безусловного.

4. Одновременное действие условного и безусловного раздражителей повторяется несколько раз (3–5 раз).

## **Механизм образования условных рефлексов**

В основе образования условного рефлекса лежит образование временной связи между сенсорными и моторными нейронами коры (см. рис. 104). Сенсорные нейроны воспринимают условное раздражение, а моторные — безусловное.

Схематично принцип образования условных рефлексов сводится к следующему:

1) при действии условного раздражителя (свет и др.) в чувствительной зоне коры возникает очаг возбуждения;

2) последующее действие безусловного раздражителя сопровождается возникновением второго очага возбуждения, но уже в моторной зоне коры (известно, что каждый нервный центр безусловного рефлекса имеет свое представительство в моторной зоне коры больших полушарий);

3) между этими двумя очагами возбуждения происходит «замыкание», т. е. устанавливается временная связь и они начинают действовать как одно целое;

4) образовавшаяся связь становится более прочной после нескольких сочетаний раздражителей;

5) действие условного раздражителя вызывает возникновение возбуждения в обоих очагах и ответную реакцию, соответствующую безусловному рефлексу (см. рис. 104).

Образовавшаяся рефлекторная реакция и есть *условный рефлекс*.

Условные рефлексы имеют большое биологическое значение. Они обеспечивают приспособление организма к изменяющимся условиям внешней среды.

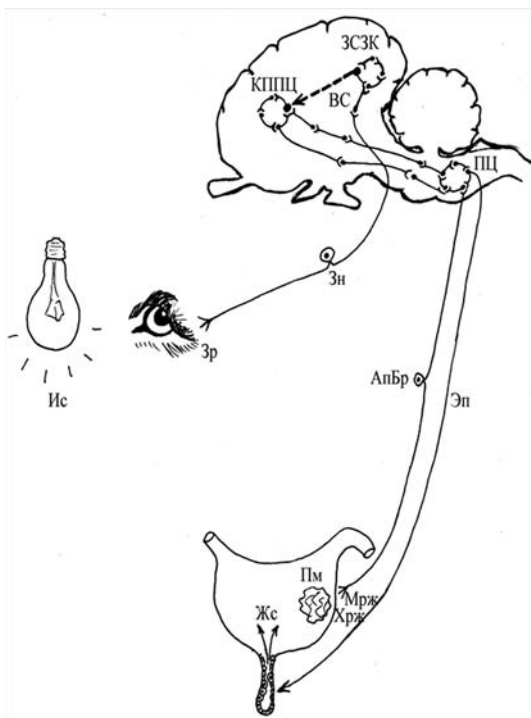


Рис. 104

*Высшая нервная деятельность. Схема образования условного рефлекса*

Ис. — источник света (свет), является условным раздражителем; Зр. — зрительные рецепторы; Зн. — зрительный нерв; ЗСЗК — зрительная сенсорная зона коры больших полушарий (зрительные сенсорные нейроны коры); Пм. — пищевые массы в желудке, являются безусловным раздражителем; Мрж. — механорецепторы слизистой оболочки желудка; Хрж. — хеморецепторы слизистой оболочки желудка; АпБр. — афферентный путь безусловного рефлекса; ПЦ — пищевой центр (безусловно-рефлекторный нервный центр образования желудочного сока); Эп. — эфферентный путь безусловного рефлекса; Жс. — желудочный сок; КППЦ — корковый представитель пищевого центра (мотонейроны коры); Вс. — временная связь (связь между той или иной сенсорной зоной, в зависимости от того, какие рецепторы воспринимают условный раздражитель, и нейронами моторной зоны, связанными с обеспечением проявляемого в данный момент безусловного рефлекса; временная связь может замыкаться через кору, через подкорковые образования (таламус) и путем связи в одном нейроне коры с химическим взаимодействием в молекулярных организациях аксоплазмы).

## Торможение условных рефлексов

В нервной деятельности взаимодействуют два процесса — возбуждение и торможение. Возбуждение участвует в образовании условного рефлекса и в его осуществлении. Торможение вызывает исчезновение временной связи. По И. П. Павлову, коре свойственны два вида торможения: безусловное (внешнее) и условное (внутреннее).

Условные рефлексы при изменении условий, вызвавших их образование, исчезают. В основе их исчезновения лежит возникновение процесса торможения в коре больших полушарий. Различают два вида торможения условных рефлексов: внешнее и внутреннее.

**Внешнее торможение условного рефлекса** возникает в результате действия на организм нового раздражителя, не связанного с данным условным рефлексом. В коре при этом образуется новый очаг возбуждения, который вызывает торможение существующего возбуждения, очага условного рефлекса. Если новый раздражитель безусловный, возникшее торможение называют *внешним безусловным торможением* (например, торможение пищевого условного рефлекса болевым раздражителем); если раздражитель условный, но чрезвычайно сильный — возникает *запредельное (охранительное) торможение* (например, торможение пищевого условного рефлекса, выработанного на свет лампочки, светом прожектора).

**Внутреннее торможение условного рефлекса** развивается постепенно, и причина его лежит в пределах рефлекторной дуги условного рефлекса. Различают несколько видов внутреннего торможения: угасание, дифференцировка, запаздывание, условный тормоз. Непременным условием внутреннего торможения является неподкрепление условного раздражителя безусловным.

*Угасание* — вид торможения, который возникает при условии, когда действие условного раздражителя длительное время не подкрепляется действием безусловного раздражителя.

*Дифференцировка* возникает тогда, когда вместо условного раздражителя, на который выработан условный

рефлекс, действует новый условный раздражитель, близкий по характеристикам к первому, но не подкрепляемый безусловным раздражителем.

*Запаздывание* возникает тогда, когда действие безусловного раздражителя отстает от действия условного на значительное время (обычно до 3 минут) и условный рефлекс проявляется через это же время.

*Условный тормоз* — вид торможения, возникающий в случае, если на организм действует комбинация раздражителей (на один из них выработан условный рефлекс), которая не подкрепляется безусловным.

### *ОСОБЕННОСТИ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА*

Особенностями высшей нервной деятельности человека являются сознание, речь и абстрактное (отвлеченное) мышление. Кора больших полушарий обладает свойством воспринимать раздражения внешнего мира. Ее структуры и процессы, осуществляющие восприятие непосредственных раздражителей и обеспечивающие ответные реакции на них, получили название **первой сигнальной системы**. Она присуща и животным, и человеку. Наряду с первой сигнальной системой у человека существует вторая сигнальная система. Это новое свойство коры, заключающееся в ее способности воспринимать вторые сигнальные раздражители, которыми являются слова. Например, у человека выработан условный рефлекс на слово «мясо». Замена этого слова на «антрекот» также вызовет условно-рефлекторную реакцию. Если повторить это же у собаки, то условный рефлекс на слово «антрекот» не будет проявляться, так как в этом слове другое сочетание звуков. Способность коры больших полушарий головного мозга человека воспринимать и обеспечивать ответные реакции на вторые сигналы раздражителей (слова) получила название **второй сигнальной системы**. Сигнальное значение слова связано не с простым звукосочетанием, а со смыслом. Для человека речь — это не только сочетание звуков, но, прежде всего, форма отображения материальных явлений и

предметов окружающего мира в понятиях и мыслях. При помощи слов образуются общие понятия. При обобщении различных явлений человек выявляет закономерные связи между ними и открывает законы.

Способность человека к обобщению составляет сущность абстрактного мышления, которое отличает его от животных.

Речь — это специфическая особенность человека, она является длительным итогом культурно-исторического развития. Речь осуществляется при участии различных отделов ЦНС. Для понимания и осуществления речи (артикуляции речи) необходимо взаимодействие первичных проекционных зон, вторичных сенсорных зон и ассоциативных областей, расположенных в лобных и теменно-височно-затылочных долях головного мозга. В задних отделах височной доли находится «зона Вернике», относящаяся ко вторичным зонам слухового анализатора; при ее полном повреждении человек не понимает обращенной к нему речи или написанного текста (сенсорная афазия), однако может говорить и писать.

При нарушении деятельности третичных областей возникают трудности слухо-речевой памяти, понимания грамматических конструкций, сравнительных отношений.

У большинства людей за речевую функцию отвечает левое полушарие. При поражении теменно-затылочных областей коры левого полушария возникает нарушение чтения, а нижних отделов постцентральной извилины — афферентного синтеза импульсов от речевого аппарата. В связи с этим изменяется произношение слов, обусловленное трудностями артикуляции, одни звуки заменяются другими. В нижних отделах премоторной области коры больших полушарий головного мозга (лобные доли) находится область Брока. При полном поражении этой зоны человек не может произнести ни одного слова, но понимает обращенную к нему речь (моторная афазия). Это обусловлено тем, что одна из главных функций лобных долей заключается в регуляции произвольной деятельности, в том числе и речи.

## ПАМЯТЬ

Памятью называется способность человека запоминать, сохранять и воспроизводить информацию о ранее воздействовавших на него событиях. Различают кратковременную, промежуточную и долговременную память. Кратковременная память длится в течение нескольких минут и определяет значимость поступающей информации: если она важна, то переходит в другой ее вид, если нет, то исчезает.

Промежуточная память длится в течение нескольких минут или часов и определяет формирование мыслей на определенный период. Долговременная память может сохраняться в течение всей жизни человека и обеспечивает запечатление наиболее важных событий жизни. Память может быть зрительной, слуховой, тактильной, двигательной, обонятельной, эмоциональной, а также непроизвольной и произвольной.

Для процесса запоминания и памяти очень важна деятельность лобных и височных долей больших полушарий головного мозга. В основе механизма памяти лежит циркуляция нервных импульсов по кольцевым связям нейронов коры больших полушарий. При формировании долговременной памяти происходит также фиксация, хранение и воспроизведение временных связей в виде белковых молекул.

## БОДРСТВОВАНИЕ, СОН, СНОВИДЕНИЯ, ГИПНОЗ

Деятельность организма человека зависит от состояния его нервной системы. Чередование физического и умственного труда, соблюдение режима дня, активный отдых имеют первостепенное значение для защиты нервной системы от переутомления. Наиболее полный отдых организм получает во время сна.

Опытным путем доказано, что сон является торможением, охватывающим кору больших полушарий головного мозга, которое возникает в связи со снижением афферентной стимуляции мозга и накоплением метаболитических

активных веществ — факторов сна. Механизмы сна зависят от нейронных связей ствола мозга, нейромедиаторами в которых служат серотонин, норадреналин, ацетилхолин. Изменения в содержании этих нейромедиаторов в головном мозге оказывают влияние на циркадианную периодичность «сон–бодрствование».

Источником этой периодичности является супрахиазмальное ядро гипоталамуса.

В состоянии сна ослабевает связь организма с окружающим миром. Глубина сознания во сне значительно меняется. Во время сна происходят восстановительные анаболические процессы, переработка и сохранение информации, поступившей в головной мозг в период бодрствования.

Сон делят на медленноволновой и быстроволновой (парадоксальный). Засыпая, человек последовательно испытывает в течение 30–45 минут четыре стадии медленноволнового сна, в течение которых мышцы тела расслабляются, сердечный ритм, кровяное давление, моторика желудка и кишечника возрастают. По мере прохождения этих стадий пробуждение становится более трудным.

При пробуждении эти стадии протекают в обратном порядке.

Чередование сна и бодрствования влияет на биоэлектрические проявления головного мозга, которые можно зафиксировать с помощью электроэнцефалографии. У бодрствующего человека на электроэнцефалограмме (ЭЭГ) преобладают  $\beta$ -волны (бета-ритм), характеризующиеся частотой колебаний свыше 13 Гц и амплитудой 20–25 мкВ, т. е. регистрируется высокочастотная, низкоамплитудная активность. Она лучше проявляется в лобных отделах.

В состоянии расслабленного бодрствования с закрытыми глазами у человека на ЭЭГ преобладают  $\alpha$ -волны (частота колебаний — 8 Гц, амплитуда — 50 мкВ). Они чаще регистрируются в затылочной области коры и тесно связаны с активностью подкорковых структур, таламуса.

При засыпании, на стадии 1-го медленноволнового сна,  $\alpha$ -волны перемежаются низкочастотными  $\theta$ -волнами

(частота колебаний — 3–7 Гц, амплитуда — 100–150 мкВ). На стадии 2 происходит дальнейшее замедление ЭЭГ, но медленные волны прерываются сонными веретенами — вспышками активности с частотой 12–14 Гц и большими К-комплексами (высокоамплитудными медленными биопотенциалами). На стадии 3 регистрируются  $\delta$ -волны (0,5–2 Гц, 250–300 мкВ) и отдельные сонные веретена. Стадия 4 характеризуется наличием  $\delta$ -волн.

Через 90 минут медленноволновой сон сменяется быстроволновым (БДГ-сном). Он сопровождается быстрыми движениями глаз, утерей мышечного тонуса, но в мышцах глаз происходят фазические сокращения, приостановкой терморегуляции, изменением сердечного ритма, кровяного давления, дыхания. Активность головного мозга в это время повышена, но спящего трудно разбудить. С фазой этого сна совпадают сновидения. На ЭЭГ регистрируются низкоамплитудные быстрые волны, похожие на волны ЭЭГ бодрствующего человека. В связи с этим сходством быстроволновой сон называют еще парадоксальным сном. У молодых людей БДГ занимает примерно 20–25% от общей продолжительности сна, у младенцев — примерно половину, у пожилых — меньше 20%.

К нарушениям сна относят сногворение, снохождение (сомнамбулизм), ночные страхи, сонный ступор, бессонницу.

Для человека характерны сновидения. Их возникновение связывают с бессознательными процессами, со всем тем, что не прошло осознания. Содержание сновидений сводится к фантастическим проявлениям в разной последовательности событий настоящего, прошлого и будущего. Сновидения являются связующим звеном между бессознательным и настоящей реальной жизнью — целями, задачами, планами, стремлениями, страхами человека.

Гипноз — это частичный сон, характеризующийся иррадирующим торможением большей части коры больших полушарий. Во время гипноза некоторые области коры не полностью заторможены, находятся в парадоксальной фазе, и более слабые раздражители начинают оказывать



более сильное действие. Сигналы, исходящие от гипнотизера, могут вызывать различные ощущения, вплоть до диаметрально противоположных (сладкое вместо горького, теплое вместо холодного), необычайные состояния опорно-двигательного аппарата, картины и т. д.

## ЖЕЛЕЗЫ ВНУТРЕННЕЙ СЕКРЕЦИИ

Железистые клетки, объединяясь, образуют в организме человека железы внешней и внутренней секреции. Железы внутренней секреции (эндокринные железы) не имеют выводных протоков и выделяют свои секреты (инкреты) непосредственно в кровь. Железы внешней секреции имеют выводные протоки и выделяют образуемые секреты в полости или на поверхность тела. К ним относятся все пищеварительные, потовые и сальные железы и пр.

Функции организма регулируются не только нервной системой. Передача информации к органам от ЦНС осуществляется и с помощью специальных биологически активных веществ (гормонов), которые выделяются железами внутренней секреции. Свое влияние на железы внутренней секреции ЦНС оказывает через гипоталамус. Он является центральным звеном, регулирующим деятельность желез внутренней секреции.

В организме человека различают следующие железы внутренней секреции: *гипоталамус, гипофиз, щитовидную железу, околощитовидные железы, поджелудочную железу (ее островковый аппарат), надпочечники, яичники и семенники, желтое тело, плаценту, эпифиз, вилочковую железу (тимус)*. Инкреторная деятельность свойственна также и многим органам, так как в них имеются отдельные железистые клетки, инкретирующие биологически активные вещества типа гормонов (тканевые гормоны). Совокупность железистых клеток, образующих тканевые гормоны, называется диффузной эндокринной системой.

Каждая железа синтезирует и выделяет в кровь специфические гормоны, которые разносятся по организму, попадают к органам и осуществляют свое действие.

**Гормоны** — это органические соединения, обладающие высокой биологической активностью. По химическому строению их подразделяют на производные *аминокислот, белково-пептидные и стероидные* (производные холестерина).

Гормоны обладают рядом специфических свойств:

- 1) действуют только на определенный орган (орган-мишень);
- 2) действуют на больших расстояниях от места образования;
- 3) обладают высокой биологической активностью;
- 4) оказывают свое действие через белки-ферменты;
- 5) не имеют видовой специфичности;
- 6) быстро разрушаются специальными ферментами.

## МЕХАНИЗМ ГОРМОНАЛЬНОЙ РЕГУЛЯЦИИ

Гормон с кровью поступает к органу-мишени. Орган имеет специальные рецепторы, которые располагаются или на поверхности, или внутри клеток органов и возбуждаются только определенным гормоном (см. рис. 105).

Для большинства белковых гормонов (инсулин и др.) рецепторы находятся на наружной поверхности клеток органов. Гормон присоединяется к рецептору, меняя конформацию белка, при этом внутрь клетки органа передается сигнал. Он активизирует фермент аденилатциклазу, который ускоряет образование из АТФ циклической АМФ (цАМФ). Она является посредником действия гормона на обменные процессы (через ферменты), изменяющим уровень обмена веществ.

Стероидные гормоны (все гормоны коры надпочечников и половых желез), а также тиреоидные и другие производные аминокислот легко проникают в клетку, где взаимодействуют с рецепторами, образуя активный комплекс «гормон–рецептор». Он проникает в ядро клетки и там активизирует определенные гены, вызывает синтез белков-ферментов, которые и ускоряют биохимические процессы, связанные с деятельностью органа.

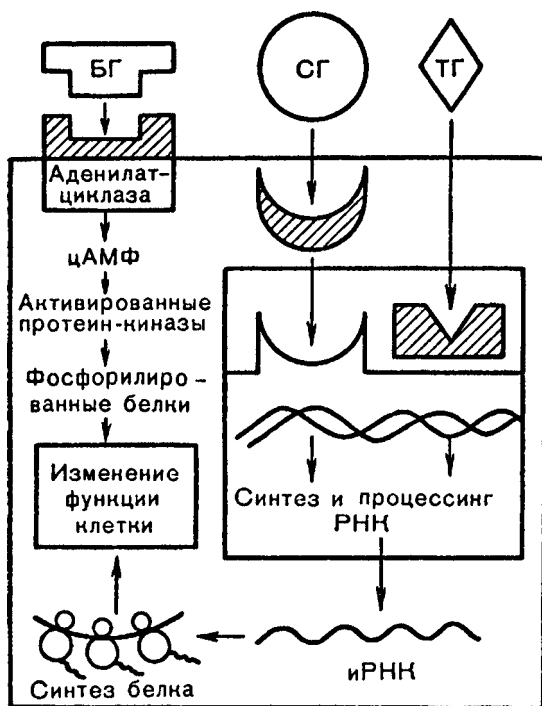


Рис. 105

Механизм действия белковых (БГ), стероидных (СГ) и тиреоидных (ТГ) гормонов (по Janne A., Kontula K., 1980)

## ХАРАКТЕРИСТИКА ЖЕЛЕЗ ВНУТРЕННЕЙ СЕКРЕЦИИ

### ГИПОТАЛАМУС

Гипоталамус — это образование ЦНС. Он состоит из нейронов, часть которых обладает инкреторной функцией. Одни нейроны образуют гормоны-стимуляторы (*либерины*), их семь, и гормоны-ингибиторы (*статины*), их три.

Либерины и статины с кровью поступают в гипофиз и оказывают действие на образование им соответствующих гормонов. Благодаря либеринам и статинам гипоталамус обеспечивает связь ЦНС с гормональной системой организма.

Другие нейроны гипоталамуса образуют антидиуретический гормон (вазопрессин) и окситоцин. Эти гормоны по аксонам нейронов стекают в заднюю долю гипофиза, там накапливаются и по мере надобности поступают в кровоток.

### *ГИПОФИЗ*

Гипофиз находится в основании головного мозга и имеет сложное строение. В нем различают переднюю (аденогипофиз) и заднюю (нейрогипофиз) доли, в которых вырабатываются гормоны.

Железистые клетки **передней части аденогипофиза** образуют 6 гормонов: соматотропный гормон (гормон роста), лактотропный (пролактин), фолликулостимулирующий, лютеинизирующий, тиреотропный и адренокортикотропный гормон.

**Гормон роста (СТГ)** обладает видовой специфичностью и широким спектром действия в организме. Он поступает в кровь, разносится по всему организму и регулирует его рост: повышает синтез белка и увеличивает мышечную систему организма, способствует росту костей скелета в длину, увеличивает размеры тела. Недостаточное образование СТГ ведет к задержке роста. Если оно отмечается с самого детства, то ребенок растет очень медленно, хотя пропорции тела остаются нормальными, — это заболевание называется карликовостью.

Повышенное образование гормона ведет к ускорению роста. Если это происходит в молодом возрасте, то человек растет очень быстро, пропорции тела при этом остаются нормальными (гигантизм), если же у взрослого человека, то это приводит к увеличению тех органов, ткани которых еще не прекратили рост (нос, язык, кисти рук, стопа и др.). Такое заболевание называется акромегалией. Образование гормона стимулируется при снижении в крови концентрации глюкозы, жирных кислот, повышении концентрации аминокислот.

**Пролактин (ЛТГ)** по структуре, свойствам и физиологическому действию схож с соматотропным гормоном, но он избирательно действует на молочные железы. Поступая

в кровь, ЛТГ стимулирует развитие молочных желез, синтез компонентов молока (т. е. молокообразование) в женском организме после родов.

**Адренотропный гормон (АКТГ)**, поступающая в кровь, оказывает специфическое влияние на пучковую и сетчатую зоны коры надпочечников. Он увеличивает размеры надпочечников, стимулирует образование гормонов глюкокортикоидов (поэтому является антагонистом СТГ), андрогенов, эстрогенов и гестагенов.

**Тиреотропный гормон (ТТГ)**, поступающая в кровь, оказывает специфическое действие на щитовидную железу: увеличивает размеры железы, стимулирует синтез ее гормонов.

**Фолликулостимулирующий гормон (ФСГ)**, поступающая в кровь, оказывает специфическое действие на яичники или семенники: стимулирует рост и развитие фолликулов в яичниках (оогенез), рост и развитие клеток Сертоли и сперматогенного эпителия в семенниках (спермиогенез).

**Лютеинизирующий гормон (ЛГ)**, поступающая в кровь, оказывает специфическое действие на яичники или семенники: стимулирует развитие интерстициальной ткани яичников и семенников, образование в них половых гормонов, обеспечивает созревание фолликулов, овуляцию и образование желтого тела в яичниках.

Железистые клетки **промежуточной части аденогипофиза** вырабатывают меланоцитостимулирующий гормон (МЦСГ).

**Меланоцитостимулирующий гормон** стимулирует биосинтез пигмента меланина в пигментных клетках кожи, волос. Распределение пигмента в клетках приводит к потемнению кожи (особенно это хорошо выражено у рыб, амфибий и рептилий) и волос.

Гормон участвует в темновой адаптации, повышает остроту зрения.

**Задняя доля гипофиза** является частью гипоталамуса и местом, где хранятся вырабатываемые им окситоцин и вазопрессин (антидиуретический гормон).

**Окситоцин** поступает в кровь рефлекторно при раздражении рецепторов молочной железы и вызывает сокращение миоэпителия, уменьшение объема альвеол. Молоко перемещается из альвеол в цистерну молочной железы, т. е. происходит молокоотдача.

Окситоцин в больших количествах выделяется в кровь при родах и вызывает сокращение матки, способствуя родам.

**Антидиуретический гормон (вазопрессин)** поступает в кровь и оказывает специфическое влияние на извитые канальцы нефронов почек, вызывая уменьшение мочеобразования и мочеотделения.

### *ЭПИФИЗ*

Эпифиз, или шишковидное тело, представляет собой образование центральной нервной системы и находится в промежуточном мозге. Клетки эпифиза образуют гормоны *серотонин, мелатонин, адреногломерулотропин* и др. В целом, эпифиз участвует в контроле циркадных ритмов, биологических часов (биологические ритмы с периодом, близким к 24 часам).

Они охватывают все проявления жизни у человека — деление клеток, активность ферментов, содержание гормонов, тонус ЦНС, сон и бодрствование, поведение, динамику работоспособности, биологическую активность организма к времени суток. Эпифиз трансформирует нервные импульсы от зрительных рецепторов в инкреторный процесс.

### *ЩИТОВИДНАЯ ЖЕЛЕЗА*

Щитовидная железа расположена в передней области шеи впереди гортани и верхних хрящей трахеи. Она состоит из двух долей, соединенных перешейком, образованных железистыми фолликулами, и окружающей их парафолликулярной ткани.

Клетки фолликулов (тироциты) синтезируют специфические гормоны тироксин (тетрайодтиронин) и трийод-

тиронин из аминокислоты тирозина и неорганического йода. Околофолликулярная ткань синтезирует нейродированный гормон тиреокальцитонин.

**Тироксин и трийодтиронин**, поступая в кровь, оказывают влияние на все клетки организма, участвуют в регуляции всех видов обмена веществ, процессов роста и дифференцировки тканей, органов.

Они увеличивают интенсивность окислительных процессов, стимулируют рост организма, развитие и функцию половой системы, выведение воды.

Они участвуют в регуляции развития нервной системы и ее возбудимости, обеспечивают нормальную функцию кожи.

Гипофункция фолликулов железы, проявляющаяся недостатком гормонов в период роста организма, ведет к карликовости-кретинизму, у взрослого — к микседеме (отечности кожи), понижению обмена веществ и возбудимости нервной системы.

Гиперфункция, проявляющаяся избытком гормонов, ведет к повышению обмена веществ, возбудимости нервной системы, увеличению частоты сокращений сердца, развитию зоба. Такое заболевание называется базедовой болезнью.

**Тиреокальцитонин**, поступая в кровь, влияет на обмен кальция и фосфора в организме. Гормон активирует остеобласты, т. е. участвует в формировании костей, обеспечивая отложение в костной ткани кальция, снижая содержание кальция в крови.

#### *ПАРАЩИТОВИДНЫЕ ЖЕЛЕЗЫ*

Паращитовидные железы, округлой формы, в количестве четырех, располагаются на задней поверхности долей щитовидной железы. Клетки железы — паратиреоциты — синтезируют паратгормон.

**Паратгормон** поступает с кровью к костям, почкам и кишечнику. Он вместе с тиреокальцитонином обеспечивает постоянство содержания кальция в крови. Паратгормон повышает концентрацию кальция в крови, увеличивая ак-

тивность остеокластов, и, вызывая разрушение костной ткани, усиливает всасывание кальция в кишечнике и в почках.

#### *ВИЛОЧКОВАЯ ЖЕЛЕЗА (ТИМУС)*

Вилочковая железа находится в грудной полости за грудиной, состоит из двух больших долей. Железа развивается до полового созревания организма, после которого происходит ее физиологическая инволюция. Тимус инкретирует гормон *тимозин*, а также является центральным органом системы иммуногенеза, отвечающим за формирование иммунитета.

Гормон тимозин стимулирует образование и дифференцировку Т-лимфоцитов (тимусзависимых лимфоцитов).

#### *НАДПОЧЕЧНИКИ*

Надпочечники — это парные железы, расположенные внутри брюшной полости над почками, имеющие форму треугольника. В них различают корковый слой (клубочковая, пучковая и сетчатая зоны) и мозговое вещество, которые представляют собой самостоятельные железы внутренней секреции и вырабатывают собственные гормоны. Мозговое вещество расположено внутри надпочечников и окружено корой.

**Корковый слой надпочечников** вырабатывает 3 вида гормонов: минералокортикоиды — в клубочковой зоне, глюкокортикоиды — в пучковой зоне и половые гормоны — в сетчатой зоне. Гормоны коркового слоя надпочечников участвуют в регуляции процессов обмена веществ, роста и развития организма человека.

**Минералокортикоиды (альдостерон и др.)** регулируют обмен минеральных веществ и воды, обеспечивая поддержание их оптимальной концентрации в крови.

**Глюкокортикоиды (кортизол и др.)** регулируют преимущественно обмен углеводов, повышая уровень глюкозы в крови, а также обмен жиров и белков, стимулируя распад белков, особенно в мышцах.



**Половые гормоны (андрогены, эстрогены, прогестерон)** стимулируют рост и развитие мужских и женских половых органов, отвечают за рост организма, происходящий во время полового созревания, за развитие вторичных половых признаков.

Гормоны коры надпочечников обеспечивают повышение сопротивляемости организма (резистентности).

**Мозговое вещество надпочечников** синтезирует и выделяет гормоны **катехоламины: адреналин, норадреналин, дофамин**.

Дофамин и норадреналин являются предшественниками для синтеза адреналина, их действие в основном подобно действию адреналина.

Катехоламины участвуют в регуляции всех видов обмена веществ: усиливают распад гликогена в тканях до глюкозы и повышают концентрацию глюкозы в крови, усиливают распад жира в жировой ткани и окисление жирных кислот, обеспечивают распад белка при недостатке углеводов (например, при стрессе), повышают перенос электролитов через мембраны клеток и т. д.

Катехоламины оказывают влияние на деятельность органов: стимулируют работу сердца (усиливают и учащают сокращения), повышают давление крови в сосудах (сужают просвет кровеносных сосудов), расширяют зрачок, тормозят работу пищеварительного тракта, усиливают возбудимость и уменьшают утомляемость скелетных мышц, повышают устойчивость организма к вредным воздействиям.

#### **ОСТРОВКОВЫЙ АППАРАТ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ**

Поджелудочная железа расположена в S-образном изгибе двенадцатиперстной кишки. Ее островковый аппарат состоит из  $\beta$ - и  $\alpha$ -клеток.  $\beta$ -клетки продуцируют гормон инсулин,  $\alpha$ -клетки — гормон глюкагон.

**Инсулин** оказывает влияние на все виды обмена веществ в органах и тканях, прежде всего на обмен углеводов.

Гормон снижает концентрацию глюкозы в крови, повышая транспорт ее в клетки (больше в печени и мышцах), где способствует превращению глюкозы в гликоген — животный сахар.

Инсулин — это единственный гормон в организме, который снижает концентрацию сахара в крови.

При уменьшении или прекращении образования инсулина развивается сахарный диабет — повышается уровень глюкозы в крови и выделение ее с мочой, нарушается обмен веществ.

При таком нарушении функции поджелудочной железы организму можно помочь искусственным введением гормона инсулина.

**Глюкагон** оказывает влияние, противоположное влиянию инсулина, т. е. способствует превращению гликогена в глюкозу, повышая ее концентрацию в крови. Глюкагон действует только на гликоген в печени и не оказывает влияния на него в мышечной ткани.

#### **ПОЛОВЫЕ ЖЕЛЕЗЫ (ЯИЧНИКИ, СЕМЕННИКИ), ЖЕЛТОЕ ТЕЛО, ПЛАЦЕНТА**

**Яичники** — женские половые железы, в фолликулах которых образуются гормоны эстрогены и в небольших количествах андрогены и гестагены (прогестерон). Значительные количества половых гормонов продуцируются после наступления половой зрелости женского организма.

К **эстрогенам** относятся **эстрадиол, эстриол и эстрон**, которые, поступая в кровь, доставляются к половым органам, молочным железам и стимулируют их рост и развитие.

С момента наступления половой зрелости они стимулируют развитие фолликулов, созревание яйцеклеток, т. е. регулируют половые циклы, рост протоков молочных желез. Они обеспечивают развитие вторичных половых признаков.

Эстрогены регулируют обмен веществ, усиливают синтез белков и образование мышечной ткани, повышают сопротивляемость организма к вредным воздействиям.

**Желтое тело** образуется в яичнике после овуляции (разрыва фолликула и выхода яйцеклетки), на месте лопнувшего фолликула.

Железа продуцирует гормоны *прогестерон* и *релаксин*.

Прогестерон, поступая в кровь, оказывает влияние на матку и молочные железы. Он обеспечивает развитие в матке плода, делает ее нечувствительной к окситоцину, поэтому его называют «гормоном беременности». Гормон стимулирует развитие альвеол в молочных железах.

Релаксин, поступая в кровь, обеспечивает нормальное течение родов.

**Плацента** является временной железой внутренней секреции и функционирует в период беременности. Она продуцирует половые гормоны, среди которых *прогестерон*, *эстрогены*, *релаксин*.

Гормоны плаценты регулируют процессы, связанные с беременностью и происходящие в организме матери и плода.

В **семенниках** в интерстициальной ткани (клетках Лейдига) образуются мужские половые гормоны — андрогены, в меньших количествах эстрогены.

К *андрогенам* относятся *тестостерон*, *андростендион*, *андростерон* и др. (наиболее активный из них — тестостерон).

Гормоны, поступая в кровь, разносятся по всему организму и стимулируют рост и развитие мужских половых органов, а с наступлением половой зрелости — сперматогенез и развитие вторичных половых признаков.

Андрогены стимулируют:

- синтез белка;
- развитие мускулатуры, сердца, костной ткани, скелета;
- повышают сопротивляемость организма к неблагоприятным воздействиям, работоспособность.

## ДИФФУЗНАЯ ЭНДОКРИННАЯ СИСТЕМА. ТКАНЕВЫЕ ГОРМОНЫ

Инкреторные клетки диффузной эндокринной системы образуют и выделяют в кровь биологически активные вещества, называемые тканевыми гормонами. Они оказывают специфическое влияние на деятельность органов.

Больше всего инкреторных клеток имеется в желудке, кишечнике, поджелудочной железе, почках, подчелюстных и околоушных слюнных железах, легких, коже.

В них образуются, соответственно, *гастрин, гастрон, серотонин, секретин; энтерокринин; липокаин, ваготонин; ренин, эритро-, лейкоцито-, тромбоцитопоэтины; калликреин, паротин; калликреин; гистамин* и т. д. Почти во всех органах и тканях организма образуются *простагландины*.

## СИСТЕМА КРОВИ

Система крови состоит из крови и органов, в которых происходит образование и разрушение клеток крови.

В организме система крови обеспечивает:

1) оптимальную для обмена веществ массу циркулирующей крови за счет деятельности сердца, кровеносных сосудов, органов депо крови (печень, селезенка, кожа, легкие, почки, мышцы), пищеварительных желез, всасывательного аппарата желудка и кишечника;

2) оптимальное для метаболизма количество форменных элементов крови, которое создается красным костным мозгом, лимфатическими узлами, селезенкой, лимфоидной тканью кишечника и миндалин, печенью, почками, вилочковой железой.

Кровь вместе с лимфой и тканевой жидкостью образуют внутреннюю среду организма. Они принимают непосредственное участие в процессах обмена веществ и поддержании постоянства внутренней среды — гомеостаза организма.

*Кровь* представляет собой жидкую соединительную ткань. Она имеет красный цвет, который ей придают эритроциты (красные кровяные тельца).

Кровь состоит из жидкой части — плазмы, и форменных элементов — эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов (рис. 106).

Объем циркулирующей крови у взрослого человека составляет около 7–8% от массы тела (4,5–6 л).

Состав и физико-химические свойства крови, как и всей внутренней среды организма, относительно постоянны.

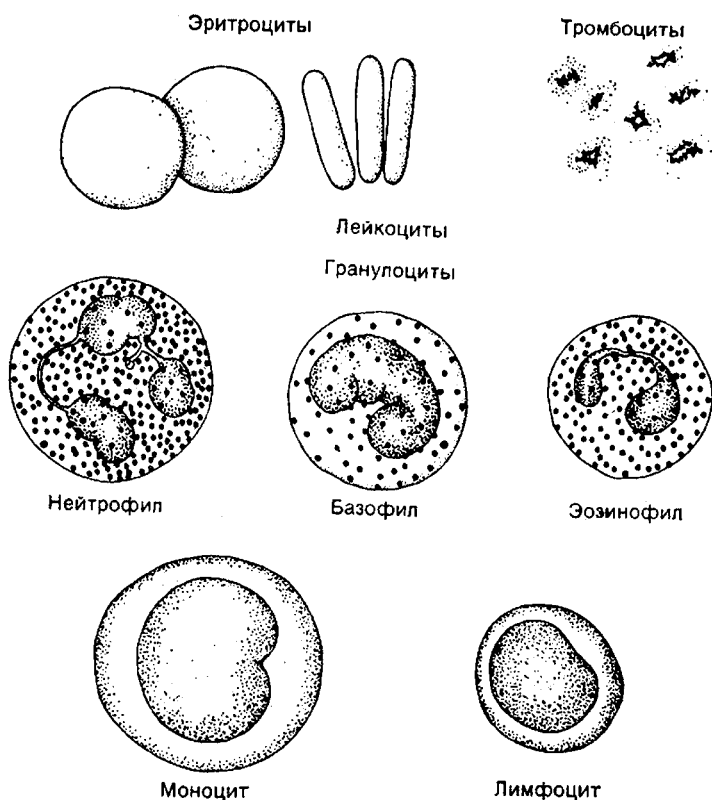


Рис. 106  
Клетки крови

Кровь характеризуется определенными вязкостью, относительной плотностью, осмотическим давлением, активной реакцией.

## ПЛАЗМА КРОВИ

Плазма крови (50–60% объема крови) — полупрозрачная жидкость желтоватого цвета, состоящая из воды (90–92%) и сухого вещества (8–10%), которое включает в себя органические и неорганические вещества. Органические вещества плазмы крови: белки (альбумины, глобулины, фибриноген, протромбин и др.) — 60–90 г/л, аминокислоты, полипептиды, мочевины — 3,33–8,32 ммоль/л, глюкоза — 0,6–1,2 г/л, нейтральные жиры — 1,50–3,0 г/л, минеральные вещества — 9 г/л (преимущественно ионы натрия, калия, кальция, хлора,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{HPO}_4^-$ ), ферменты, гормоны и другие вещества.

Кровь обладает определенными свойствами, которые обусловлены плазмой крови:

1) имеет относительно постоянную реакцию, которая равна 7,4. Реакция крови может колебаться от минимум  $\text{pH} = 7,0$  до максимум  $\text{pH} = 7,8$ . Выход показателей реакции крови за эти пределы ведет к гибели человека. Реакция плазмы крови обеспечивается буферными системами: карбонатной, фосфатной, гемоглобина и белков плазмы крови;

2) способностью свертываться, что обеспечивается белками плазмы фибриногеном и протромбином. Свертыванием называется переход крови из жидкого состояния в желеобразный сгусток. Свертывание возникает при ранении кровеносного сосуда и сопровождается образованием сгустка, называемого тромбом, который закупоривает пораненный кровеносный сосуд и тем самым предотвращает кровотечение. Кровь человека свертывается в течение 3–4 минут. При ранении ткани и кровеносного сосуда кровь вытекает, и из разрушающихся тромбоцитов и ткани образуются тромбопластины. Они взаимодействуют с факторами плазмы крови и ионами кальция, претерпевают ряд изменений

и действуют на белок плазмы протромбин и переводят его в активный тромбин. Тромбин действует на белок плазмы фибриноген и, взаимодействуя с факторами плазмы крови и ионами кальция, превращает его в фибрин. Фибрин не растворим в воде и выпадает в виде нитей, формируя сеть, в которой задерживаются форменные элементы крови и образуется тромб;

3) постоянным осмотическим давлением (7,6 атм), которое зависит от концентрации минеральных веществ, находящихся в плазме. Наиболее важным является натрий, который в соединении с хлором обеспечивает в основном осмотическое давление крови. Раствор хлористого натрия (в концентрации 0,85%) имеет такое же осмотическое давление, как и давление плазмы крови. Он называется изотоническим раствором. Растворы с меньшим осмотическим давлением, чем давление плазмы крови, называются гипотоническими, с большим — гипертоническими.

## ФОРМЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ КРОВИ

**Эритроциты** — красные кровяные тельца. В 1 л крови человека их содержится от 3,7 до  $5,1 \times 10^{12}$ . Эритроциты имеют своеобразную форму — двояковогнутого диска, на поперечном разрезе напоминают гантели. Благодаря такой форме поверхность эритроцита увеличивается в 1,5 раза.

Эритроцит состоит из стромы и оболочки. Оболочка полупроницаема.

Основной составной частью эритроцитов является гемоглобин. В крови человека содержится от 1,86 до 2,17 ммоль/л (120–180 г/л) гемоглобина. Гемоглобин легко присоединяет кислород, образуя оксигемоглобин. Благодаря этому эритроциты обеспечивают транспорт кислорода от легких к тканям.

Гемоглобин соединяется с углекислым газом, превращаясь в карбгемоглобин. В таком виде эритроциты транспортируют часть (5%) углекислого газа от тканей к легким.

Кровь обладает свойствами, которые обусловлены эритроцитами:

1) гемолиза, или выхода гемоглобина из эритроцита при разрушении его оболочки. Гемолиз наблюдается при пониженном осмотическом давлении (введение 0,3–0,35% раствора хлористого натрия), при действии ядов и токсинов (алкоголь и др.), при старении эритроцитов в циркулирующей крови;

2) оседания эритроцитов — это осаждение и склеивание эритроцитов при нарушении свертывания крови и изменении состояния плазмы. Скорость оседания эритроцитов (СОЭ) является важным показателем оценки состояния крови и здоровья человека;

3) адсорбции и транспорта на эритроцитах питательных веществ, транспорта воды, гормонов и других биологически активных веществ.

Эритроциты образуются и развиваются в красном костном мозге, который находится в плоских костях и эпифизах трубчатых костей. В процессе созревания эритроциты теряют ядро и поступают в кровь.

Продолжительность жизни эритроцитов 120–130 суток, затем они разрушаются в печени и селезенке.

**Лейкоциты** — белые кровяные тельца, содержащие ядра и не имеющие постоянной формы. В 1 л крови человека их  $4\text{--}8,8 \times 10^9$ . Содержание лейкоцитов в естественных условиях колеблется в больших пределах и может увеличиваться после приема пищи, тяжелой мышечной работы, при сильных раздражениях.

Различают несколько видов лейкоцитов, отличающихся друг от друга размерами, формой ядра, наличием или отсутствием зернистости в протоплазме и др. К ним относятся: *базофилы* (0–1%), *эозинофилы* (1–5%), *нейтрофилы* (50–75%), *лимфоциты* (20–40%) и *моноциты* (2–10%). Процентное соотношение отдельных форм лейкоцитов крови называется лейкоцитарной формулой.

Лейкоциты в целом выполняют три функции:

1) фагоцитоза, т. е. захвата и пожирания бактерий, инородных тел и др.;



- 2) разрушения токсинов белкового происхождения;
- 3) образования иммунных тел (антител) в ответ на введение любого антигена, т. е. образование иммунитета.

Лейкоциты образуются и развиваются в красном костном мозге. Кроме того, они образуются еще и в лимфатических узлах, селезенке, миндалинах, лимфоидной ткани кишечника.

Образование и разрушение лейкоцитов происходит непрерывно. Живут лейкоциты от нескольких часов до нескольких (3 и более) суток. Исключением являются некоторые виды лимфоцитов, которые живут несколько лет или в течение всей жизни человека.

**Тромбоциты** — кровяные пластинки, которые образуются в красном костном мозге. Они имеют малую величину (самые мелкие из форменных элементов), нежное строение и чрезвычайно ранимы во внешней среде (быстро разрушаются), являются безъядерными клетками.

В 1 л крови человека содержится  $200-400 \times 10^9$  тромбоцитов.

Тромбоциты принимают участие в свертывании крови, обеспечивают ретракцию сгустка крови и его лизис, влияют на тонус сосудистой стенки.

Живут тромбоциты 8–11 дней. Гибель тромбоцитов происходит в селезенке. Количество их увеличивается при травмах, повреждении сосудов.

## ГРУППЫ КРОВИ

Эритроциты содержат специфические вещества — антигены (агглютиногены). У человека известны два агглютиногена — А и В. В плазме крови найдены антитела (агглютинины). У человека известно два вида — а и b. В зависимости от того, в каком сочетании кровь содержит агглютиногены в эритроцитах и агглютинины в плазме, ее делят на группы. У человека имеется 4 комбинации антигенов и антител, т. е. 4 группы крови: I (0) группа не содержит агглютиногенов, а имеет только агглютинины а и b, II (А) группа содержит агглютиноген А и агглютинин

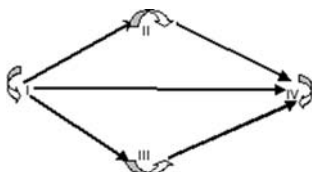


Рис. 107

*Схема переливания крови*

в, III (B) группа содержит агглютиноген В и агглютинин а, IV (AB) группа содержит агглютиногены А и В и не имеет агглютининов.

Первую группу крови имеют 45% людей, вторую — 40%, третью — 10%, четвертую — 5%. Группы крови передаются

от родителей детям и не изменяются в процессе жизни. Кроме того, в крови человека найден специальный фактор, названный резус-фактором. Он содержится в эритроцитах, но не у всех людей, а примерно у 85%. Кровь людей, имеющую резус-фактор, называют резус-положительной, не имеющую — резус-отрицательной. При введении резус-положительной крови человеку, у которого резус-отрицательная кровь, у него происходит выработка специальных антител, которые разрушают его эритроциты. Повторное введение такой крови ведет к шоку.

Необходимость знания групп крови, резус-фактора связано с практикой переливания крови. Схема переливания крови приводится на рисунке 107. Переливание несовместимой крови может вызвать гемотрансфузионный шок.

При этом антитела склеивают эритроциты, содержащие одноименные антигены, эритроциты разрушаются, вызывают внутрисосудистое свертывание крови и закупорку микроциркуляторных сосудов, что нередко ведет к смерти. Склеивание эритроцитов (гемоагглютинация) происходит в том случае, если в крови встречаются агглютиноген с одноименным агглютинином.

#### **РЕГУЛЯЦИЯ КОЛИЧЕСТВА ФОРМЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КРОВИ, ОБЪЕМА ЦИРКУЛИРУЮЩЕЙ КРОВИ**

Изменения количества эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов воспринимаются рецепторами, которые находятся главным образом в костном мозге, сосудах, селезенке, лимфатических узлах, лимфоидной ткани кишечника и

миндалин, печени, почках, гипоталамической области и передаются в нервный центр, расположенный в гипоталамусе, где формируется новая программа действия. Она поступает по костным, вегетативным и другим нервам, в виде гормонов (почечные тканевые гормоны и другие гормоны) к исполнительным органам: красному костному мозгу, лимфатическим узлам, селезенке, лимфоидной ткани кишечника и миндалин, печени, почкам, вилочковой железе. В этих органах изменяется образование форменных элементов крови.

В целом, через симпатическую иннервацию кроветворение стимулируется, а через парасимпатическую — угнетается. Изменение объема крови воспринимается волюморецепторами сердца, устья легочных вен, вен конечностей, каротидного синуса и посылается в нервный центр, расположенный в гипоталамусе, где формируется программа действия. Сформировавшаяся программа поступает от нервного центра по симпатическим и парасимпатическим нервам и в виде гормонов: адреналина, норадреналина, альдостерона, антидиуретического гормона к сердцу и сосудам, органам депо крови (печень, селезенка, кожа, легкие, почки, мышцы), пищеварительным железам, всасывательному аппарату желудка и кишечника.

## **ИММУННАЯ СИСТЕМА**

Иммунная система — это система органов и клеток, обеспечивающих иммунитет, т. е. способность организма защищаться от генетически чужеродных тел и веществ, сохранять свой генетический гомеостаз (постоянство). Генетически чужеродными веществами могут быть бактерии, вирусы, простейшие, белки, полисахариды, синтетические полимеры, клетки других организмов и собственные клетки с изменившейся генетической информацией. Такие вещества и тела называют антигенами. Иммунная система человека состоит из лимфоидных органов и лимфоидных клеток, объединенных кровеносными и лимфатическими сосудами.

Органы иммунной системы подразделяют на центральные и периферические. К центральным органам иммунной системы относят красный костный мозг и тимус (вилочковую железу), к периферическим — селезенку, лимфатические узлы, пейеровы бляшки кишечника, миндалины и отдельные лимфоидные узелки, расположенные под слизистой оболочкой внутренних полых органов (рис. 108). В центральных органах иммунной системы происходит образование и антигеннезависимая дифференцировка лимфоидных клеток (лимфоцитов и макрофагов), т. е. клетки становятся способными различать «свое» и «чужое». Затем эти иммунокомпетентные клетки заселяют периферические органы иммунной системы, где происходит их размножение и дифференцировка в ответ на воздействие антигена.

Различают врожденный и приобретенный иммунитет. В основе врожденного иммунитета лежат неспецифические механизмы защиты: барьерная функция кожи и слизистых оболочек, желудочного и кишечного соков, желчи, гуморальные факторы (лизозим, интерферон, система комплемента) и фагоцитоз. Приобретенный иммунитет может быть активным и пассивным. Приобретенный активный иммунитет возникает после перенесенного заболевания или в ответ на введение вакцин. Приобретенный пассивный иммунитет обусловлен поступлением готовых антител из организма матери в организм ребенка через плаценту или с молоком, а также при введении лечебных сывороток.

У человека имеется два типа иммунного ответа на антиген — клеточный и гуморальный. Первый обеспечивается Т-лимфоцитами, которые при контакте с антигеном могут превращаться в Т-киллеры, способные разрушать клетки с антигеном. Гуморальный иммунитет обеспечивается В-лимфоцитами, которые при контакте с антигеном преобразуются в плазматические клетки, вырабатывающие антитела (иммуноглобулины). Они, попадая в кровь, взаимодействуют с антигенами и либо нейтрализуют их, либо ускоряют захват их фагоцитами.

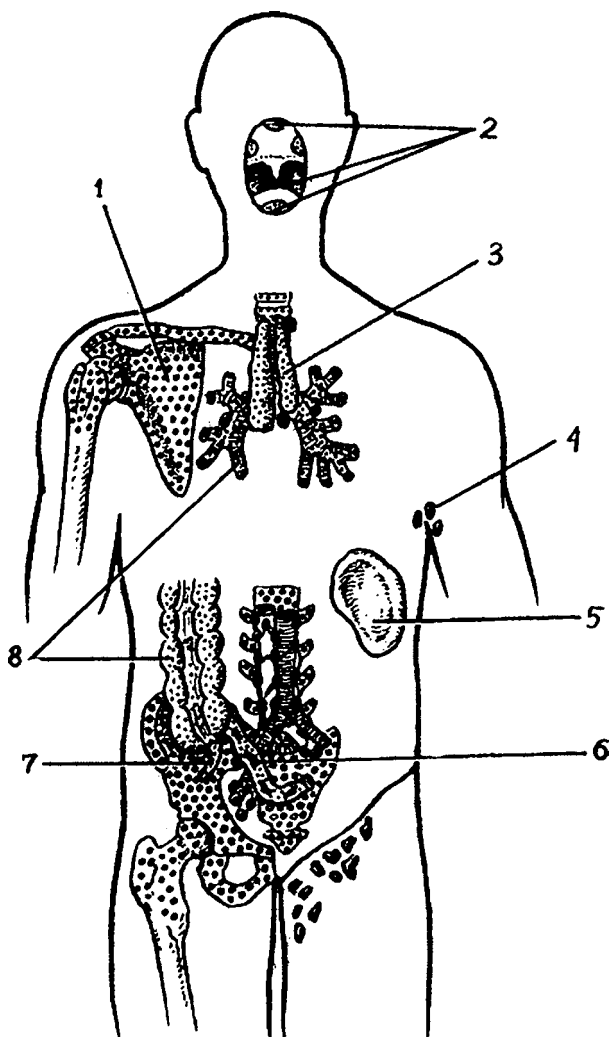


Рис. 108

*Центральные и периферические органы иммунной системы*

1 — костный мозг; 2 — миндалины лимфоидного глоточного кольца; 3 — тимус; 4 — лимфатические узлы (подмышечные); 5 — селезенка; 6 — лимфоидная (пейерова) бляшка; 7 — аппендикс; 8 — лимфоидные узелки.

## **СИСТЕМА КРОВООБРАЩЕНИЯ И ЛИМФООБРАЩЕНИЯ**

### **СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА**

Сердечно-сосудистая система состоит из сердца и кровеносных сосудов. Она обеспечивает нагнетание сердцем в сосуды такого количества крови в единицу времени и поддержание такого уровня кровяного давления, тока крови, перераспределения объема его между органами, которое необходимо для обеспечения потребного уровня обмена веществ, деятельности органов.

#### *КРУГИ КРОВООБРАЩЕНИЯ*

Движение крови по сердцу и сосудам, обеспечиваемое работой сердца и сосудов, называется кровообращением. Оно осуществляется по двум кругам кровообращения — большому и малому (рис. 109).

*Большой круг кровообращения* берет начало в левом желудочке, включает аорту, все сосудистые ветви, отходящие от аорты, артериолы, капилляры, венулы, вены и заканчивается двумя полыми венами, впадающими в правое предсердие. По нему кровь разносится по всему телу, доставляя тканям организма кислород и питательные вещества, и возвращается в сердце, унося углекислый газ.

*Малый круг кровообращения* берет начало от правого желудочка, включает легочную артерию и ее ветви, артериолы, капилляры, венулы и вены легких. Последние впадают в левое предсердие. По нему кровь течет от сердца к легким, унося углекислый газ, и возвращается в сердце, обогащенная кислородом.

#### *СЕРДЦЕ*

Сердце человека расположено в грудной полости и окружено перикардом (околосердечной сумкой). Полость перикарда содержит серозную жидкость, облегчающую скольжение сердца при его сокращениях. Длина сердца

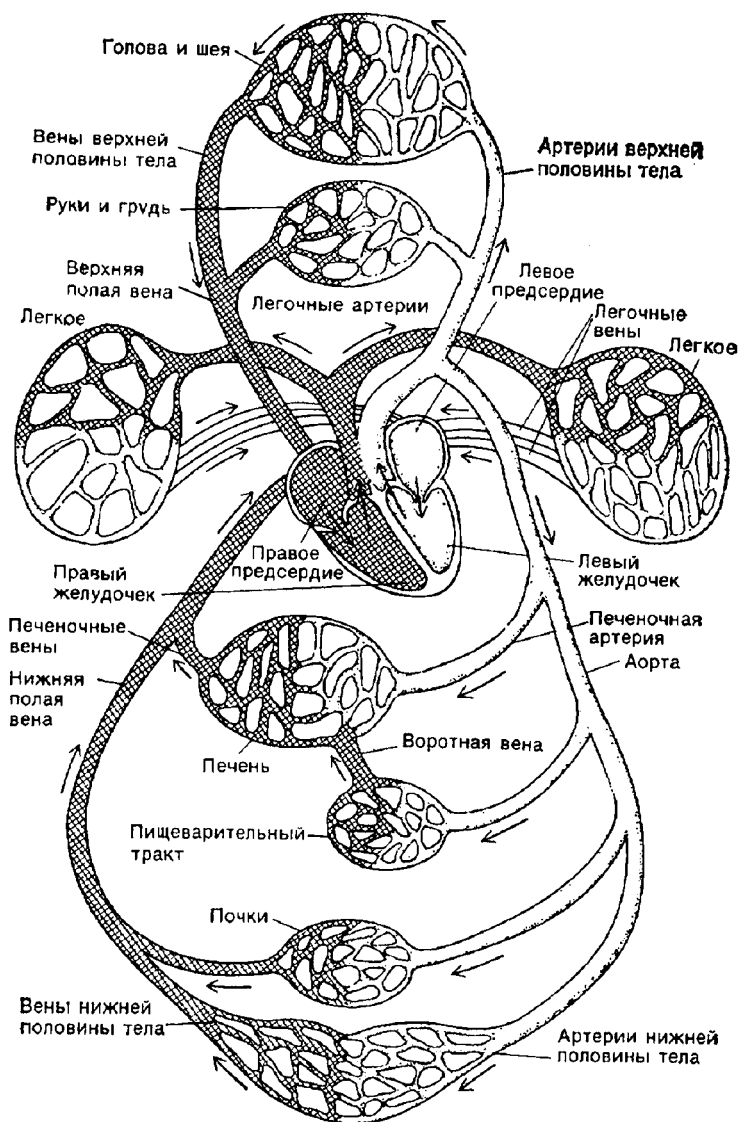


Рис. 109  
Большой и малый круги кровообращения

составляет 9–14 см, масса — до 300 г. В сердце различают широкую часть — основание, суженную — верхушку и три поверхности — переднюю, заднюю и нижнюю. Основание сердца направлено вверх и кзади, верхушка — книзу и впереди, передняя поверхность обращена к груди и реберным хрящам, задняя — к пищеводу, нижняя — к сухожильному центру диафрагмы.

Сердце представляет собой полый мышечный орган, разделенный перегородкой на правую и левую половины. Каждая половина состоит из тонкостенного предсердия и толстостенного желудочка, между которыми имеется атриовентрикулярное отверстие. Оба отверстия снабжены клапанами, образованными створками, и называются створчатыми. Клапаны открываются только в сторону желудочков, удерживаются сухожильными струнами, связанными с сосцевидными мышцами. Отверстие в левой половине закрывает двухстворчатый клапан, а в правой — трехстворчатый.

У места выхода аорты из левого желудочка и легочной артерии из правого желудочка располагаются полулунные, или кармашковые, клапаны.

Клапаны сердца, аорты, легочной артерии открываются только в одну сторону, пропускают кровь из предсердий в желудочки, из желудочков в аорту и легочную артерию.

Стенка сердца состоит из трех слоев: эпикарда, миокарда, эндокарда. Эпикард — наружный слой сердца — представлен серозной оболочкой. Миокард (мышечный слой) сердца представлен поперечно-полосатой сердечной мышцей. Стенка левого желудочка втрое толще стенки правого. Связано это с большим (телесным) кругом кровообращения, создающим большое сопротивление току крови. Эндокард — внутренний слой сердца — образован однослойным плоским эпителием.

Кровоснабжение сердца происходит через две венечные (коронарные) артерии — правую и левую, которые отходят от начального отдела аорты. Венечные артерии делятся на более мелкие ветви, а затем на капилляры. Из капилляров венозная кровь переходит в вены сердца,



которые сливаются в общий венозный сосуд, впадающий в правое предсердие. Часть капилляров сердца открывается непосредственно в полости сердца (рис. 110).

Стрелками указано направление тока крови в камерах сердца.

Работа сердца заключается в перекачивании и в нагнетании крови, поступающей из вен, в аорту и легочную артерию. Сердце, составляющее у человека около 0,5% массы тела, перекачивает в сутки около 7000 л крови. Оно обеспечивает создание кровяного давления и поддержа-

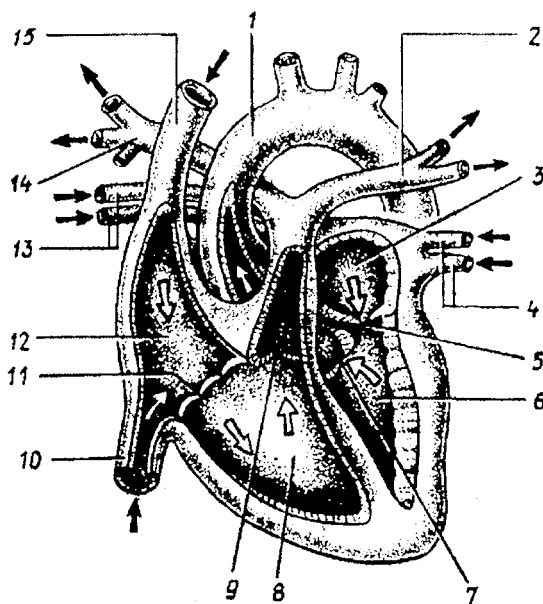


Рис. 110

*Строение сердца*

1 — аорта; 2 — левая легочная артерия; 3 — левое предсердие;  
4 — левые легочные вены; 5 — правое предсердно-желудочковое  
(атриовентрикулярное) отверстие; 6 — левый желудочек; 7 —  
клапан аорты; 8 — правый желудочек; 9 — клапан легочного ствола;  
10 — нижняя полая вена; 11 — правое предсердно-желудочковое  
(атриовентрикулярное) отверстие; 12 — правое предсердие; 13 —  
правые легочные вены; 14 — правая легочная артерия; 15 — верхняя  
полая вена.

ния разницы давления крови в начальных и конечных отделах большого и малого кругов кровообращения. Сердце нагнетает кровь в сосудистую систему благодаря синхронному сокращению мышечных клеток, которые образуют сердечную мышцу — миокард предсердий и желудочков.

Работа сердца связана с последовательным сокращением (систола) и расслаблением (диастола) предсердий и желудочков, что обеспечивает перекачивание крови из венозной системы в артериальную.

Работа сердца состоит из сердечных циклов. Взаимосвязанное, последовательное сокращение и расслабление предсердий и желудочков, включающее в себя сокращение предсердий, вслед за ним сокращение желудочков и расслабление предсердий, а затем и желудочков, называется *сердечным циклом*.

Время сердечного цикла зависит от числа сердечных сокращений в минуту. В состоянии относительного покоя сердце человека сокращается примерно 75 раз в 1 минуту. Это означает, что весь сердечный цикл продолжается около 0,8 с (60:75), где систола предсердий длится 0,1 с, а диастола — 0,7 с; сокращение желудочков — 0,3 с, а расслабление — 0,5 с, общая диастола предсердий и желудочков — 0,4 с. Частота сердечных сокращений у человека — 60–70 раз в минуту.

## **Движение крови по сердцу**

В процессе сокращения и расслабления сердца происходит движение крови по сердцу. При расслаблении предсердий осуществляется поступление крови в полость предсердий из полых и легочных вен. За расслаблением предсердий возникает их сокращение, которое ведет к повышению давления крови (5–12 мм рт. ст.) в предсердиях. Это обеспечивает перемещение крови из предсердий в желудочки. Вслед за сокращением предсердий возникает сокращение желудочков. При систоле желудочков давление крови в них повышается до 130–150 мм рт. ст., что приводит к захлопыванию створчатых клапанов и изгнанию

крови из желудочков в аорту и легочную артерию. При этом лепестки клапанов аорты и легочной артерии прижимаются кровью к стенке сосудов. Вслед за сокращением желудочков возникает их расслабление, сопровождающееся понижением в них давления крови. При этом кровь из аорты и легочной артерии устремляется в желудочки, ударяется в лепестки полулунных клапанов и обеспечивает их закрытие. Во время диастолы предсердий и желудочков кровь из вен притекает в предсердия и через атриовентрикулярные отверстия — в желудочки (70% объема), остальные 30% объема подкачиваются при систоле предсердий.

### **Сердечная мышца и ее свойства**

Сердечная мышца, или миокард, состоит из поперечно-полосатой мышечной ткани и обладает структурными и функциональными особенностями. Сердечная мышечная клетка имеет все компоненты животной клетки и содержит сократительный аппарат, представленный миофибриллами, состоящими из миозиновых и актиновых нитей. Сокращение миофибрилл происходит так же, как и у скелетных мышц. Мышечные волокна вытянуты в длину, соединяются между собой через вставочные диски и образуют единое целое — миокард. Он представляет собой функциональный синцитий. Сердечная мышца обладает теми же свойствами, что и поперечно-полосатая скелетная мышца. Вместе с тем она имеет и ряд специфических свойств, одним из которых является автоматия.

Под *автоматией* понимают способность сердечной мышцы сокращаться и расслабляться без влияний извне, а за счет импульсов, рождающихся в ней самой. Это свойство присуще сердцу, как органу, в целом. Автоматия сердца обусловлена специальной проводящей системой сердца.

*Проводящая система сердца* обеспечивает согласованные последовательные сокращения и расслабления предсердий и желудочков. Она представлена узлами, пучком и волокнами. Первый узел — синусно-предсердный — расположен в

правом предсердии у устья верхней полой вены. В нем рождается возбуждение, которое распространяется по специальным волокнам мышц правого и левого предсердий и поступает ко второму узлу — предсердно-желудочковому. Он находится в перегородке сердца, между предсердиями и желудочками. Возбуждение от него передается к пучку Гиса, который находится в перегородке между желудочками, а от него по ножкам — к волокнам Пуркинье. Волокна проводят возбуждение к миокарду желудочков, вызывая его сокращение. Ведущим узлом (водителем ритма сердца) проводящей системы является синусно-предсердный узел, который задает ритм работы сердца. Особенностью проводящей системы сердца является способность генерировать возбуждение.

### **Внешние показатели деятельности сердца**

Работа сердца сопровождается целым рядом механических и физических явлений, которые могут быть зарегистрированы. Эти явления называются внешними показателями деятельности сердца. К ним относятся следующие:

1) *сердечный толчок* — это сотрясение (колебание) участка грудной клетки в области пятого межреберного промежутка слева, возникающее от касания верхушки сердца (желудочков) в этом участке при систоле;

2) *тоны сердца* — это звуки, возникающие при систоле и диастоле сердца. Различают два тона — систолический, который возникает при закрытии створчатых клапанов и сокращении сердечной мышцы, диастолический — при захлопывании полулунных клапанов;

3) *систолический объем крови* — это количество крови, выбрасываемое каждым желудочком за одно сокращение (левый и правый желудочки выбрасывают одинаковое количество крови). В состоянии покоя у взрослого человека каждый желудочек выбрасывает 70–80 мл крови. *Минутный объем крови* — количество крови, выбрасываемое из желудочка в 1 минуту (если систолический объем крови 70 мл, частота сокращений сердца 75 раз в 1 минуту, то минутный объем крови равен 5250 мл);

4) *биологические токи сердца* являются результатом возбуждения, возникающего в синусно-предсердном узле и распространяющегося по всему сердцу. Они регистрируются с помощью прибора электрокардиографа в виде электрокардиограммы (ЭКГ). ЭКГ — это характерная кривая, состоящая из зубцов и интервалов. На ЭКГ различают зубцы *P, Q, R, S, T*, характеризующие разное состояние сердца, сердечной мышцы;

5) *пульс* — это колебание стенки артерии (артериальный пульс) или стенки вены крупного калибра (венный пульс), связанное с систолой и диастолой;

6) *кровеное давление* — это сила, с которой кровь давит на стенки кровеносных сосудов. Оно относительно постоянно в состоянии покоя организма, и его колебание происходит в строго определенных пределах в связи с систолой и диастолой. Различают артериальное (систолическое, диастолическое, среднее и пульсовое) и венозное кровяное давление.

В аорте систолическое давление составляет 200 мм рт. ст., диастолическое — 80, в артериях среднего калибра соответственно 110–125 и 60–80 мм рт. ст., в капиллярах — в среднем 35 мм рт. ст., в мелких венах — 10–15 мм рт. ст., в яремной вене — 80–130 мм водного столба (ниже атмосферного).

## Регуляция деятельности сердца

Деятельность сердца регулируется рефлекторно-гуморально.

**Рефлекторная (нервная) регуляция деятельности сердца** осуществляется с рецепторов, которые расположены в кровеносных сосудах (рецепторных зон дуги аорты, каротидного синуса, устья полых вен, мышц, органов, сердца, кожи). Информация по афферентным нервным волокнам поступает в центр регуляции деятельности сердца. Он включает в себя совокупность нейронов, расположенных в продолговатом мозге, гипоталамусе, спинном мозге и других отделах ЦНС.

Из центра регуляции программа действия поступает к сердцу по эфферентным путям:

- от продолговатого мозга по блуждающему нерву (парасимпатические нервные волокна) к синусно-предсердному и предсердно-желудочковому узлам, начальной части пучка Гиса и к мышечным волокнам предсердий;
- от 1–4 грудных сегментов спинного мозга по симпатическим нервным волокнам ко всей проводящей системе сердца, мышечным волокнам предсердий и желудочков.

Возбуждение блуждающего нерва вызывает отрицательные влияния на сердце: уменьшение силы сердечных сокращений, урежение ритма сокращений сердца и др.

Через симпатические нервы осуществляются положительные влияния на сердце: увеличение силы сердечных сокращений, учащение ритма сокращений сердца и др.

В каждый момент характер рефлекторных влияний на сердце зависит от характера и степени действия раздражителей на рецепторы, с которых осуществляется регуляция деятельности сердца. Так, понижение давления крови, сдвиг реакции крови в кислую сторону, повышение содержания в крови углекислого газа, снижение кислорода вызывают положительные влияния на сердце. И, наоборот, повышение давления крови в сосудах, уменьшение содержания в ней углекислого газа, увеличение кислорода вызывают урежение сердечных сокращений и уменьшение их силы.

**Гуморальная регуляция деятельности сердца** осуществляется за счет специальных биологически активных веществ, которые, наряду с нервами, выполняют роль эфферентного пути из центра регуляции.

Так, гормоны мозгового слоя надпочечников адреналин и норадреналин вызывают учащение ритма и увеличение силы сердечных сокращений, ацетилхолин (образуется в нервных окончаниях парасимпатических нервов) — замедление и ослабление сердечной деятельности. На сердце оказывают влияние и другие гуморальные

факторы. Так, ионы калия вызывают урежение ритма сердечной деятельности, увеличение силы сердечных сокращений, а ионы кальция — учащение и усиление сердечной деятельности.

Благодаря такой регуляции деятельности сердца поддерживается постоянство кровяного давления, реакции крови, концентрации газов крови и условий внутренней среды, движение и перераспределение крови между органами.

### СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА

Сосудистая система, благодаря приспособительным изменениям тонуса сосудов, обеспечивает вместе с сердцем движение крови по организму, разность давления крови в начальной и конечной части системы.

Все тело человека пронизано кровеносными сосудами.

*Кровеносные сосуды* — это множество трубок, соединенных параллельно и последовательно.

По структурно-физиологическим особенностям кровеносные сосуды подразделяются на артерии, вены и капилляры. По строению они не одинаковы (см. рис. 111). Стенки *артерий* и *вен* построены из трех слоев: внутреннего,

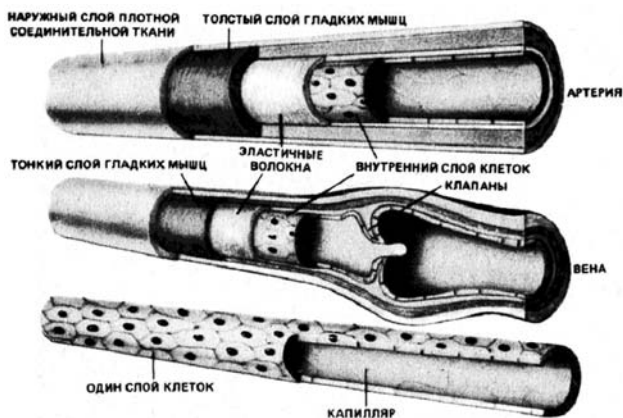


Рис. 111

*Строение кровеносных сосудов*

состоящего из плоского эндотелия, среднего, состоящего из гладкой мускулатуры и эластических волокон, и наружного, образованного соединительной тканью, содержащей коллагеновые волокна.

Артерии имеют толстые стенки, главным образом за счет среднего мышечного слоя. Этот слой у вен значительно тоньше, поскольку им не приходится выдерживать такого высокого давления крови, как артериям. Артерии имеют различный калибр: чем дальше от сердца располагается сосуд, тем меньше его диаметр. Внутри каждого органа артерия делится на более мелкие ветви (рис. 112).

Самые мелкие артериальные сосуды называются артериолами. Они разделяются на капилляры.

*Капилляры* — самые мелкие сосуды, длиной около 750 мкм, диаметром 7–40 мкм. Их стенки состоят лишь из одного слоя эндотелиальных клеток. Стенки капилляров проницаемы для плазмы крови, но не проницаемы для эритроцитов и белков плазмы. Капилляры объединяются и образуют вены. Общий диаметр просвета у вен больше, чем у артерий. В крупных венах имеются полулунные клапаны, образованные складками внутренней оболочки. Клапаны пронизаны эластическими волокнами. Они препятствуют обратному току крови. Продвижению крови вперед способствует и работа скелетной мускулатуры.

Самые мелкие вены называются венулами. По мере приближения к сердцу диаметр венозных сосудов увеличивается. Общий просвет вен тела значительно превосходит общий просвет артерий, но уступает общему просвету капилляров.

Аорта, крупные артерии и легочная артерия, т. е. сосуды большой и средней величины, относятся к *растяжимым сосудам*. В этих сосудах осуществляется прерывистый (скачкообразный) ток крови — при каждой систоле скорость движения тока крови в них ускоряется, а при диастоле — замедляется. При систоле, в результате поступления крови в растяжимые сосуды, они расширяются, при диастоле — суживаются. Таким образом, растяжимые сосуды обеспечивают поддержание постоянного тока крови



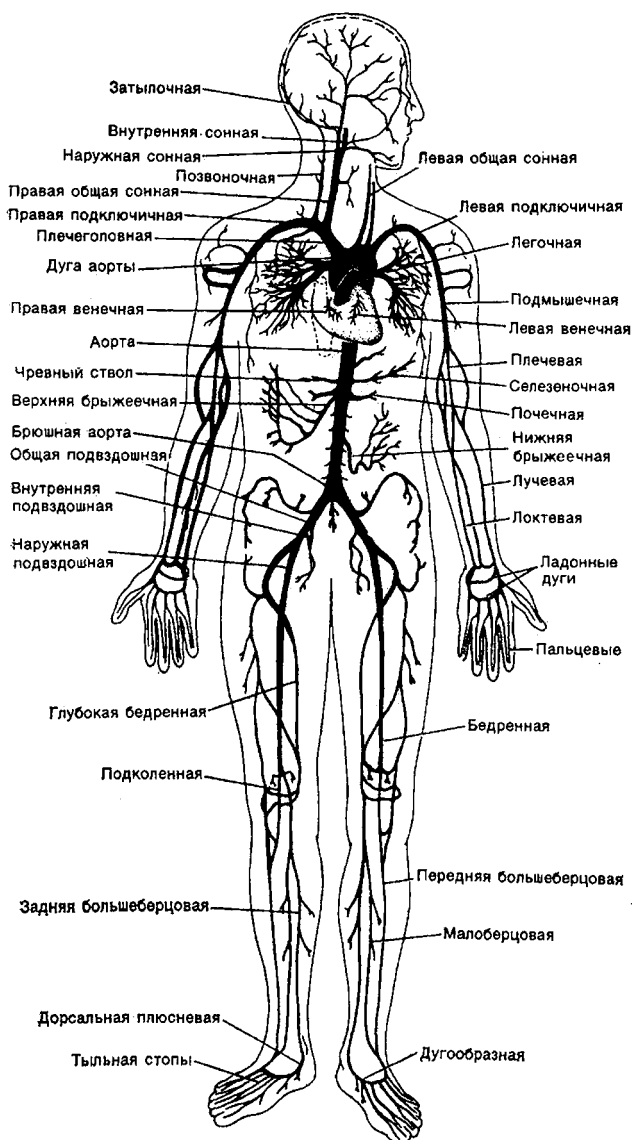


Рис. 112

*Артериальные сосуды человека*

в мелких кровеносных сосудах, где характер ее движения непрерывный.

Мелкие артерии и артериолы, мелкие вены и венулы относятся к *резистивным сосудам*. Они имеют хорошо развитый мышечный слой, легко изменяют свой просвет и в связи с этим величину тока крови, регулируя скорость движения крови в сосудах.

Капилляры относятся к *обменным сосудам*. Они представляют собой короткие кровеносные сосуды, состоящие из одного слоя эпителиальных клеток, расположенных на опорной соединительнотканной мембране. Через них легко осуществляется переход веществ из крови в ткань и наоборот, т. е. происходит обмен. Количество капилляров в сосудистой системе очень большое и зависит от вида ткани. В состоянии покоя кровь течет только по «дежурным» капиллярам. В капиллярах находится 5–10% общего количества крови.

Вены относятся к *емкостным сосудам*, так как в значительной степени определяют емкость сосудистого русла. Они имеют тонкую, легко растяжимую стенку, поэтому малейшее повышение давления сопровождается увеличением давления крови в венах, их диаметра, изменяется их емкость.

По физиологической значимости различают целый ряд других сосудов: *шунтовые, прекапиллярные, посткапиллярные*.

Кровь движется по сосудам благодаря разнице давления крови, устанавливающейся в разных частях сосудистой системы: в начальной части давление крови равно 130–200 мм рт. ст., в конечной — 5–9 мм рт. ст.

Кровь движется по кровеносным сосудам непрерывно. При систоле желудочков происходит растяжение стенки аорты и легочной артерии.

Во время диастолы желудочков кровь движется по сосудам благодаря спадению сосудов (из-за эластичности их стенки). Этим обеспечивается непрерывное движение крови по кровеносным сосудам.

*Внешними проявлениями* деятельности сосудов являются артериальный пульс, венный пульс, объемный

пульс (колебание объема органа, связанное с систолой и диастолой), изменение электрического сопротивления органа (записывается в виде реограммы), время кругооборота крови.

## Регуляция деятельности сосудов

В регуляции деятельности сосудов следует различать следующее:

- 1) регуляцию тонуса сосудов;
- 2) регуляцию объема циркулирующей крови в сосудах;
- 3) регуляцию перераспределения крови в сосудах.

Регуляция осуществляется с рецепторов всех сосудов через сосудистый нервный центр, который включает в себя нейроны продолговатого мозга, гипоталамуса и спинного мозга. Влияние с сосудистого центра на сосуды осуществляется в основном через симпатические нервы (лишь некоторые кровеносные сосуды получают парасимпатическую иннервацию, обеспечивающую расширение сосудов языка, подчелюстной слюнной железы и др.). Через симпатические нервы осуществляется сосудосуживающее влияние.

**В случае несоответствия кровяного давления** складывающимся условиям рецепторы всех сосудов возбуждаются, передают информацию в сосудистый центр, где возбуждаются сосудосуживающий или сосудорасширяющий отделы нервного центра, и происходит или сужение, или расширение кровеносных сосудов, а значит, повышение или понижение кровяного давления.

**Объем циркулирующей крови относительно постоянен.** В случае увеличения или уменьшения объема циркулирующей крови возбуждаются рецепторы левого желудочка и сосудов конечностей, передают информацию в сосудистый центр. Программа действия из сосудистого центра поступает к органам депо крови — селезенке, печени, легким, коже и специальному органу регуляции объема циркулирующей крови — почкам. В результате при уменьшении объема циркулирующей крови рефлекторно

происходит уменьшение образования мочи, выход крови из печени, эритроцитов из селезенки и т. д. При увеличении объема циркулирующей крови рефлекторно происходят обратные реакции.

**В органах при работе появляются продукты обмена веществ**, которые возбуждают рецепторы их сосудов. Возбуждение поступает в сосудодвигательный центр, из него программа идет к сосудам работающего органа, вызывая их расширение и увеличение кровотока. В результате происходит усиление питания органа, удаление из него продуктов обмена веществ.

## **ЛИМФАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА**

Лимфатическая система — это составная часть сосудистой системы. Она обеспечивает:

- 1) объем образующейся лимфы, который соответствует потребностям и уровню обмена веществ;
- 2) ток лимфы по лимфатическим сосудам, который соответствует объему образующейся лимфы и уровню деятельности органов.

Лимфатическая система начинается в тканях органов в виде разветвленной сети замкнутых капилляров, стенки которых обладают высокой проницаемостью и способностью всасывать коллоидные растворы и взвеси. Лимфатические капилляры переходят в лимфатические сосуды. Стенки лимфатических сосудов очень тонкие и по своему микроскопическому строению напоминают стенки вен. В органах лимфатические сосуды обычно образуют две сети — поверхностную и глубокую. Из лимфатических сосудов лимфа собирается в два самых крупных лимфатических сосуда: грудной (в него оттекает лимфа от обеих нижних конечностей, органов и стенок малого таза и брюшной полости, левой половины головы, лица, шеи) и шейный (в него оттекает лимфа от правой половины грудной клетки, правой верхней конечности, правой половины головы, лица и шеи). Эти лимфатические протоки впадают в месте соединения подключичных вен с яремными, и лимфа

поступает в венозную кровь. Лимфа поступает в кровь и через другие протоки.

В лимфатических сосудах среднего калибра и более есть клапаны. Они обеспечивают ток лимфы в одном направлении. Некоторые лимфатические сосуды способны сокращаться. Лимфатические сосуды служат лишь для оттока лимфы и возвращают в кровь поступившую в ткани органов жидкость.

Лимфа проходит через лимфатические узлы, которых у человека более 300. Они представляют собой небольшие кругловатые (продолговатые) тельца диаметром от 2 до 30 мм. Они покрыты соединительнотканной капсулой, от которой внутрь отходят трабекулы (перегородки), между которыми находятся фолликулы. В фолликулах происходит размножение лимфоцитов. Лимфатические узлы располагаются группами и поодиночке по ходу лимфатических сосудов. Лимфа от каждого органа или области тела оттекает в определенные лимфатические узлы: от руки — в локтевые и подкрыльцовые, от ноги — в подколенные и паховые, от головы и шеи — в подчелюстные, глубокие шейные и др. Много лимфатических узлов находится в брыжейке кишечника.

#### *ОБРАЗОВАНИЕ ЛИМФЫ*

Лимфа образуется из тканевой жидкости в результате:

1) фильтрации-абсорбции, диффузии большей части компонентов плазмы крови (воды, минеральных веществ, глюкозы, аминокислот, жирных кислот, витаминов, кислорода) из кровеносных капилляров в ткани;

2) обмена веществами между тканевой жидкостью и клетками ткани, при этом в ней увеличивается количество продуктов обмена веществ;

3) перехода тканевой жидкости в лимфатические капилляры.

Больше всего лимфы образуется в органах с высокой проницаемостью кровеносных капилляров (печень). Лимфа, оттекающая от разных органов и тканей, имеет

различный состав, так как зависит от особенностей обмена веществ и деятельности этих органов и тканей. В лимфе нет или содержится мало эритроцитов и зернистых лейкоцитов — нейтрофилов, эозинофилов, базофилов, и много лимфоцитов, которые поступают из лимфатических узлов.

В целом, лимфа — это прозрачная, желтого цвета жидкость, которая состоит из воды и сухих веществ, представленных органическими веществами — белками (альбумины, глобулины, фибриноген), глюкозой, липидами и т. д., минеральными веществами. Количество лимфы в организме человека равно 1–2 л.

### *ДВИЖЕНИЕ ЛИМФЫ*

Лимфа движется по лимфатическим сосудам за счет разницы давления лимфы в начальной (капиллярной) части лимфатической системы (3,5–5,0 см водного столба) и в конечной (около 0). Току лимфы способствуют также сокращения лимфатических сосудов, отрицательное давление в грудной полости при вдохе, сокращения скелетных мышц. Обратному току лимфы препятствуют клапаны лимфатических сосудов. Лимфа течет со скоростью 0,5–1 мм в минуту.

### *РЕГУЛЯЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ЛИМФЫ И ОБЪЕМА ЛИМФООБРАЩЕНИЯ*

Регуляция образования лимфы и объема лимфообращения осуществляется с рецепторов, которые воспринимают изменение концентрации веществ в тканях, возникшее при деятельности органов.

При повышении функциональной активности органов информация с рецепторов поступает в сосудистый нервный центр, где формируется программа, которая по симпатическим нервным волокнам и через гормоны адреналин, норадреналин, серотонин, ренин вызывает небольшое учащение сокращений сердца, сужение сосудов и повышение давления крови, расширение капилляров, повышение фильтрации.

Все это ведет к образованию лимфы, сокращению лимфатических сосудов, повышению тока лимфы. При уменьшении потребности органов формируется программа, вызывающая противоположные действия.

## СОМАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

### ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Опорно-двигательная система человека состоит из скелета, скелетной мускулатуры, суставов, связок и хрящей. Она осуществляет активное перемещение организма в пространстве, обеспечивает его позу, выполняет опорную и защитную функции.

#### СКЕЛЕТ

Скелет взрослого человека состоит примерно из 200 костей, которые имеют массу 5–6 кг, что составляет в среднем 8–10% от общей массы тела.

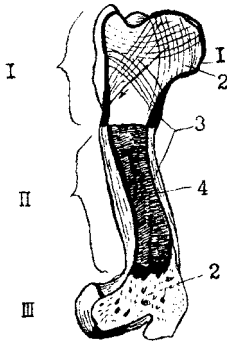
Скелет выполняет следующие основные роли: формообразующую (определяет форму и размеры тела), опорную (составляет остов организма), двигательную (является рычагами и вместе с мышцами обеспечивает передвижение тела и его частей в пространстве), депонирующую (является источником кальция, фосфора и других минеральных веществ), кроветворную (красный костный мозг является органом образования форменных элементов крови), защитную (обеспечивает защиту головного, спинного мозга, внутренних органов и красного костного мозга).

#### *СТРОЕНИЕ КОСТЕЙ*

Кость состоит из костной ткани, которая составляет ее большую часть. Из костной ткани образовано компактное и губчатое вещество кости. Снаружи кость покрыта надкостницей, внутри кости находится костный мозг. Каждая

Рис. 113

*Плечевая кость в продольном разрезе*



I — проксимальный эпифиз; II — диафиз;  
III — дистальный эпифиз; 1 — тонкий слой  
компактного вещества; 2 — губчатое вещество;  
3 — толстый слой компактного вещества; 4 —  
полость кости, заполненная костным мозгом.

кость снабжена нервными волокнами, кровеносными и лимфатическими сосудами (рис. 113).

Надкостница представляет собой соединительную ткань, пучки коллагеновых волокон которой врастают в костную ткань. Наружный слой надкостницы состоит из плотной соединительной ткани и несет защитную функцию. Внутренний слой состоит из рыхлой соединительной ткани и содержит много нервных волокон и кровеносных сосудов. Нервные волокна и кровеносные сосуды из надкостницы проникают в толщу кости через особые отверстия. Во внутреннем слое надкостницы имеются клетки, остеобласты, участвующие в образовании костной ткани в период формирования кости, обеспечивая ее рост в толщину. Рост кости в длину обеспечивается прослойками хряща, находящегося между телом и концами кости.

За надкостницей располагается костная ткань, состоящая из костных пластинок. В компактном веществе имеется наружный и внутренний слой костных пластинок, между которыми помещается система пластинок, расположенных концентрически вокруг кровеносных сосудов. Эти образования называются *остеоны*. В каждом остеоны проходят кровеносные сосуды и симпатические нервные волокна. Между пластинками располагаются остециты. В губчатом костном веществе костные пластинки образуют костные перекладки, расположенные в определенном порядке, по направлению действия силы давления и растяжения. Пространство между костными пластинками заполнено красным костным мозгом.

Суставные поверхности костей не имеют надкостницы, а покрыты гиалиновым хрящом.



## *ФОРМА КОСТЕЙ*

По форме все кости делят на длинные трубчатые (плечевая кость и кости предплечья, бедренная кость и кости голени), короткие трубчатые (некоторые кости кисти и стопы), плоские (кости черепа, лопатка, грудина, ребра, кости таза) и смешанные (кости основания черепа — височная, клиновидная).

В **трубчатых костях** различают среднюю часть — тело, или диафиз, и два конца — эпифизы. Диафиз кости состоит из компактного костного вещества. Внутри него имеется костномозговая полость, заполненная желтым костным мозгом. Желтый костный мозг состоит в основном из жира. Эпифизы кости состоят преимущественно из губчатого костного вещества, снаружи покрытого тонким слоем компактного вещества.

Некоторые короткие кости — позвонки, кости запястья и предплюсны — подобно эпифизам длинных костей состоят преимущественно из губчатого вещества, которое снаружи покрыто тонкой пластинкой компактного вещества.

**Плоские кости** состоят в основном из губчатого вещества, расположенного между двумя пластинками компактного вещества.

**Смешанные кости** состоят из нескольких частей, имеющих различное строение, подобное строению трубчатых и плоских костей.

Поверхность костей имеет борозды, вырезки, бугры и бугорки, к которым прикрепляются сухожилия и связки.

## *СОЕДИНЕНИЯ КОСТЕЙ*

Существуют три типа соединения костей: подвижное — с помощью суставов (тазобедренный, плечевой и др.), полуподвижное — с помощью хрящей (позвонки в позвоночнике, ребра с грудиной) и неподвижное — с помощью плотной соединительной ткани — швов (кости черепа, таза, крестца).

**Суставы** — наиболее распространенный вид соединения костей у человека. В каждом суставе имеются три

составные части: суставные поверхности, суставная сумка и суставная полость.

Суставные поверхности в большинстве суставов покрыты гиалиновым хрящом и только в некоторых, например в височно-челюстном суставе, — волокнистым хрящом.

Суставная сумка прикрепляется по краям суставных поверхностей сочленяющихся костей и переходит в надкостницу.

В ней различают два слоя: наружный — фиброзный, внутренний — синовиальный. Суставная сумка в большинстве суставов снаружи укреплена связками.

Суставная полость имеет целевидную форму и герметически закрыта. В ней содержится небольшое количество вязкой синовиальной жидкости, которая уменьшает трение суставных поверхностей при движении. В некоторых суставах имеются вспомогательные образования — внутрисуставные связки и внутрисуставные хрящи (диски и мениски).

Суставы *по числу суставных поверхностей*, образующих сустав, делят на простые и сложные. Сустав называется простым, если он образован двумя костями (межфаланговый, тазобедренный), и сложным, если в нем соединяются три кости или больше (локтевой, голеностопный). Два или несколько суставов, в которых движения могут происходить только одновременно, образуют так называемый комбинированный сустав (височно-нижнечелюстной). Сустав, между поверхностями которого имеется диск или мениск, делящий сустав на две камеры, называется комплексным (коленный).

Характер движения в суставах зависит от *формы суставных поверхностей*. В связи с этим различают плоские (межфаланговые, запястно-пястные), шаровидные (плечевой, тазобедренный), эллипсоидные (затылочно-атлантный), седловидные (грудино-ключичный), цилиндрические (луче-локтевые) и блоковидные (локтевой) суставы.

В них осуществляются следующие основные движения: сгибание и разгибание, отведение и приведение,

вращение. По характеру движения различают одноосные (плоские, блоковидные, цилиндрические), двухосные (эллипсоидные) и трехосные (шаровидные) суставы.

### СТРОЕНИЕ СКЕЛЕТА

В скелете различают следующие отделы: кости черепа (мозговая и лицевая части), кости туловища (позвонки, ребра, грудина), кости верхних конечностей (плечевой пояс и кости свободных конечностей — рук), кости нижних конечностей (тазовый пояс и кости свободных конечностей — ног). Позвоночник является осью скелета и делится на отделы: шейный (7 позвонков), грудной (12), поясничный (5), крестцовый (5 сросшихся) и копчиковый (4–5).

### Кости черепа

Кости черепа образуют мозговую полость, в которой находится головной мозг, скелет полости рта, полости носа и глазницы, в которых находятся глазные яблоки. Через многочисленные отверстия черепа проходят нервы и кровеносные сосуды. В черепе различают кости мозгового и лицевого отделов. Мозговой отдел состоит из 8 костей: двух парных — теменной и височной, четырех непарных — лобной, решетчатой, затылочной и клиновидной. Лицевой отдел состоит из 6 парных костей: верхнечелюстных, скуловых, носовых, слезных, нёбных и нижних раковин, двух непарных — сошника и нижней челюсти.

К костям лицевого черепа относят и подъязычную кость.

Кости черепа имеют различную форму — плоскую и смешанную. Некоторые из них содержат полости, заполненные воздухом. Воздухоносные полости имеют верхняя челюсть, решетчатая, лобная, клиновидная и височная кости (см. рис. 114).

**Кости мозгового черепа.** *Лобная кость* образует переднюю часть мозгового черепа, частично глазницы и часть носовой полости. На лобной кости различаются лобные бугры и надлобные дуги.

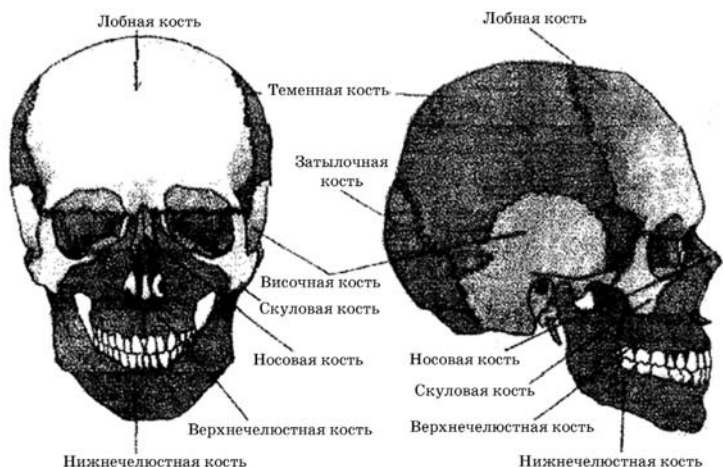


Рис. 114

*Кости черепа*

**Решетчатая кость** лежит в заднем отделе носовой полости между лобной и клиновидной костями и отделяет черепную полость от носовой. В ней имеются отверстия для нервных волокон.

**Теменная кость** образует верхнюю и боковую части мозгового черепа, имеет форму четырехугольной пластинки; на ее наружной поверхности находится выступ — теменной бугор.

**Затылочная кость** располагается на задней части мозгового черепа. На ее нижней поверхности имеется большое затылочное отверстие, через которое полость черепа сообщается с позвоночным каналом. Тело затылочной кости срастается с клиновидной костью. По бокам от большого затылочного отверстия находятся мыщелки, посредством которых затылочная кость сочленяется с атлантом.

**Клиновидная (основная) кость** лежит в основании черепа, состоит из тела и трех пар отростков.

**Височная кость** находится в височной области черепа и состоит из чешуи, каменистой части и др. Каменистая кость, или пирамида, включает полости среднего и внутреннего уха.

**Кости лицевого черепа.** *Верхнечелюстная кость* образует боковую стенку носовой полости и верхнюю стенку ротовой полости. В кости имеются 8 углублений — лунок, в которых помещаются корни зубов. Внутри тела верхней челюсти имеется воздухоносная полость — гайморова пазуха.

*Скуловая кость* образует выступ в боковом отделе лица и участвует в образовании скуловой дуги и частично орбиты глаза.

*Носовая кость* участвует в образовании спинки носа.

*Слезная кость* участвует в образовании ямки слезного мешка глазницы и слезноносового канала.

*Нёбная кость* расположена между клиновидной и верхнечелюстной костями, участвует в образовании твердого нёба и боковой стенки полости носа.

*Нижняя носовая раковина* располагается на боковой стенке полости носа и прикрепляется к верхней челюсти.

*Сошник* образует большую часть носовой перегородки и делит носовую полость вместе с хрящом на две половины.

*Нижняя челюсть* состоит из тела и двух ветвей. На верхнем крае тела имеется шестнадцать ячеек для зубов. На наружной и внутренней поверхности тела находятся бугорки для прикрепления жевательных мышц. По средней линии тела кпереди располагается подбородочный выступ. Нижняя челюсть — единственная подвижная кость черепа.

*Подъязычная кость* располагается между ветвями нижней челюсти и гортанью, сочленяется с височными костями, являясь местом прикрепления многих мышц шеи.

## **Скелет туловища**

Скелет туловища состоит из позвоночного столба и скелета грудной клетки (см. рис. 115, 116).

**Позвоночный столб**, или **позвоночник**, является осью скелета и состоит из 33–34 позвонков. В позвоночнике различают 5 отделов: шейный — 7 позвонков, грудной — 12, поясничный — 5, крестцовый — 5 и копчиковый — 4–5 позвонков. Позвоночник у взрослого человека имеет четыре

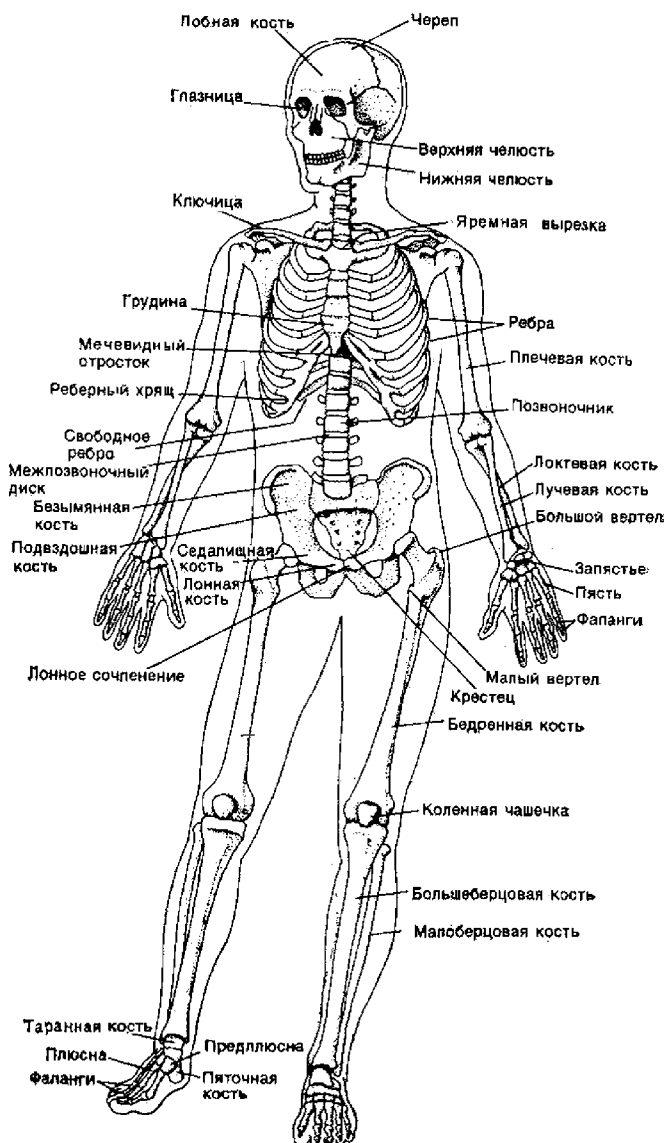


Рис. 115

Скелет человека, вид спереди

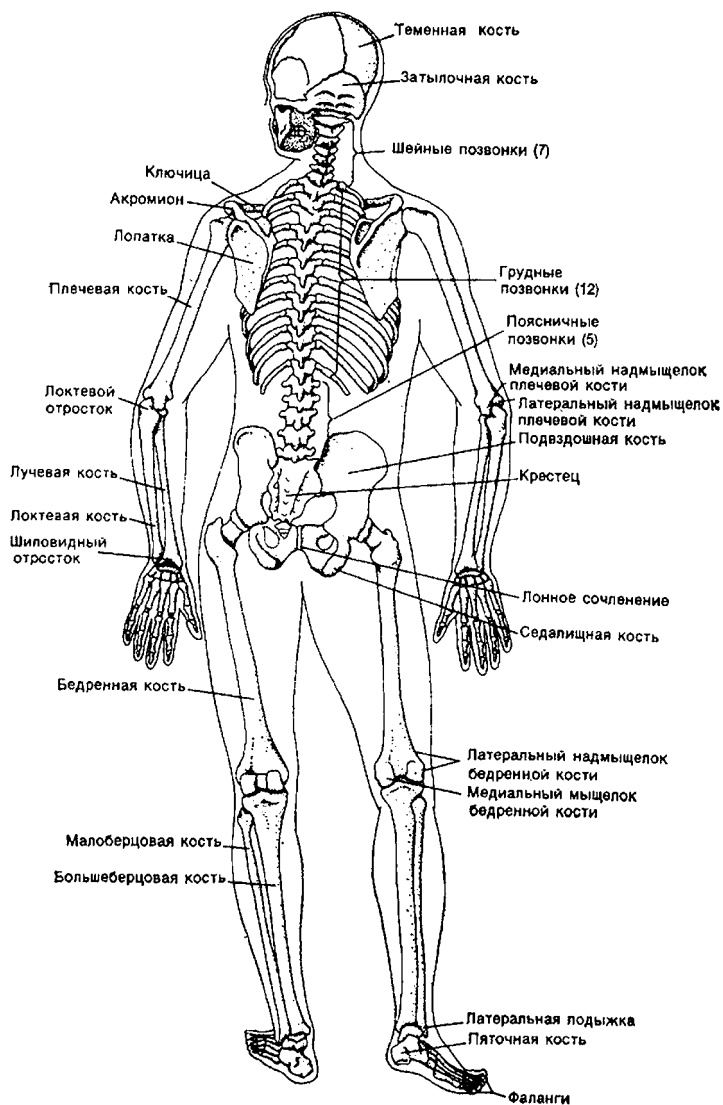


Рис. 116  
Скелет человека, вид сзади

изгиба: два из них — шейный и поясничный — обращены выпуклостью вперед, и два — грудной и крестцовый — назад.

*Позвонок* состоит из тела, дуги и семи отростков, относящихся от нее: одного остистого, двух поперечных, четырех суставных. Между телом и дугой позвонка имеется отверстие. Отверстия всех позвонков составляют позвоночный канал, в котором находится спинной мозг. На дугах позвонков имеются верхние и нижние вырезки. Вырезки соседних позвонков образуют межпозвоночные отверстия, через которые проходят спинномозговые нервы. Позвонки расположены друг над другом и соединяются полуподвижно с помощью упругой хрящевой ткани (менисков), суставов и связок.

***Шейный отдел позвоночника.*** Позвонки шейного отдела имеют типичное строение позвонка, за исключением первого и второго.

Первый шейный позвонок, или атлант, имеет вид кольца, его остистый отросток заменен бугорком. Атлант соединяется с мыщелками затылочной кости и со вторым шейным позвонком, обеспечивая большую подвижность головы. Второй шейный позвонок — эпистрофей — имеет зубовидный отросток и суставные поверхности для соединения с атлантом, остистый отросток в виде гребня и отростки для соединения с третьим шейным позвонком. Седьмой шейный позвонок имеет хорошо развитый остистый отросток, который выступает и легко прощупывается.

***Грудной отдел позвоночника.*** Позвонки грудного отдела имеют типичное строение позвонка. Однако их тела более крупные, чем у шейных, остистые отростки самые длинные и направлены кзади и книзу. Они имеют суставные ямки на теле для головок ребер и на поперечных отростках — для бугорков ребра.

***Поясничный отдел позвоночника.*** Позвонки поясничного отдела имеют типичное строение позвонка. Их тела самые массивные, остистые отростки короткие, поперечные тонкие и длинные.

***Крестцовый отдел позвоночника.*** Позвонки этого отдела, срастаясь, образуют крестец (крестцовую кость).



Тела позвонков книзу уменьшаются и поэтому в крестце различают верхнюю широкую и нижнюю узкую части. Передняя поверхность крестца вогнутая, а задняя — выпуклая. На боковых частях крестца имеются суставные поверхности ушковидной формы, служащие для соединения с тазовыми костями.

**Копчиковый отдел позвоночника** образован рудиментарными, сросшимися позвонками и называется копчиковой костью, или копчиком.

## **Скелет грудной клетки**

Скелет грудной клетки образован грудными позвонками, 12 парами ребер и грудной костью (грудиной). В грудной клетке находятся сердце, легкие, трахея, тимус, пищевод, крупные сосуды и нервы.

*Грудные позвонки* образуют заднюю часть грудной клетки.

*Ребра* находятся по бокам грудной клетки и лежат косо. Они представляют собой плоские изогнутые кости, имеющие задний конец с головкой, шейкой и бугорком, тело и передний конец. Ребра своими головками подвижно соединяются с грудными позвонками. Другим концом семь пар ребер прикрепляются с помощью хрящей к грудины, три пары — к хрящам вышележащих ребер и две последние пары самые короткие — не имеют хрящей (плавающие ребра). Первые 7 пар ребер называются истинными, остальные — ложными.

*Грудная кость* образует переднюю стенку грудной клетки. Она представляет собой плоскую кость, состоящую из рукоятки, тела и мечевидного отростка. На верхнем крае грудины имеется яремная вырезка, по бокам — 2 ключичные и 7 пар реберных.

## **Скелет верхних конечностей**

Скелет верхних конечностей состоит из костей пояса верхних конечностей (костей плечевого пояса) и костей свободных верхних конечностей (костей рук).

**Кости плечевого пояса** представлены двумя ключицами и двумя лопатками.

*Ключица* имеет изогнутую форму и соединяется своими концами с рукояткой грудины и отростком лопатки.

*Лопатка* прилегает к задней поверхности грудной клетки и сочленяется с ключицей и плечевой костью. Она представляет собой плоскую треугольной формы кость. Задняя поверхность лопатки костным выступом (лопаточной остью) разделяется на надостную и подостную ямки.

К **костям руки** относятся плечевая кость, кости предплечья (локтевая и лучевая) и кости кисти (8 костей запястья, 5 — пальца и 14 фаланг пальцев).

*Плечевая кость* — длинная трубчатая кость. Головкой верхнего конца она сочленяется с лопаткой, суставными поверхностями мыщелка нижнего конца — с костями предплечья.

*Кости предплечья* относятся к длинным трубчатым костям.

Локтевая кость более длинная, чем лучевая, имеет на верхнем конце большой локтевой отросток и полулунную вырезку для сочленения с плечевой костью, на нижнем — суставную окружность для сочленения с лучевой костью.

Лучевая кость имеет на верхнем конце головку с ямкой для сочленения с плечевой костью и суставную окружность — с локтевой костью, на нижнем конце — суставные поверхности для соединения с костями запястья и локтевой костью. Кости предплечья соединены между собой межкостной перепонкой.

*Кости кисти.* Кости запястья располагаются в 2 ряда по 4 кости между костями предплечья и пальца. Кости запястья с ладонной стороны образуют углубление. Кости пальца — длинные, трубчатые по форме, располагаются между костями запястья и фалангами пальцев (в области ладони). Кости пальцев (фаланги) представляют собой короткие трубчатые кости, которых во 2–5-м пальцах — по три (основная, средняя и ногтевая), в большом (1-м пальце) — две (основная и ногтевая).

## Скелет нижних конечностей

Скелет нижних конечностей состоит из костей пояса нижних конечностей (костей тазового пояса) и костей свободных нижних конечностей (костей ног).

**Кости тазового пояса** представлены двумя *тазовыми костями*, которые относятся к плоским костям. Каждая тазовая кость образована тремя сросшимися между собой костями: *подвздошной, седалищной и лобковой* (лонной). Тазовые кости соединяются с крестцом и копчиком и вместе образуют таз. Различают большой и малый таз.

Большой таз ограничен крыльями подвздошных костей, малый образован лонными, седалищными костями, крестцом и копчиком. В полости малого таза находится мочевой пузырь, прямая кишка и внутренние половые органы.

На тазовой кости имеется углубление — вертлужная впадина, в которую входит головка бедренной кости.

**Кости ноги.** К ним относятся следующие кости: бедренная, голени (малая и большая берцовые) и стопы (предплюсна — 7 костей, плюсна — 5 и фаланги пальцев — 14).

*Бедренная* кость относится к длинным трубчатым костям (самая длинная в организме). Ее верхний конец имеет головку для соединения с тазовой костью, нижний конец — два мыщелка для соединения с большой берцовой костью голени. Между мыщелками спереди имеется углубление для надколенной чашки (надколенника).

Кости *голени* принадлежат к длинным трубчатым костям.

*Большеберцовая* кость значительно массивнее малоберцовой и имеет тело трехгранной формы. На ее верхнем конце расположены два мыщелка с суставными поверхностями для сочленения с бедренной и малоберцовой костями. На нижнем конце большеберцовой кости имеется вырезка для соединения с малой берцовой костью, выступ (лодыжка) и суставная поверхность для соединения с надпяточной (таранной) костью.

*Малоберцовая* кость имеет на верхнем конце головку с суставной поверхностью для соединения с большеберцовой

костью, на нижнем конце — лодыжку с суставной поверхностью для соединения с надпяточной костью.

*Кости стопы* располагаются не в одной плоскости, а образуют изгибы (своды) в продольном и поперечном направлении.

Самыми большими костями предплюсны являются пяточная и надпяточная, впереди которых лежат остальные кости. На пяточной кости имеется пяточный бугор для прикрепления ахиллова сухожилия.

Кости плюсны относятся к коротким трубчатым костям и сочленяются с костями предплюсны и фалангами пальцев.

Кости пальцев стопы — короткие трубчатые кости. Как и на кисти, у большого пальца стопы имеются две фаланги, а у остальных пальцев — по три фаланги в каждом.

## СКЕЛЕТНАЯ МУСКУЛАТУРА

В теле человека насчитывают около 400 скелетных мышц, которые имеют массу 28–45% от массы тела.

Скелетные мышцы выполняют следующие основные роли: двигательную (вместе со скелетом обеспечивают передвижение тела и его частей в пространстве), формообразующую (вместе со скелетом определяют форму и размеры тела), защитную (вместе со скелетом обеспечивают защиту внутренних органов), терморегулирующую (при сокращении мышц образуется тепло), депонирующую (являются местом накопления гликогена, жира и др.).

### СТРОЕНИЕ, ФОРМЫ И ВИДЫ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ

В каждой мышце различают тело — активную сокращающуюся часть — и сухожилие. Мышца снаружи покрыта соединительнотканной оболочкой — фасцией. Между пучками мышечных волокон в теле мышцы расположены прослойки рыхлой соединительной ткани с сосудами и нервами. К костям мышцы прикрепляются при помощи сухожилий. Широкие плоские сухожилия называют

апоневрозами, например сухожилие наружной косой мышцы живота.

По форме мышцы бывают квадратные, трапециевидные, широкие, веерообразные; по длине — длинные и короткие; по направлению волокон — косые, поперечные, веретеновидные, параллельные, кольцевые (сфинктеры), перистые; по расположению в теле — поверхностные и глубокие.

Мышцы по их действию на суставы и конечности подразделяют на флексоры (сгибатели), экстензоры (разгибатели), аддукторы (отводящие), абдукторы (приводящие), ротаторы (вращающие). Мышцы, участвующие в одинаковых действиях, называют синергистами, а в противоположных — антагонистами.

В организме человека выделяют следующие группы мышц (см. табл. 3): мышцы головы (жевательные и мимические), шеи, туловища (груди, живота, спины), верхних конечностей (плечевого пояса, плеча, предплечья и кисти) и нижних конечностей (таза, бедра, голени и стопы).

По функциональному признаку поперечно-полосатые скелетные мышцы относятся к произвольным мышцам, т. е. они сокращаются по воле человека (произвольно). В эту группу мышц входят скелетные мышцы головы, шеи, туловища и конечностей, мышцы гортани и языка (см. рис. 117, 118).

Функции различных групп мышц очень разнообразны.

Мышцы головы делят на жевательные, поднимающие и опускающие нижнюю челюсть и мимические, обуславливающие движение кожи лица.

Мышцы шеи поддерживают голову в обычном положении, а их сокращение вызывает повороты и наклоны головы.

Мышцы туловища:

- 1) мышцы груди обеспечивают движение верхних конечностей и грудной клетки при дыхании;
- 2) мышцы спины способствуют сохранению вертикального положения тела;

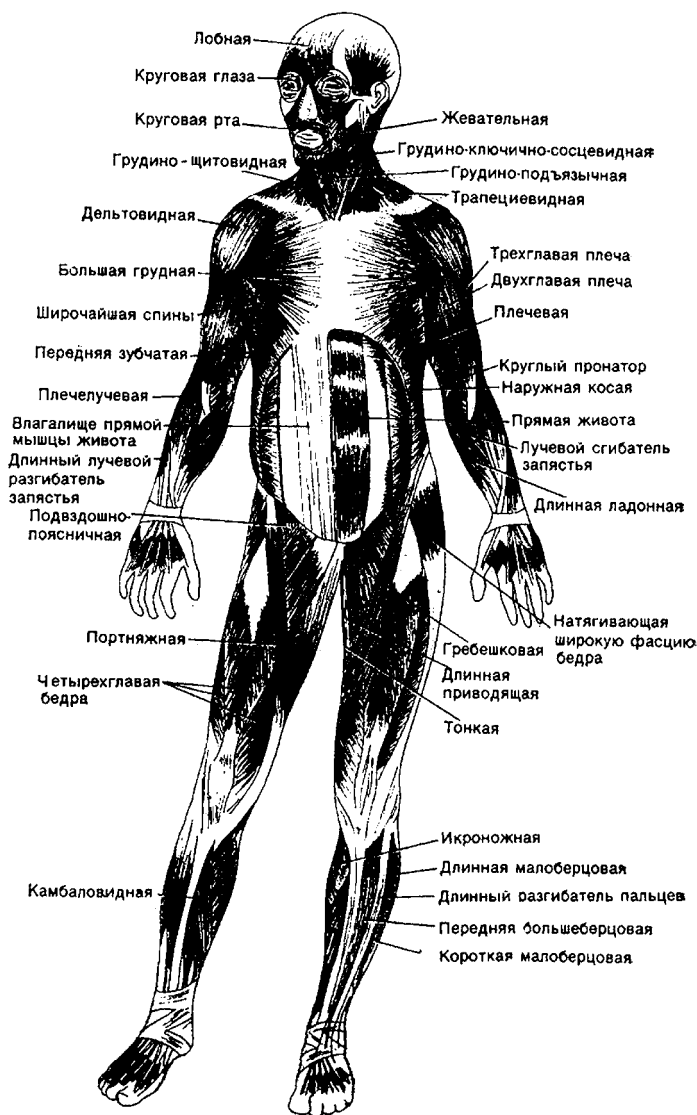


Рис. 117  
Мышцы человека, вид спереди

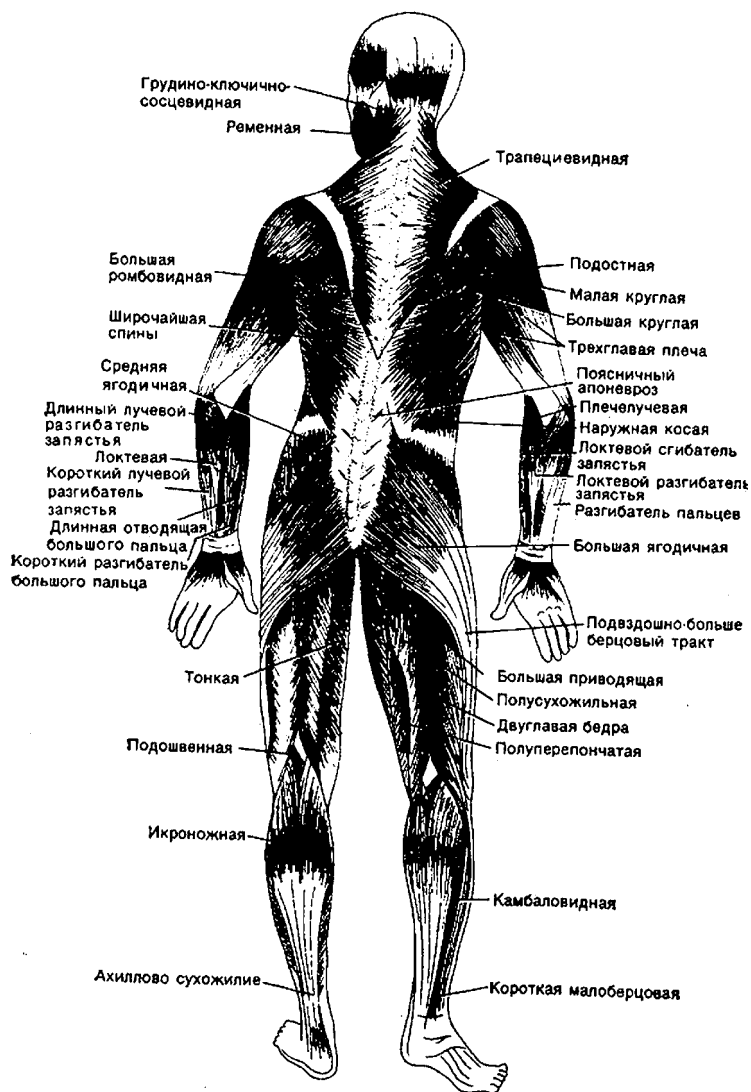


Рис. 118  
Мышцы человека, вид сзади

## Основные мышцы человека

Группы мышц	Название мышц	Место прикрепления мышц
Мышцы головы	Жевательные	
	Жевательная мышца	Скуловая кость и нижнечелюстная кость
	Височная мышца	Теменная кость и нижнечелюстная кость
	Крыловидные мышцы (2)	Клиновидные кости и нижнечелюстная кость
	Мимические	
	Затылочно-лобная (надчерепная)	В области свода черепа к коже волосистой части головы и рыхло к костям черепа
	Крыловая мышца глаза	Окружает глазную щель
	Мышца, поднимающая верхнюю губу	Верхняя челюсть и носогубная складка
	Скуловые мышцы	Скуловая кость и кожа угла рта
	Щечная мышца	Верхняя и нижняя челюсти
	Круговая мышца рта	Окружает рот
	Носовая мышца	В области носа
Мышцы шеи	Грудино-ключично-сосцевидные мышцы	Грудина, ключица и сосцевидный отросток височной кости
	Челюстно-подъязычная мышца	Нижняя челюсть и подъязычная кость
	Подбородочно-подъязычная мышца	Подбородочный выступ нижней челюсти и подъязычная кость
	Грудино-щитовидная мышца	Рукоятка грудины и щитовидный хрящ



3) мышцы живота формируют брюшной пресс, производят сгибание туловища и участвуют в его повороте.

Мышцы верхних конечностей обеспечивают подвижность, сгибание и разгибание рук.

Мышцы нижних конечностей обеспечивают сгибание и разгибание ног, способствуют сохранению вертикального положения тела.

### *СВОЙСТВА СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ*

Свойства скелетных мышц обусловлены мышечными волокнами, входящими в их состав. Мышечные волокна — это специализированные многоядерные структуры. Они очень длинные (от нескольких миллиметров до 10–12 см) и тонкие (несколько микрон). Каждое мышечное волокно состоит из оболочки (сарколеммы) и цитоплазмы (саркоплазмы). В саркоплазме располагаются все компоненты животной клетки и вдоль оси мышечного волокна тонкие нити — *миофибриллы*. Они являются сократительным аппаратом мышечного волокна. Миофибриллы объединяются в группы по 4–20 штук. Каждая миофибрилла состоит из протофибрилл (более 2,5 тыс.). Они подразделяются на *актиновые* и *миозиновые*. Актиновые протофибриллы тонкие, миозиновые — толстые.

Каждая миофибрилла разделена на правильно чередующиеся участки, обладающие разными оптическими свойствами, т. е. преломлением лучей света. В результате одни участки в обычном свете кажутся темными, другие — светлыми. Поэтому под микроскопом скелетные мышечные волокна выглядят исчерченными поперек.

**Механизм мышечного сокращения** связан с взаимодействием актина и миозина. В состоянии покоя мышцы актиновые нити входят своими концами в пространства между миозиновыми, и образуется решетка. Взаимодействие актина и миозина тормозится системой мышечных белков. Поступление нервного импульса к мышце сопровождается возбуждением мембраны мышечного волокна, в результате чего система мышечных белков теряет

способность тормозить взаимодействие актина и миозина и они взаимодействуют. Это сопровождается вхождением актиновых нитей в пространства между миозиновыми, а внешне проявляется укорочением мышц.

Поперечно-полосатым скелетным мышцам присущи следующие основные свойства:

1) возбудимость — способность мышцы отвечать на действие раздражителя (нервный импульс) возбуждением. Возбуждение — это деятельное состояние мышцы, сопровождающееся сокращением;

2) проводимость — способность проводить возбуждение;

3) сократимость — специфическое внешнее проявление процесса возбуждения в мышцах. Внешне она проявляется укорочением или напряжением;

4) эластичность — способность мышцы принимать первоначальное состояние после растяжения (выражена сильно);

5) пластичность — способность сохранять приданную форму (выражена слабо).

Сокращение мышц протекает по определенным законам.

**1-й закон.** В ответ на одиночное раздражение любая мышца отвечает одиночным сокращением. Оно осуществляется очень быстро (в течение 3–5 мсек). В одиночном сокращении различают три фазы: скрытую, укорочения и расслабления.

**2-й закон.** В естественных условиях к мышце поступает, как правило, не один импульс, а серия, на которую мышца отвечает длительным сокращением. Оно называется тетаническим (или длительным) сокращением. Различают гладкий тетанус, который возникает при частом ритме раздражения, и зубчатый тетанус — при редком ритме раздражения.

### *СИЛА, РАБОТА И УТОМЛЕНИЕ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ*

Различают максимальную, относительную и абсолютную силу мышц.

Максимальной силой мышцы называют то напряжение, которое она может развить в условиях изометрического

сокращения (развитие напряжения без изменения длины) или поднимая максимально возможный груз. Относительная сила мышцы — это максимальная сила мышцы, разделенная на площадь ее поперечного сечения. Абсолютная сила мышц — это отношение максимальной силы мышцы к сумме поперечных сечений всех ее волокон. Сила сокращения скелетных мышц зависит от силы раздражения.

Скелетные мышцы могут выполнять определенную работу, которая может быть динамической и статической. При динамической работе происходит сдвиг костей относительно друг друга, и мышца перемещает груз. Динамическая работа мышцы определяется путем умножения массы груза на высоту его подъема. При статической работе груз не перемещается, не происходит сдвига костей относительно друг друга, мышца при этом развивает напряжение без изменения длины. В результате этой работы происходит активная фиксация органов относительно друг друга и придается определенное положение телу в пространстве. Максимальную работу мышца производит при средних нагрузках и среднем ритме работы.

Утомлением мышц называется временное понижение или прекращение работоспособности мышц в результате их деятельности. При этом снижаются их физиологические свойства: возбудимость, лабильность, проводимость, сократимость и др. После отдыха мышца снова сокращается нормально. Причина утомления еще полностью не выяснена, и существует несколько гипотез, объясняющих возникновение утомления. Первая гипотеза предполагает, что утомление наступает в результате накопления кислых продуктов обмена веществ (угольной, молочной и фосфорной кислот), вторая — в результате истощения запасов энергетических веществ (гликогена, креатинфосфата, АТФ). Однако в первую очередь утомление наступает в местах контактов нервов и мышц (синапсах). Для того чтобы мышца работала без утомления, необходима ее тренировка, которая способствует лучшему кровоснабжению мышц, экономному расходованию энергетических запасов и нарастанию массы мышц.

## РЕГУЛЯЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МЫШЦ

Деятельность мышц регулируется нервной системой рефлекторно. По чувствительным нейронам импульсы от различных рецепторов передаются в центральную нервную систему, где происходит их анализ и синтез, формирование программы действия, которая по двигательным нейронам поступает к скелетным мышцам. Аксон двигательного нейрона разветвляется, и каждая его веточка иннервирует одно мышечное волокно. Следовательно, один мотонейрон иннервирует группу мышечных волокон. Этот комплекс называется моторной единицей. В мышце существует большое количество моторных единиц. Импульсы к ним подходят не одновременно, поэтому их сокращения во времени не совпадают (одни волокна сокращаются раньше, другие — позже). Этим объясняется плавность сокращения всей мышцы.

В регуляции деятельности мышц участвует головной мозг. Мозжечок осуществляет безусловно-рефлекторную координацию движений (согласованную работу мышц и движения частей тела). Средний и продолговатый мозг обеспечивают перераспределение тонуса мышц при изменении позы.

Кора больших полушарий обеспечивает произвольные движения, которые приобретаются в процессе всей жизни человека. Двигательная зона коры расположена в лобной доле спереди от центральной борозды.

Из центральной нервной системы к мышцам постоянно поступают импульсы, которые обеспечивают их тонус, т. е. незначительное постоянное напряжение.

## КОЖНЫЙ ПОКРОВ И ЕГО ПРОИЗВОДНЫЕ

Кожа является наружным покровом тела, ее площадь у человека достигает 2 м<sup>2</sup>. Она играет большую роль во взаимодействии организма с внешней средой: выполняет защитную функцию, принимает участие в терморегуляции, в выведении из организма конечных продуктов обмена

веществ, через рецепторы и нервные окончания воспринимает изменения внешней среды.

**Кожа** имеет сложное микроскопическое строение и состоит из двух слоев: наружного и внутреннего. Наружный слой — эпидермис — образован многослойным эпителием, толщина которого неодинакова (от 0,07 до 2,5 мм) в различных частях тела (наиболее тонкий — на веках, толстый — на ладонях и подошвах).

В эпидермисе различают поверхностный роговой (состоит из мертвых, ороговевших безъядерных клеток, которые постоянно слущиваются) и глубокий ростковый (состоит из непрерывно размножающихся клеток с ядрами, которые заменяют ороговевшие клетки) слои. В клетках росткового слоя находится пигмент меланин, который обеспечивает цвет кожи у людей. Действие солнечных лучей усиливает отложение пигмента, а кожа темнеет. Пигмент поглощает ультрафиолетовые лучи и предотвращает их вредное влияние на внутренние органы.

Внутренний слой — дерма, или собственно кожа, — намного толще эпидермиса, находится под эпидермисом и вдается в него многочисленными выступами-сосочками. Дерма состоит из плотной соединительной ткани, образованной клетками и тесно переплетающимися волокнами, которые придают коже эластичность, поэтому она легко растягивается и смещается. Дерма обильно снабжена кровеносными, лимфатическими сосудами, нервными окончаниями и рецепторами.

Дерма переходит в находящуюся глубже ее подкожную жировую клетчатку, которая состоит из пучков соединительнотканых волокон, промежутки между которыми заполнены скоплениями жировых клеток. Жировая клетчатка защищает тело от переохлаждения и от механических повреждений.

В коже находятся потовые, сальные железы и корни волос.

**Потовые железы** располагаются в дерме. Они имеют вид длинных трубочек, нижний конец которых закручен в клубочек. Выводной проток железы открывается на

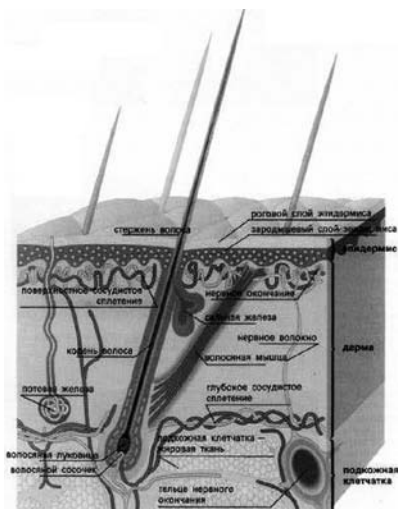


Рис. 119

*Строение кожи*

поверхность эпидермиса потовой порой. На поверхности тела человека около 2–3 млн потовых желез, которые распределены неравномерно: их много на лице, ладонях рук (рис. 119).

Секрет потовых желез — пот — содержит воду, поваренную соль, мочевины и другие вещества. За сутки в среднем выделяется 500–600 мл пота. С потом удаляются некоторые конечные продукты обмена веществ (в отличие от

почек, выводятся главным образом вода и растворимые соли), и при его испарении увеличивается теплоотдача.

Интенсивность потоотделения зависит от различных условий — температуры и влажности воздуха, физической работы и т. д. Испарение пота с поверхности кожи является одним из способов теплоотдачи. При усиленной физической работе, в жарком климате суточное отделение пота может достигать 15 л.

**Сальные железы** находятся в собственно коже (дерме) на протяжении всей поверхности тела, за исключением ладоней и подошв. Выводные протоки этих желез открываются в основном в волосяной мешок. В некоторых местах, например на красной кайме губ, они открываются на поверхности кожи. Сальные железы выделяют секрет — кожное сало, которое смазывает волосы и кожу. С уменьшением секреции кожного сала, что происходит в старости, кожа и волосы становятся сухими.

**Производные кожи: волосы и ногти.** Волосы покрывают значительную часть поверхности кожи. Они отсутствуют на ладонях, подошвах и еще на некоторых участках

тела. На туловище и конечностях имеются тонкие волосы (пушок). Волосы бровей и ресниц — короткие, щетинистые. Длинные волосы растут на голове, в подмышечных впадинах, на лобковом возвышении, а у мужчин, кроме того, на коже лица (усы и борода). Цвет волос обусловлен наличием в них пигментов.

В волосе различают стержень и корень. Стержень выступает над кожей, а корень находится в ее толще. Утолщенная часть корня волоса называется волосистой луковицей. Она имеет углубление, в котором располагается волосистая сосочек. Волос состоит из измененных ороговевших клеток кожного эпителия. Рост волос происходит за счет волосистой луковицы. Волосистой сосочек образован соединительной тканью. В нем находятся кровеносные капилляры, за счет которых происходит питание волосистой луковицы. Корень волоса окружен волосистым мешком, состоящим из кожного эпителия и соединительной ткани. В волосистом мешке открываются протоки сальных желез.

К корням волос прикрепляются гладкие мышечные волокна. При сокращении мышечных волокон кожи волосы поднимаются.

**Ногти** — это твердые роговые слегка изогнутые пластины. В ноге различают корень и тело, имеющее свободный край. Они лежат в ногтевом ложе и плотно сращены с кожей, которая богата снабжена чувствительными нервными окончаниями и кровеносными сосудами. Корень и боковые части тела ногтя окружены складкой кожи — ногтевым валиком. Ногти непрерывно растут за счет росткового слоя кожи, находящегося в области корня. Они выполняют защитную роль.

## ВИСЦЕРАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

### ПОЛОСТИ ТЕЛА И ИХ СЕРОЗНЫЕ ОБОЛОЧКИ

Полость тела человека — это пространство, ограниченное внутренней поверхностью стенки тела, в которой располагаются внутренние органы. У млекопитающих

полость тела вторичная (целом), выстлана целомическим эпителием, имеющим мезодермальное происхождение.

Из вентральной части мезодермы образуются две пластинки: спланхноплевра и соматоплевра, из которых развивается мезотелий серозных оболочек, а пространство между ними превращается в полости. Полость тела разделена на грудную и брюшную полости тела. Они отделены друг от друга диафрагмой. Серозные оболочки, выстилающие стенки полостей тела и покрывающие внутренние органы, образуют серозные полости: перикардиальную, в которой заключено сердце и начальные отделы крупных сосудов, парные плевральные, в которых заключены легкие, и брюшную полость (перитонеальную), которая лежит каудальнее диафрагмы, в ней расположены внутренние органы. Серозные полости заполнены серозной жидкостью.

Грудная полость образована костно-хрящевым остовом и мышцами, изнутри выстлана серозной оболочкой или плеврой. Плевра подразделяется на реберную и диафрагмальную (пристеночный листок плевры) и средостенную (висцеральный листок плевры) части. Правая и левая реберные плевры образуют средостение, между листками которого располагаются аорта, пищевод, тимус, трахея с нервами и сердце с околосердечной оболочкой (перикардиальной плеврой). Средостенная плевра переходит с бронхов на легкие и называется легочной плеврой.

Брюшная полость — самая большая полость тела человека, простирается от диафрагмы до области паха. Она образована сзади позвоночником и мышцами спины, сверху — ребрами и диафрагмой, спереди, снизу и по бокам — мышцами живота и костями таза. Брюшная полость выстлана тонкой серозной оболочкой — брюшиной. Брюшина покрывает как стенки полости, так и органы, расположенные в ней. Сверху брюшина покрыта однослойным плоским эпителием — *мезотелием*. Под ним находится слой рыхлой соединительной ткани с большим количеством коллагеновых и эластических волокон, придающих прочность и эластичность всей оболочке. Общая поверхность брюшины составляет более 2 м<sup>2</sup>. Брюшина



разделяется на два листка, которые всегда связаны друг с другом. Листок брюшины, выстилающий стенки полости, называют *пристеночным (париетальной брюшиной)*, а покрывающий органы — *внутренностным (висцеральной брюшиной)*. Между листками брюшины всегда присутствует небольшая щелевидная полость, заполненная серозной жидкостью. Эта жидкость выделяется через эпителий и облегчает скольжение органов друг относительно друга. Серозные полости не имеют контакта с внешней средой.

Часть брюшины носит название связок, складок и брыжеек. Правый и левый висцеральные листки брюшины, соединяясь в спинной области, образуют дорсальную брыжейку. Остатки от вентральной брыжейки в краниальном отделе брюшной полости образуют желудочно-печеночную связку (малый сальник), идущую от печени к малой кривизне желудка и двенадцатиперстной кишке, связки печени и диафрагмы (серповидная связка) и брыжейки пупочной вены, в каудальном отделе — среднюю пузырно-пупочную связку. Листки висцеральной брюшины с передней и задней поверхности желудка спускаются в виде широкой пластинки вниз и образуют *большой сальник*. Дойдя до входа в малый таз, оба листка поворачивают, срastaются с нисходящими листками и следуют вверх до поперечной ободочной кишки. Все четыре листка прирастают к передней поверхности кишки. Затем восходящие листки отходят от передних и соединяются с брыжейкой поперечной ободочной кишки. Таким образом, большой сальник расположен позади передней брюшной стенки и прикрывает кишечник. Начальный отдел сальника называют желудочно-ободочнокишечной связкой, он фиксирует поперечную ободочную кишку к большой кривизне желудка. Брыжейка поперечной ободочной кишки делит брюшную полость на 2 части. В верхней части находятся желудок, печень, селезенка, поджелудочная железа, верхние отделы двенадцатиперстной кишки. Нижнюю часть занимают остальные отделы тонкого и толстый кишечник. Здесь париетальная брюшина задней стенки переходит в корень брыжейки тонкой кишки. Он начинается слева

на уровне II поясничного позвонка, идет вниз и направо и заканчивается на уровне подвздошно-крестцового сочленения. Длина корня брыжейки 17–22 см. Он разделяет брюшную полость на правую и левую *брыжеечные пазухи*. Пристеночная брюшина правой пазухи переходит справа во внутренностную брюшину восходящей ободочной кишки, слева и снизу — в брыжейку тонкой кишки, а сверху — в брыжейку поперечной ободочной кишки. Пристеночная брюшина левой пазухи слева переходит на нисходящую ободочную кишку, справа — в брыжейку тонких кишок, сверху — в брыжейку поперечной ободочной кишки, снизу — в брюшину малого таза и брыжейку сигмовидной кишки. Таким образом, большинство органов брюшной полости фиксированы на задней ее стенке. С помощью связок печень фиксируется в брюшной полости. Связки соединяют между собой внутренние органы: печень с малой кривизной желудка, двенадцатиперстной кишкой и правой почкой, диафрагму с печенью и малой кривизной желудка и т. д. В связках проходят кровеносные и лимфатические сосуды, нервы, протоки (желчные) и запустевшие сосуды, функционировавшие у плода.

По отношению к брюшине органы в брюшной полости расположены различно: *внутрибрюшинно*, или *интраперитонеально* (желудок, тощая и подвздошная кишки, слепая кишка с червеобразным отростком, поперечная ободочная, сигмовидная и начало прямой кишки, селезенка, матка и яйцеводы), если орган покрыт брюшиной со всех сторон; *мезоперитонеально* (печень, восходящая и нисходящая ободочная кишка, средняя часть прямой кишки, мочевого пузыря), если орган покрыт брюшиной с трех сторон; *забрюшинно*, или *экстраперитонеально* (двенадцатиперстная кишка, почки, мочеточники, поджелудочная железа, предстательная железа, влагалище, нижний отдел прямой кишки), если орган покрыт брюшиной только с одной стороны. Органы, расположенные интраперитонеально, присоединены к задней стенке тела с помощью *брыжеек*. Они представляют собой пластинку, начинающуюся от париетальной брюшины на задней стенке тела (корень

брыжейки). Другой ее конец доходит до органа и окружает его. В брыжейках проходят кровеносные и лимфатические сосуды, нервы и лежат лимфатические узлы.

## **СИСТЕМА ДЫХАНИЯ**

**Дыхание** — это совокупность физиологических процессов, обеспечивающих поступление в организм кислорода и выведение из него углекислого газа. Кислород необходим для окисления веществ, в результате которого образуется энергия и продукты расщепления, в том числе и углекислый газ. Образовавшаяся энергия используется на синтез АТФ и частично рассеивается в виде тепла, а избыток углекислого газа удаляется из организма через органы дыхания.

Дыхание обеспечивается системой органов дыхания, к которым относятся:

1) мышцы инспираторные (вдыхательные) — диафрагма, наружные косые межреберные мышцы и др.;

2) мышцы экспираторные (выдыхательные) — внутренние косые межреберные мышцы, мышцы брюшной стенки и др.;

3) грудная клетка;

4) плевра;

5) легкие;

6) воздухоносные пути — бронхи, трахея, гортань, носоглотка, носовая полость.

## **ВОЗДУХОНОСНЫЕ ПУТИ**

Воздухоносные пути начинаются **носовой полостью**, которая образована костями лицевой части черепа и хрящами. Она разделена костно-хрящевой перегородкой на правую и левую половины. В каждой половине от боковой стенки выступают в полость носа 3 носовые раковины, между которыми находятся 3 носовых хода — верхний, средний и нижний. Стенки полости носа покрыты слизистой оболочкой. Она выстлана ресничным эпителием,

имеет много желез, выделяющих слизь, обильно снабжена кровеносными сосудами, нервными волокнами и их окончаниями. Слизистая оболочка верхнего носового хода имеет чувствительные обонятельные клетки. Полость носа общается с внешней средой через ноздри, с носоглоткой — через хоаны, с придаточными воздухоносными пазухами костей — специальными отверстиями. В полость носа открывается слезноносовой канал.

**Гортань** располагается на уровне IV–VI шейных позвонков. Вверху она сообщается с глоткой, внизу переходит в трахею. Остов гортани образован хрящами: щитовидным, перстневидным, парными черпаловидными и надгортанником. Надгортанник во время глотания прикрывает вход в гортань, благодаря чему пища не попадает в дыхательные пути. Все хрящи соединяются между собой при помощи связок и суставов. Изнутри гортань выстлана слизистой оболочкой, покрытой мерцательным эпителием.

Между щитовидным и черпаловидными хрящами гортани имеются две голосовые связки, состоящие из эластической соединительной ткани. Они ограничивают голосовую щель. При напряжении голосовых связок выдыхаемый воздух приводит их в колебание, в результате чего возникают звуки. Напряжение или расслабление голосовых связок и сужение или расширение голосовой щели зависят от сокращения мышц гортани. Все мышцы гортани поперечно-полосатые.

**Трахея** располагается в области шеи и грудной полости, имеет длину около 12 см (начинается на уровне верхнего края VII шейного позвонка и заканчивается на уровне IV–V грудного позвонка). Она имеет вид трубки и состоит из хрящевых полуколец, соединенных связками и гладкими мышцами. Задняя стенка трахеи прилегает к пищеводу. Внутренняя поверхность трахеи выстлана слизистой оболочкой, покрытой мерцательным эпителием, содержит железы, выделяющие слизь.

**Бронхи.** Нижний конец трахеи разделяется на два главных бронха (бифуркация), которые входят в правое и левое легкое. В легких они делятся на бронхи меньшего

диаметра. Разветвление бронхов в легком называется бронхиальным деревом. Стенки бронхов такого же строения, как и стенки трахеи.

**Воздухоносные пути** обеспечивают прохождение воздуха в легкие из окружающей среды, где вдыхаемый воздух увлажняется, согревается или охлаждается, очищается от пыли и микроорганизмов. Это обеспечивается тем, что стенки воздухоносных путей покрыты слизью, а полость носа, трахеи и бронхов имеет мерцательный эпителий. Воздух контактирует со слизью (в ней содержится бактерицидное вещество — лизоцим), к которой прилипают частицы воздуха и микробы, движением мерцательного эпителия слизь продвигается по направлению к носоглотке.

**Легкие** (правое и левое) находятся в грудной полости. Каждое легкое имеет форму конуса, верхушка которого выступает в область шеи, основание обращено к диафрагме. На легком различают 3 поверхности: реберную, диафрагмальную и средостенную. На средостенной поверхности имеется углубление — ворота легкого, через которые проходят бронхи, нервы легкого, легочная артерия, две легочные вены и лимфатические сосуды. Все эти образования называются корнем легкого. Правое легкое состоит из трех, а левое из двух долей (см. рис. 120).

В каждой доле различают несколько отделов, состоящих из множества легочных долек. В каждую дольку входит бронх, разветвляющийся на бронхиолы. Бронхиолы переходят в альвеолярные ходы, которые заканчиваются легочными пузырьками — альвеолами. Бронхиолы и альвеолы окружены соединительной тканью, содержащей коллагеновые и эластические волокна.

Функциональной единицей легких является альвеола. Она имеет полушаровидную форму (диаметром 0,2–0,3 мм), малую толщину стенки. Внутренняя поверхность альвеолы выстлана плоским однослойным эпителием, находящимся на базальной мембране альвеолы. Внутренняя поверхность альвеол покрыта пленкой сурфактанта, который препятствует слипанию стенок их в период выдоха. Снаружи альвеолы густо оплетены легочными капиллярами. В легких

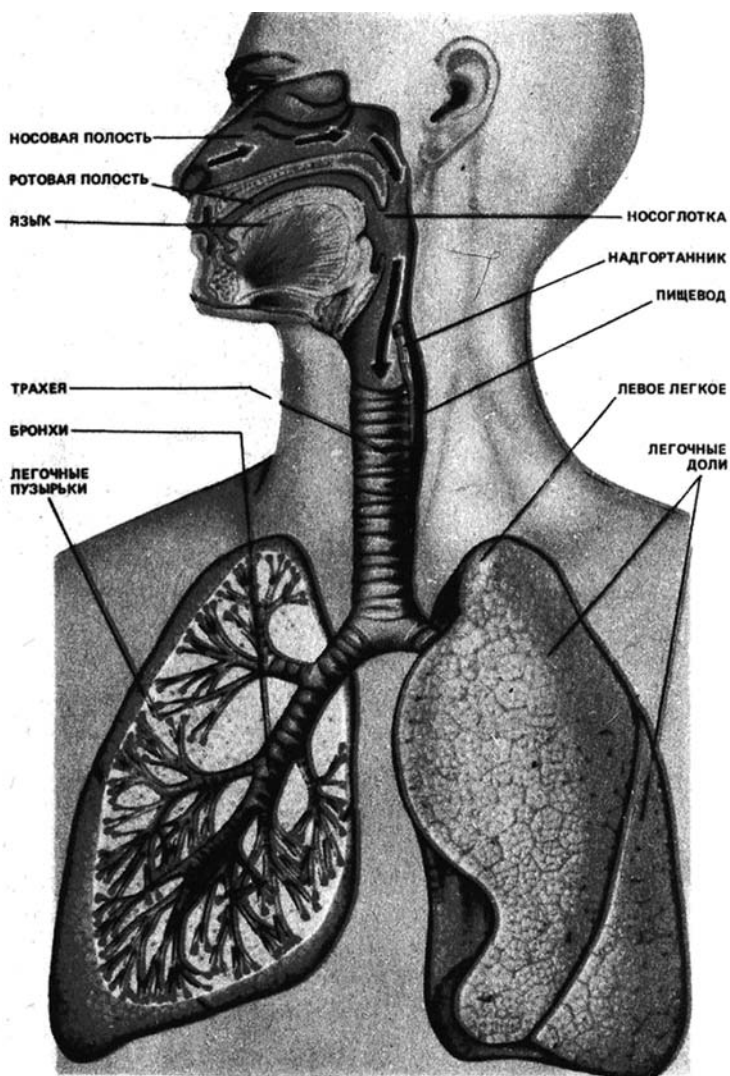


Рис. 120  
*Органы дыхания*

взрослого человека насчитывается около 300–400 млн альвеол; общая поверхность их составляет около 100 м<sup>2</sup>. Альвеолы образуют губчатую массу легких. Легкие обеспечивают газообмен между воздухом и кровью (обмен кислорода и углекислого газа).

Общий объем воздуха в легких человека составляет около 5 л и включает дыхательный объем (450 мл), резервный объем вдоха (1,5 л), резервный объем выдоха (1,5 л) и остаточный воздух (1,5 л). Первые три объема составляют жизненную емкость легких, которая является показателем физического развития организма.

Легкие покрыты серозной оболочкой — *плеврой*. В плевре различают пристеночный и внутренностный листки. Первый покрывает с внутренней стороны стенки грудной полости, второй — сращен с паренхимой легких. У корня легкого один листок плевры переходит в другой.

Между двумя листками плевры находится узкая щель — плевральная полость, содержащая небольшое количество серозной жидкости. Благодаря ей уменьшается трение листков плевры во время дыхания. В полости плевры воздуха нет, и давление в ней отрицательное. Правая и левая плевральные полости между собой не общаются.

## ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ДЫХАНИЯ

Дыхание включает в себя следующие физиологические процессы.

1. Обмен газами между внешней средой и смесью газов в альвеолах.
2. Обмен газами между альвеолярным воздухом и кровью.
3. Транспорт газов кровью.
4. Обмен газами между кровью и тканями.

Процесс обмена газами между внешней средой и смесью газов в альвеолах называется легочной вентиляцией. Обмен газами обеспечивается за счет дыхательных движений — актов вдоха и выдоха. При вдохе происходит

увеличение объема грудной клетки, расширение легких, понижение в них давления (на 2 мм рт. ст. ниже атмосферного) и, как следствие, поступление воздуха из внешней среды в легкие. При выдохе — объем грудной клетки уменьшается, давление воздуха в легких повышается (на 3–4 мм рт. ст. выше атмосферного), и в результате альвеолярный воздух вытесняется из легких наружу.

**Вдох и выдох** происходят потому, что объем грудной полости изменяется — то увеличивается, то уменьшается. Легкие — губчатая масса, состоящая из альвеол, не содержит мышечной ткани, поэтому они не могут сокращаться. Дыхательные движения совершаются с помощью межреберных и других дыхательных мышц и диафрагмы.

При вдохе одновременно сокращаются наружные косые межреберные мышцы и другие мышцы груди и плечевого пояса, что обеспечивает поднятие ребер. Сокращается диафрагма. В результате объем грудной клетки увеличивается, понижается давление в легких, они растягиваются и, как следствие, воздух из внешней среды поступает в них.

Содержание газов во вдыхаемом (атмосферном) воздухе составляет: кислорода — 20,97%, углекислого газа — 0,03, азота — 79%.

При выдохе происходит расслабление мышц-инспираторов и одновременно сокращаются экспираторные мышцы. Это обеспечивает возвращение ребер в положение до вдоха; диафрагма расслабляется. При этом уменьшается объем грудной клетки, повышается давление в легких, они сжимаются за счет эластичности, и часть альвеолярного воздуха (объем, равный объему воздуха, поступившего в легкие при вдохе) вытесняется.

Содержание газов в выдыхаемом воздухе равно: кислорода — 16%, углекислого газа — 4, азота — 79%.

**Обмен газами между альвеолярным воздухом и кровью.** Альвеолы окружены сетью капилляров. Стенка альвеол и капилляров очень тонка и проницаема для газов. Концентрация кислорода в альвеолярном воздухе значительно выше, чем в венозной крови, движущейся по капиллярам.



Поэтому кислород, вследствие разности парциального давления (100 мм рт. ст. – 40 мм рт. ст. = 60 мм рт. ст.), по закону диффузии легко переходит из альвеол в кровь, обогащая ее. Кровь становится артериальной. Концентрация углекислого газа гораздо выше в венозной крови, чем в альвеолярном воздухе.

Поэтому углекислый газ, вследствие разности парциального давления (46 мм рт. ст. – 40 мм рт. ст. = 6 мм рт. ст.), по закону диффузии проникает из крови в альвеолы.

**Транспорт газов кровью.** Кислород, проникнув в кровь, соединяется с гемоглобином эритроцитов и в виде оксигемоглобина транспортируется артериальной кровью до тканей. В артериальной крови кислорода содержится 16–19 объемных %, а углекислого газа — 52–57 об.%. Углекислый газ выходит из тканей, и часть его образует химическое соединение с гемоглобином — карбогемоглобин (4,5 об.%), другая часть образует соединение в виде солей угольной кислоты:  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{KHCO}_3$  (51 об.%) и около 2,5 об.% находится в состоянии физического растворения. В этих формах углекислый газ транспортируется венозной кровью от тканей к легким. В венозной крови углекислого газа содержится 58–63 об.%, кислорода — 12 об.%.

**Обмен газами между кровью и тканями.** В тканях кислород освобождается из непрочного соединения с гемоглобином эритроцитов и по закону диффузии легко проникает в клетки тканей, так как концентрация кислорода в артериальной крови значительно выше (парциальное давление кислорода равно 100 мм рт. ст.), чем в тканях.

Здесь кислород используется на окисление органических соединений и образуется углекислый газ.

Концентрация углекислого газа в тканях возрастает и становится значительно выше, чем в притекающей к ним крови.

Парциальное давление углекислого газа в тканях равно 60 мм рт. ст., а в притекающей крови — 40 мм рт. ст. Поэтому, по закону диффузии, углекислый газ переходит из тканей в кровь, и она становится богатой углекислым газом, т. е. венозной.

## ВНЕШНИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СИСТЕМЫ ДЫХАНИЯ

Система дыхания характеризуется следующими внешними показателями:

- 1) частотой дыхательных движений за 1 минуту. У человека она составляет 12–18 дыхательных движений;
- 2) четырьмя первичными легочными объемами: дыхательным, резервным объемом вдоха, резервным объемом выдоха, остаточным объемом;
- 3) четырьмя емкостями легких: общей, жизненной, вдоха, функциональной остаточной;
- 4) минутным объемом.

## РЕГУЛЯЦИЯ ДЫХАНИЯ

Под регуляцией дыхания понимают поддержание оптимальных концентраций кислорода и углекислого газа в альвеолярном воздухе и в крови, что обеспечивается частотой дыхательных движений и сменой вдоха выдохом, выдоха вдохом.

**Регуляция частоты дыхательных движений** осуществляется *центром дыхания*, который расположен в продолговатом мозге. Он состоит из *центра вдоха и выдоха, центра пневмотаксиса*, где центр вдоха является главным. В центре вдоха ритмически залпами рождаются импульсы в единицу времени (у человека примерно 1 залп импульсов в 4 секунду), определяя частоту дыхания. Импульсы из центра вдоха поступают к дыхательным мышцам и диафрагме и вызывают вдох, такой продолжительности и глубины, который соответствует сложившимся условиям. Он характеризуется определенными силой сокращения дыхательных мышц и объемом поступившего в легкие воздуха. Количество импульсов, рожденных в центре вдоха в единицу времени, зависит от возбудимости центра вдоха. Чем выше его возбудимость, тем чаще рождаются импульсы, а значит, и чаще дыхательные движения.

**Регуляция смены вдоха выдохом, выдоха вдохом** осуществляется рефлекторно. Возбуждение, возникающее в центре вдоха, обеспечивает акт вдоха, который со-

проводится расширением легких и возбуждением механорецепторов легочных альвеол. Импульсы с рецепторов поступают уже в центр выдоха и возбуждают его нейроны. Одновременно непосредственно и через центр пневмотаксиса центр вдоха также возбуждает центр выдоха. Нейроны центра выдоха, возбуждаясь, по законам реципрокных отношений тормозят активность нейронов центра вдоха, вдох прекращается. Центр выдоха посылает информацию к мышцам-экспираторам, вызывает их сокращение и осуществляется акт выдоха. После того как произошел выдох, происходит торможение центра выдоха и возбуждается центр вдоха.

Количество залпов из центра вдоха в единицу времени (ритм дыхательных движений) и сила этих залпов (глубина вдоха и выдоха) зависят от возбудимости нейронов центра дыхания, специфики обмена веществ, особой чувствительности нейронов к окружающей их гуморальной среде, к поступающей информации с хеморецепторов сосудов, мышц, пищеварительного аппарата и пр.

Так происходит смена вдоха выдохом и выдоха вдохом.

Избыток в крови углекислоты и недостаток кислорода, увеличение потребления кислорода и образования углекислого газа в мышцах и других органах при усилении их деятельности вызывает повышение возбудимости дыхательного центра, увеличение частоты рождения импульсов в центре вдоха, учащение дыхания и, как следствие, восстановление оптимального содержания кислорода и углекислого газа в альвеолярном воздухе и в крови. И, наоборот, избыток в крови кислорода и т. д. ведет к урежению дыхательных движений, уменьшению вентиляции легких.

## **СИСТЕМА ПИЩЕВАРЕНИЯ**

Для роста и развития организма необходим строительный материал, а для осуществления различных физиологических процессов — энергия. Источником строительного материала и энергии служит пища. В состав

пищи входят питательные вещества (белки, жиры, углеводы), минеральные соли, витамины и вода. Питательные вещества — это сложные органические соединения и в таком виде организмом не усваиваются. Они должны быть переведены в более простые растворимые соединения, что обеспечивается в процессе расщепления органами системы пищеварения.

Органами системы пищеварения у человека являются губы, язык, жевательные мышцы, челюсти, зубы, слюнные железы, глотка, пищевод, желудок с желудочными железами, тонкий и толстый кишечник с кишечными железами, печень, поджелудочная железа (рис. 121).

**Полость рта** является начальным отделом пищеварительного канала. Она ограничена губами, щеками, твердым и мягким нёбом, диафрагмой рта и через зев (отверстие) сообщается с глоткой. Полость рта покрыта слизистой оболочкой. В полости рта находятся язык, зубы, в нее открываются протоки слюнных желез.

**Язык** представляет собой мышечный орган, покрытый слизистой оболочкой. В нем различают кончик, тело и корень. Верхняя поверхность языка называется спинкой. Слизистая оболочка на спинке языка образует многочисленные сосочки: нитевидные, грибовидные, желобоватые и листовидные. В сосочках находятся вкусовые луковицы с рецепторами.

**Зубы** укреплены в ячейках альвеолярных отростков челюстей. У взрослого человека имеется 32 зуба: на верхней и нижней челюстях находятся по 4 резца, по 2 клыка, по 4 премоляра (малых коренных зуба) и по 6 моляров (больших коренных зубов). В каждом зубе различают коронку, шейку и корень.

Коронка зуба выступает в полость рта, корень находится в луночке, шейка покрыта десной. Внутри зуба имеется полость, переходящая в канал корня. Полость зуба заполнена зубной пульпой, в которой находятся нервы и кровеносные сосуды. Коронка зуба покрыта эмалью, под которой расположен дентин; шейка и корень состоят из дентина, покрытого цементом.

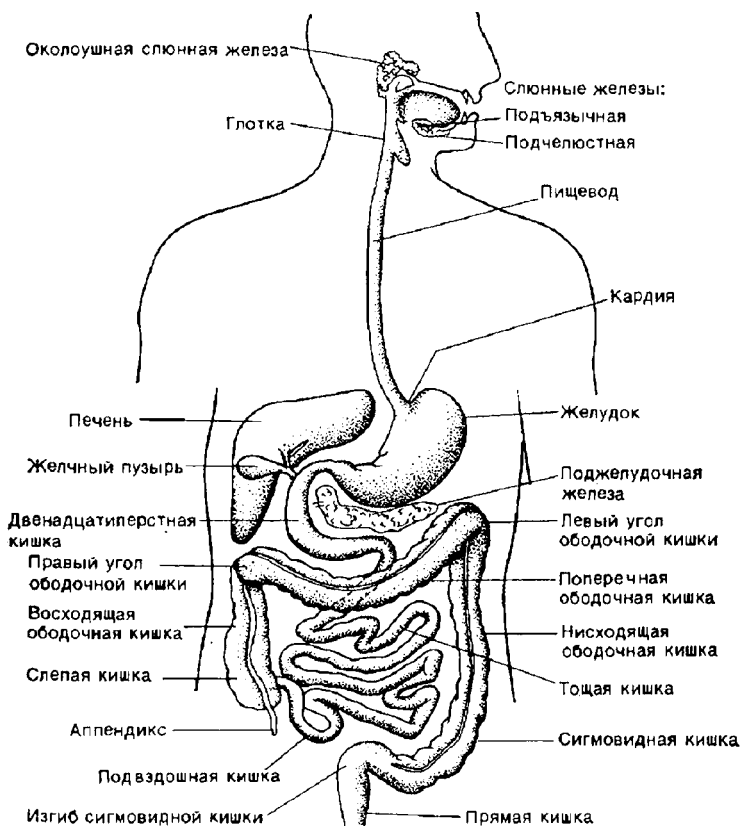


Рис. 121

*Органы системы пищеварения*

Между корнем зуба и стенкой ячейки находится небольшой слой соединительной ткани, называемый периодонтом, который укрепляет зуб в лунке.

Резцы и клыки предназначены для откусывания пищи, коренные зубы — для ее перетирания (см. рис. 122).

**Слюнные железы.** В полость рта открываются протоки многочисленных мелких слюнных желез — губных, щечных, нёбных, язычных, и трех пар крупных — околоушных, подчелюстных и подъязычных.

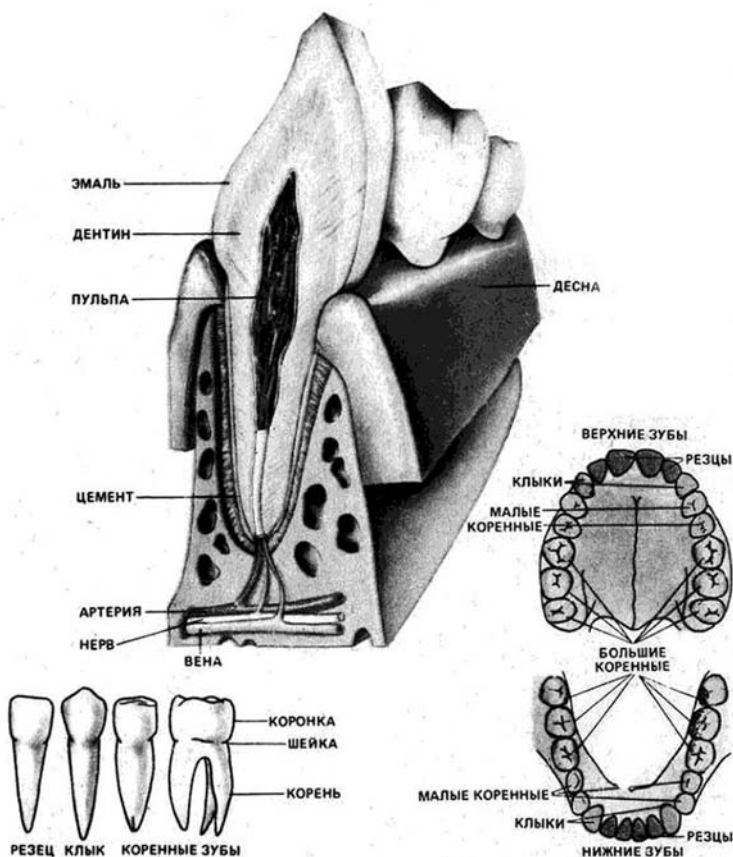


Рис. 122

*Типы зубов. Внешнее и внутреннее строение зубов*

Секрет слюнных желез называется слюной.

Околоушная слюнная железа находится книзу и клепеди от наружного слухового прохода, расположена на боковой поверхности лица. Ее проток идет к наружной поверхности жевательной мышцы и открывается на боковой стенке преддверия рта, на уровне второго верхнего

большого коренного зуба. Она имеет массу 20–30 г и покрыта соединительнотканной капсулой.

Подчелюстная железа находится под диафрагмой рта. Масса ее составляет 13–16 г. Она покрыта плотной соединительнотканной капсулой. Проток подчелюстной железы открывается на слюнном сосочке сбоку от уздечки языка в полость рта.

Подъязычная железа находится под языком на верхней поверхности диафрагмы рта, имеет массу около 5 г. Она покрыта слабо развитой соединительнотканной капсулой. Железа имеет главный проток, открывающийся вместе с протоком подчелюстной железы, и несколько мелких протоков, открывающихся на подъязычной складке.

**Глотка** имеет форму трубки, в которой различают носовую (носоглотку), ротовую и гортанную части. В нее открываются ротовая полость, хоаны, гортань, пищевод и две евстахиевы трубы. Вверху она прикрепляется к основанию черепа, внизу переходит в пищевод. Глотка покрыта слизистой оболочкой, под которой находятся мышцы, сжимающие и поднимающие глотку.

**Пищевод** представляет собой трубку (длиной около 25 см и диаметром от 2 до 4,5 см). Начальный отдел его находится в области шеи, большая часть — в грудной полости, небольшой участок (около 3 см длиной) — в брюшной полости. Внутренняя поверхность пищевода покрыта слизистой оболочкой, которая образует складки. Под слизистой верхней части пищевода находятся поперечно-полосатые мышцы, а в остальной — гладкие.

По выходе под диафрагмой в брюшную полость пищевод переходит в желудок.

**Желудок** располагается в брюшной полости под диафрагмой, в левом подреберье. Его емкость у взрослого человека составляет приблизительно 1,5–4 л. В желудке различают входную (кардиальную) часть, дно (фундальную), тело и выходную (пилорическую), а также два края, называемые большой и малой кривизной. В месте перехода пищевода в желудок находится кардиальный сфинктер, желудка в кишечник — пилорический сфинктер.

Внутренняя поверхность желудка покрыта слизистой оболочкой, которая образует складки и содержит многочисленные желудочные железы, под ней располагаются три слоя гладких мышц: круговые, продольные и косые. Снаружи желудок покрыт серозной оболочкой.

**Тонкий кишечник** располагается в брюшной полости, начинается от пилорической части желудка и имеет вид трубки. Он представлен двенадцатиперстной, тощей и подвздошной кишками. Длина тонкого кишечника у взрослого человека в среднем составляет 3,5 м. Внутренняя поверхность покрыта слизистой оболочкой с многочисленными круговыми складками и содержит кишечные железы и ворсинки, под ней располагаются в два слоя продольные и круговые гладкие мышцы. Снаружи кишка покрыта серозной оболочкой. В месте перехода тонкого кишечника в толстый находится илео-цекальный сфинктер.

**Двенадцатиперстная кишка** — это начальный отдел тонкого кишечника, в который впадают протоки поджелудочной железы и печени (общий желчный проток). Общий желчный проток и главный проток поджелудочной железы открываются общим отверстием. В слизистой кишки находится особенно много кишечных желез.

**Тощая и подвздошная кишки** идут соответственно за двенадцатиперстной кишкой, имеют подобное ей строение. Однако слизистая оболочка этих кишок имеет огромное количество ворсинок ( $9 \times 10^7$ ). Поверхность ворсинок покрыта каемчатым эпителием, в котором находятся кишечные эпителиоциты и клетки, выделяющие слизь. На верхней части эпителиоцитов имеются многочисленные микроворсинки (150–3000 на поверхности каждого эпителиоцита), образующие щеточную каемку. В каждой ворсинке имеются кровеносные и лимфатические сосуды, мышечные и нервные волокна. Ворсинки и микроворсинки увеличивают всасывательную поверхность кишечника во много раз.

**Толстый кишечник** располагается в брюшной и тазовой полостях, имеет вид трубки (длиной 1,5–2 м и диаметром



5–8 см). Он начинается от подвздошной кишки и состоит из слепой, ободочной и прямой кишок. Внутренняя поверхность толстого кишечника покрыта слизистой оболочкой, имеющей складки полулунной формы, содержащей много клеток, выделяющих слизь.

В ней нет ворсинок. Под слизистой располагаются в два слоя продольные и круговые гладкие мышцы. Продольные мышцы располагаются не по всей окружности кишки, а в виде трех узких лент. Снаружи кишка покрыта серозной оболочкой. Толстый кишечник заканчивается анальным отверстием.

**Слепая кишка** располагается в правой подвздошной ямке и является начальным отделом толстой кишки. От нижней части слепой кишки отходит червеобразный отросток (аппендикс) длиной в среднем 10 см, диаметром 1 см. За слепой кишкой следует **ободочная кишка**, у которой выделяют восходящую, поперечную, нисходящую и сигмовидную кишки.

Ободочная кишка переходит в **прямую кишку**, которая в полости малого таза образует ампулообразное расширение. Оно переходит книзу в анальный канал и заканчивается заднепроходным отверстием, вокруг которого имеются два сфинктера: внутренний гладкомышечный (непроизвольный) и наружный поперечнополосатомышечный (произвольный).

**Поджелудочная железа** расположена на задней брюшной стенке, на уровне I–II поясничных позвонков, позади желудка в S-образном изгибе двенадцатиперстной кишки. Она состоит из головки, тела и хвоста и представляет собой сложную альвеолярно-трубчатую железу, покрытую соединительнотканной капсулой.

Поджелудочная железа имеет длину 15–20 см и массу 60–100 г. От капсулы внутрь железы отходят перегородки, которые делят ее на дольки. Дольки железы состоят из ацинусов, имеющих вид пузырьков (экзокринная часть железы). Внутри железы проходит на всем ее протяжении проток, открывающийся в двенадцатиперстную кишку.

**Печень** расположена в брюшной полости под диафрагмой в правом подреберье и частично в левом. Она имеет мягкую консистенцию, красно-бурый цвет.

Передневерхняя поверхность печени выпуклая и прилегает к диафрагме, а нижняя вогнутая, на ней располагаются ворота печени. Через них в печень входят воротная вена, печеночная артерия и нервы, а выходят общий печеночный желчный проток и лимфатические сосуды. Задний ее край тупой, а передний — острый. Печень со всех сторон покрыта брюшиной, кроме задней поверхности, где она сращена с диафрагмой. Под брюшиной находится фиброзная оболочка.

Перегородки соединительной ткани делят печень на множество долек, которые состоят из печеночных клеток (гепатоцитов). В прослойках между дольками расположены междольковые ветви воротной вены, печеночной артерии, желчные протоки, лимфатические сосуды и нервы. Кровеносные капилляры в центре дольки впадают в центральную вену. Центральные вены сливаются друг с другом и образуют 2–3 печеночные вены, впадающие в нижнюю полую вену.

Гепатоциты одной своей стороной прилежат к кровеносному капилляру, а другой — к желчному капилляру, что позволяет продуктам обмена веществ поступать из клеток печени в кровеносные и желчные капилляры. Начинаются желчные капилляры слепо вблизи центральной вены и направляются к периферии дольки, где впадают в междольковые желчные протоки, которые сливаются и у ворот печени образуют общий печеночный проток, несущий желчь.

К вогнутой поверхности правой доли печени прилегает желчный пузырь, который через пузырный проток соединяется с общим печеночным протоком, образуя общий желчный проток. Он вместе с протоком поджелудочной железы открывается в полость двенадцатиперстной кишки. В месте впадения общего желчного протока в кишку имеется гладкомышечный сфинктер, регулирующий поступление желчи в кишечник.

**Физико-химическое превращение веществ.** Пищеварение — это совокупность процессов механической и химической переработки пищи до состояния, в котором вещества пищи могут всосаться в кровь и лимфу.

Физическая переработка пищи — это измельчение, перемешивание, перетирание пищи до состояния кашицы с помощью зубов и мышц пищеварительного аппарата, смачивание измельченной пищи слюной и формирование пищевого кома.

Химическая переработка пищи происходит с помощью ферментов пищеварительных соков желез пищеварительного аппарата, ферментов микроорганизмов и ферментов пищи.

*Ферменты* — это вещества белковой природы, являющиеся биологическими катализаторами. Они специфичны, т. е. действуют только на вещество определенного химического строения. Различают три группы ферментов: 1) протеолитические — расщепляют белки; 2) амилалитические — расщепляют углеводы; 3) липолитические — расщепляют жиры.

Пищеварение в различных отделах пищеварительного аппарата имеет свои особенности. Поэтому принято различать ротовое, желудочное и кишечное (в тонком и толстом кишечнике) пищеварение.

## **ПРИЕМ ПИЩИ**

Пищеварению предшествует акт приема пищи.

Исполнительными органами системы, обеспечивающей прием пищи, являются губы, язык, жевательные мышцы, челюсти, зубы, слюнные железы, глотка, пищевод. Это система, в которой принимают участие, кроме органов пищеварения, органы движения. Она обеспечивает прием пищи, удовлетворение потребностей организма в питательных, минеральных веществах, витаминах и воде.

Прием пищи связан с захватом ее губами и зубами, пережевыванием, увлажнением слюной, проглатыванием

и продвижением по пищеводу. Принятая порция направляется на поверхность зубов и пережевывается. Жевание завершается формированием пищевого кома, который проглатывается, поступает через глотку в пищевод и по нему в желудок.

## ПИЩЕВАРЕНИЕ В ПОЛОСТИ РТА

Ротовое пищеварение обеспечивается жеванием и секреторной деятельностью слюнных желез. Завершается оно проглатыванием пищевого кома.

**Жевание** осуществляется у человека движениями нижней челюсти и происходит то на одной, то на другой стороне. При этом ротовая щель закрыта. Пища раздавливается между поверхностями коренных зубов. Число жевательных движений зависит от физических свойств принятой пищи. При еде необходимо хорошо пережевывать пищу. Человек при пережевывании пищи производит 22–60 жевательных движений. Язык перемешивает пищу во время пережевывания.

**Секреторная функция слюнных желез.** В полость рта у человека открываются протоки трех пар слюнных желез: околоушных, подъязычных и подчелюстных, имеется масса мелких слюнных желез, которые разбросаны по всей ротовой полости. Секрет слюнных желез называется слюной.

*Слюна* — жидкий секрет, который смачивает пищу и участвует в ее химическом превращении за счет гликолитических ферментов амилазы и глюкозидазы (мальтазы). Слюна содержит воду (99%), неорганические и органические вещества (муцин, ферменты амилазу и глюкозидазу). В ротовой полости химическому превращению подвергаются углеводы — крахмал, мальтоза. Переваривается небольшое количество углеводов, так как пища находится во рту непродолжительное время. Под действием ферментов из крахмала, мальтозы образуется небольшое количество глюкозы, которая всасывается уже в ротовой полости. Чем дольше пережевывается пища, тем больше образуется

глюкозы и больше ее всасывается. Слюнные железы возбуждаются и выделяют слюну уже в первую минуту после начала приема пищи и осуществляют это в течение всего периода, пока пища находится во рту.

В течение суток у человека выделяется до 1,5 л слюны.

**Глотание.** Ротовое пищеварение завершается измельчением пищи, формированием пищевого кома, его ослюнением и проглатыванием. При этом пищевой ком поступает через глотку и по пищеводу в желудок. Глотание — акт (процесс), обеспечивающий перемещение пищевого кома из ротовой полости в желудок. Глотание протекает в две последовательные фазы: произвольную и непроизвольную. В произвольной фазе пищевой ком движением щек, языка перемещается на спинку языка, сокращением передней части языка прижимается к твердому нёбу, затем движениями языка и щек перемещается по спинке языка к его корню. С момента поступления пищевого кома на корень языка начинается непроизвольная фаза, сокращаются мышцы, приподнимающие мягкое нёбо. Оно закрывает отверстия в носовую полость. Гортань смещается вперед, надгортанник (надгортанный хрящ) прикрывает путь в гортань. Пищевой ком за счет смыкания челюстей и усиленного надавливания корня языка на заднюю часть нёба быстро продвигается через глотку. Перистальтическими (волнообразными) сокращениями стенки пищевода пищевой ком продвигается по пищеводу в желудок.

## **ПИЩЕВАРЕНИЕ В ЖЕЛУДКЕ**

Пищеварение в желудке связано с секреторной деятельностью желудочных желез, с двигательной активностью мышц желудка и деятельностью его кардиального и пилорического сфинктеров.

**Секреторная деятельность желудочных желез.** В слизистой стенке желудка имеется большое количество желез, состоящих из 3 видов клеток: главных, обкладочных и добавочных. Желудочные железы вырабатывают кислый желудочный сок ( $\text{pH} = 1,0\text{--}4,0$ ). В желудочном соке

содержится вода, свободная и связанная соляная кислота (продуцируют обкладочные клетки), неорганические и органические вещества — ферменты (продуцируют главные клетки), белки, аминокислоты и другие вещества, слизь (продуцируют добавочные клетки). Основные ферменты желудочного сока — *пепсин*, *химозин* (*пепсин А*), *желудочная липаза*. Пепсины действуют на белки и расщепляют их до *пептидов*, *альбумоз* и *пептонов*, *аминокислот* (последних образуется мало). Действие пепсинов осуществляется только в кислой среде (они вырабатываются в неактивной форме пепсиногенов и активируются соляной кислотой до пепсинов). Соляная кислота еще вызывает набухание и денатурацию белков, поэтому они легче подвергаются действию ферментов. Пепсин А превращает белок молока казеиноген в казеин, т. е. створаживает молоко, что особенно важно для детей. Желудочная липаза расщепляет жиры молока (эмульгированные жиры) до глицерина и жирных кислот.

Пища, попадая в желудок, пропитывается желудочным соком постепенно. Поэтому расщепление белков начинается с поверхности пищевого кома, а в глубине его продолжается расщепление крахмала и мальтозы ферментами слюны. Когда весь пищевой ком пропитается кислым желудочным соком, действие ферментов слюны прекращается.

**Моторная деятельность желудка** обеспечивает накопление в желудке принятой пищи, перемешивание ее с желудочным соком, передвижение содержимого по желудку и его порционное выделение в двенадцатиперстную кишку. Эти процессы обеспечиваются благодаря особым свойствам гладких мышц желудка. В желудке осуществляются следующие виды сокращений: *тонические* и *перистальтические*. Поступление пищевых масс в желудок сопровождается его растяжением и слабыми перистальтическими сокращениями. Через некоторое время перистальтика желудка усиливается — начинается у кардиального сфинктера и заканчивается у пилорического, обеспечивая перемешивание содержимого. Одновременно происходят тонические

сокращения, обеспечивающие пропитывание содержимого желудочным соком. Сокращения обеспечивают порционное выделение содержимого из желудка в кишечник.

Желудочное пищеварение, возбуждение желудочных желез и выделение желудочного сока начинается через 10 минут после начала приема пищи. Максимум возбуждения и выделения сока происходит к концу первого часа, высокий уровень секреции удерживается 4–8 часов. Пища задерживается в желудке 4–8 (10) часов, но уже с первых минут пищеварения пищевая масса (в первую очередь, жидкости) из желудка начинает поступать в кишечник. В первые 3–4 часа в кишечник из желудка переходит 60% содержимого.

## ПИЩЕВАРЕНИЕ В КИШЕЧНИКЕ

Кишечное пищеварение связано с секреторной деятельностью поджелудочной железы, кишечных желез и печени, с двигательной деятельностью кишечника, деятельностью илеоцекального и анальных сфинктеров. Различают пищеварение в тонком и толстом отделах кишечника.

В **тонком кишечнике** происходит наиболее интенсивное переваривание пищевых масс, поступающих в него из желудка. Расщепление белков, жиров и углеводов происходит под действием трех пищеварительных соков: поджелудочного сока, желчи и кишечного сока. Выводные протоки печени (желчные протоки) и поджелудочной железы впадают в двенадцатиперстную кишку.

**Секреторная деятельность поджелудочной железы** проявляется в образовании и выделении поджелудочного сока — бесцветной жидкости щелочной среды. В поджелудочном соке содержится много ферментов, расщепляющих белки, жиры и углеводы. Все ферменты поджелудочного сока действуют только в щелочной среде.

**Протеолитические ферменты:** трипсин, химотрипсин, панкреатопептидаза Е, пептидазы, нуклеазы и др. Основной фермент сока — трипсин — расщепляет белки до пептидов и аминокислот. *Аминокислоты* — это конечный

продукт расщепления белков. Трипсин вырабатывается в неактивной форме трипсиногена и активируется ферментом кишечного сока энтеропептидазой.

**Липолитические ферменты:** поджелудочная липаза и фосфолипаза А. Поджелудочная липаза расщепляет жиры, которые поступают в кишечник, эмульгируются желчью, до *глицерина и жирных кислот*. Активность липазы усиливается под влиянием желчи.

**Амилолитические ферменты:** амилаза, глюкозидаза (мальтаза), фруктофуридаза (сахараза), галактозидаза (лактаза) и др. Главные из них — амилаза, глюкозидаза — расщепляют крахмал, мальтозу до моносахарида *глюкозы*.

**Секреторная деятельность печени** проявляется в образовании и выделении желчи. Желчь постоянно образуется в печеночных клетках и порциями поступает в двенадцатиперстную кишку во время приема пищи. Избыток желчи собирается в желчном пузыре. Желчь представляет собой жидкость желто-бурого цвета, который зависит от наличия в ней пигментов билирубина и биливердина. Желчь имеет щелочную реакцию. Она содержит желчные кислоты, желчные пигменты и другие вещества.

Желчь обеспечивает, прежде всего, эмульгирование (т. е. омыление) жира. Оно приводит к распаду жира на огромное количество мельчайших жировых шариков, которые находятся в жидкости во взвешенном состоянии, т. е. образуется эмульсия. В таком виде жиры легче перевариваются, на них действуют липолитические ферменты пищеварительных соков (поджелудочного и кишечного). Желчь активно влияет на процессы всасывания в тонком кишечнике, усиливает перистальтику кишечника.

**Секреторная деятельность кишечника** обеспечивается кишечными железами. Кишечных желез много в тонком кишечнике (особенно в двенадцатиперстной кишке) и мало в толстом кишечнике (здесь больше бокаловидных клеток, образующих слизь). Кишечные железы выделяют секрет, называемый кишечным соком. В небольших количествах он выделяется непрерывно. Кишечный сок имеет щелочную среду, содержит целый ряд ферментов,



расщепляющих белки (энтеропептидаза, щелочная фосфатаза, нуклеазы, пептидазы и др.), жиры (липаза) и углеводы (амилаза, глюкозидаза, фруктофуридаза, галактозидаза). В целом, в тонком кишечнике происходит превращение белков, жиров и углеводов до конечных продуктов и их всасывание.

Поджелудочная и кишечные железы возбуждаются и выделяют пищеварительные соки через 15–30 минут после начала приема пищи. Максимум возбуждения и выделения соков происходит к концу 2–3-го часа. Высокий уровень секреции удерживается в течение 6–18 часов.

Образование желчи в печени происходит постоянно, а выделение ее в кишечник — только во время пищеварения.

**Моторная деятельность тонкого кишечника.** В тонком кишечнике пищевые массы подвергаются не только химической, но и механической обработке. Благодаря движениям кишечника пищевые массы перемешиваются с пищеварительными соками и разминаются, перемещаются в направлении толстого кишечника. Различают следующие виды сокращения кишечника: *тонические, перистальтические, ритмические, маятникообразные и антиперистальтические*. В тонком кишечнике сокращения более мощные и быстрые, чем в толстом кишечнике.

**Пищеварение в толстом кишечнике.** Содержимое тонкого кишечника (химус) постепенно поступает в толстый кишечник. Здесь осуществляется дальнейшее превращение компонентов химуса. Но уровень пищеварения здесь очень незначителен. В толстом кишечнике превращение не расщепленных в тонком кишечнике белков, жиров и углеводов химуса происходит за счет ферментов, поступивших сюда с химусом. Особенностью пищеварения в толстом кишечнике является превращение питательных веществ за счет ферментов присутствующих здесь многочисленных бактерий. Они способны расщеплять белки, жиры и углеводы. Ферменты микроорганизмов расщепляют клетчатку растительной пищи до глюкозы, часть которой сбрасывается до летучих жирных кислот.

В толстом кишечнике происходит основное всасывание воды, всасывание оставшихся в химусе аминокислот, глицерина, жирных кислот и глюкозы. Не переварившиеся пищевые массы формируются в толстом кишечнике в каловые массы.

### **ВСАСЫВАНИЕ ПРОДУКТОВ ПРЕВРАЩЕНИЯ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ, МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ, ВИТАМИНОВ И ВОДЫ**

Образовавшиеся в процессе расщепления, растворения и освобождения в ротовой полости, желудке и кишечнике глюкоза, глицерин, жирные кислоты, аминокислоты, вода, минеральные вещества и витамины всасываются в кровь и лимфу.

**Всасывание** — это транспорт конечных продуктов гидролиза, минеральных веществ, витаминов и воды через структуры слизистой оболочки в кровь и лимфу. Всасывание осуществляется пассивно и активно.

*Активный транспорт* — это транспорт веществ специальными переносчиками, которые, связав вещество, переносят его против градиента концентрации (так всасываются в основном глюкоза, глицерин, аминокислоты и жирные кислоты). *Пассивный транспорт* — это переход веществ через клетки и межклеточные пространства путем фильтрации, диффузии и осмоса, т. е. по градиенту концентрации.

В ротовой полости всасывание незначительное и присуще лишь глюкозе.

В желудке в незначительных количествах всасываются аминокислоты, глюкоза, вода, некоторые минеральные вещества.

Большая часть всасывания продуктов превращения питательных веществ и освободившихся минеральных веществ и витаминов происходит в тонком кишечнике. В процессе всасывания основную роль играет слизистая кишечника. Она имеет большое количество специальных образований — ворсинок и микроворсинок, которые увеличивают всасывательную поверхность кишечника в 40–50 раз.

В каждую ворсинку входит кровеносный и лимфатический сосуды (рис. 123). Аминокислоты и глюкоза, растворенные в воде, всасываются в кровь ворсинок и переносятся в общий кровоток. Глицерин и жирные кислоты в основной массе всасываются в лимфу и вместе с ней попадают в кровь. Здесь всасываются витамины, минеральные вещества.

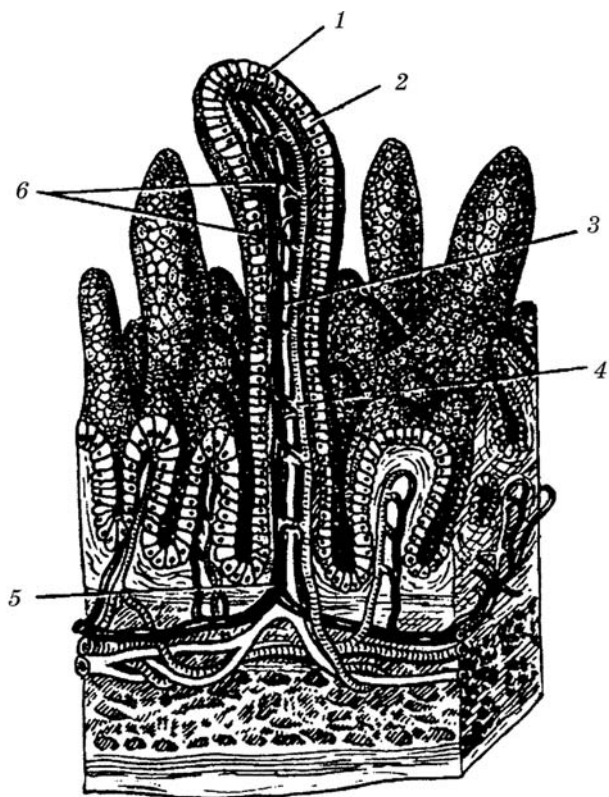


Рис. 123

*Схема строения ворсинок тонкой кишки*

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

В толстом кишечнике всасываются вода, некоторые минеральные вещества и витамины, не всосавшиеся в тонком кишечнике, и образовавшиеся здесь аминокислоты, глицерин, жирные кислоты, моносахариды, летучие жирные кислоты.

Всасывание воды происходит частично в тонкой кишке, но преимущественно — в толстой. Здесь за сутки всасывается до 4 л воды и от пищевой кашицы остается только 130–150 г сформировавшегося кала.

Следует иметь в виду, что через слизистую оболочку толстой кишки могут всасываться и другие вещества (глюкоза, некоторые лекарства). На этом основано применение питательных и лекарственных клизм.

В состав кала входят непереваренные остатки пищи, слизь, отмершие клетки эпителия и большое количество бактерий толстой кишки. Последние составляют около 1/3 общего веса кала. Цвет кала зависит от распавшихся пигментов желчи, количество кала — от объема и состава принимаемой пищи. Каловые массы скапливаются в прямой кишке. Передвижение пищевых остатков в толстой кишке осуществляется в результате сокращения ее стенок.

## **РЕГУЛЯЦИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ**

В регуляции пищеварения следует различать следующее: 1) регуляцию приема пищи; 2) регуляцию объема и состава пищеварительных соков; 3) регуляцию двигательной активности желудка и кишечника; 4) регуляцию всасывания веществ.

**Регуляция приема пищи** осуществляется с рецепторов ротовой полости, информация с которых поступает в центр жевания (продолговатый мозг), сформированная в нервном центре программа действия поступает к жевательным мышцам и вызывает жевание. Формируется пищевой ком, который затем проглатывается. Торможение центра голода и возбуждение центра насыщения, прекращение приема пищи вызывает и поддерживает информация с рецепторов желудка — о растяжении его пищей, с рецепторов

кровеносных сосудов — о высоком содержании в крови глюкозы, аминокислот и т. д. В результате изменяется пищевое поведение человека или животного, прекращается прием пищи.

Регуляция объема и состава пищеварительных соков, двигательной деятельности желудка и кишечника и всасывания веществ осуществляется в 3 фазы.

1-я фаза называется *сложнорефлекторной*. В сложно-рефлекторную фазу возбуждение пищеварительных желез, соответствующая моторика желудка и кишечника и всасывание веществ осуществляются по типу условного рефлекса с рецепторов зрения, слуха, обоняния и безусловного рефлекса с рецепторов ротовой полости, раздражаемых самой пищей.

2-я фаза называется *желудочной нервно-гормональной*. В желудочную нервно-гормональную фазу регуляции возбуждение пищеварительных желез, двигательная деятельность желудка и кишечника, всасывание веществ начинаются при раздражении рецепторов желудка с момента поступления в него пищи, а также с участием тканевых гормонов желудка.

3-я фаза называется *кишечной нервно-гормональной*. В кишечную нервно-гормональную фазу возбуждение пищеварительных желез, двигательная деятельность желудка и кишечника и всасывание веществ начинаются с момента поступления содержимого желудка в кишечник, а также с участием тканевых гормонов кишечника, поджелудочной железы, печени.

## **ДЕФЕКАЦИЯ, ИЛИ ВЫВЕДЕНИЕ КАЛОВЫХ МАСС**

В результате пищеварения в кишечнике накапливаются непереваренные вещества, соли и пр. Они скапливаются в прямой кишке и называются каловыми массами (калом). Удержание каловых масс в прямой кишке и их выведение определяют сфинктеры прямой кишки (внутренний и наружный), которые постоянно находятся в тонусе (закрытыми). Опорожнение прямой кишки от скопившихся

каловых масс называется дефекацией. У взрослого человека дефекация происходит 1–2 раза в сутки, у детей грудного и младшего возраста — чаще.

**Дефекация** — это сложный физиологический процесс, который выражается в согласованной деятельности сфинктеров прямой кишки, самой прямой кишки и мышц брюшного пресса. Скопившиеся каловые массы раздражают рецепторы прямой кишки, информация от них поступает в нервный центр дефекации (нейроны пояснично-крестцовой части спинного мозга и других отделов ЦНС), где формируется программа действия. Она поступает:

1) к скелетным мышцам и обеспечивает специальную позу человека;

2) к мышцам прямой кишки и ее обоим сфинктерам, что обеспечивает ее перистальтические сокращения и одновременное расслабление сфинктеров;

3) к мышцам брюшного пресса и обеспечивает их сокращение. В результате происходит выведение каловых масс наружу.

## **ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ**

Под **обменом веществ и энергии** понимают совокупность химических и физических изменений поступающих в организм веществ и превращение энергии, которые непрерывно происходят в организме и его структурах. Обмен веществ и энергии — это основная функция организма. Осуществление других функций организма связано с изменением обмена веществ и энергии.

Сущность обмена веществ и энергии заключается в следующем:

- в поступлении в организм различных веществ;
- в усвоении и превращении поступивших веществ;
- в выделении конечных продуктов превращения веществ.

В процессе обмена веществ происходит превращение энергии. Потенциальная энергия сложных органических соединений при их расщеплении освобождается и

превращается в механическую, электрическую и тепловую. Она используется на поддержание температуры тела, совершение внешней работы, процессы, связанные с ростом и развитием организма, у человека на совершение умственной деятельности и т. д.

## ОБМЕН ВЕЩЕСТВ

**Обмен веществ** представляет собой единство двух процессов: ассимиляции (анаболизма, пластический обмена) и диссимиляции (катаболизма, энергетического обмена).

**Ассимиляция** — совокупность процессов, обеспечивающих образование (синтез) в организме свойственных ему веществ (белков, жиров, углеводов) из других веществ, поступивших в организм из внешней среды, при этом используется энергия.

**Диссимиляция** — совокупность процессов ферментативного расщепления сложных веществ, при которых выделяется энергия.

Оба процесса взаимосвязаны, и один процесс возможен только при наличии другого. Интенсивность одного процесса зависит от интенсивности другого.

В обмене веществ выделяют три фазы:

- первая фаза — пищеварение: процессы поступления, расщепления питательных веществ, освобождение минеральных веществ, витаминов, воды и их всасывание;
- вторая фаза — процессы превращения всосавшихся продуктов расщепления питательных веществ, освободившихся минеральных веществ, витаминов в организме (в клетках, тканях и органах);
- третья фаза — процессы выведения конечных продуктов обмена веществ из организма.

Обмен различных веществ в организме тесно взаимосвязан, но для удобства понимания различают обмен белков, жиров, углеводов, водно-солевой обмен (минеральных веществ и воды), обмен витаминов. Каждый из них имеет свои особенности.

Белки имеют особое биологическое значение, так как являясь носителями жизни. Они представляют собой материал, из которого строятся все клетки, ткани и органы, входят в состав ферментов, гормонов и т. д. Суточная потребность взрослого человека составляет 100–118 г. Белковый оптимум — 80–100 г в сутки.

Все процессы в организме связаны с синтезом белка. Главную роль в синтезе белка играют нуклеиновые кислоты ДНК и РНК. ДНК находятся в ядрах клеток (в хромосомах), а РНК — в протоплазме клеток и ее структурах (рибосомах). ДНК являются носителями информации о структуре белка, т. е. образцом (матрицей), с которого снимается копия. РНК передают информацию с ДНК на рибосомы, где и происходит образование новых белковых молекул.

Белки и нуклеиновые кислоты выполняют важнейшую функцию в организме. Обмен белков, как и всякий обмен, протекает в 3 фазы:

- 1) расщепление белков в желудочно-кишечном тракте и всасывание продуктов расщепления;
- 2) превращение всосавшихся продуктов в организме и образование специфических для данного организма белков, гормонов, ферментов и т. д.;
- 3) выделение из организма конечных продуктов обмена белков.

Превращение белков начинается в желудке под действием ферментов. Они расщепляются до полипептидов, пептидов и частично аминокислот. Дальнейшее расщепление белков, полипептидов и пептидов происходит в кишечнике под действием ферментов до аминокислот, которые затем всасываются в кровь. Аминокислоты с кровью доставляются в клетки тканей и органов. Прежде всего они поступают в печень.

В печени и других органах и тканях аминокислоты используются для синтеза белка, свойственного данному организму. В печени синтезируются белки плазмы крови (альбумины, частично глобулины, фибриноген и



протромбин), белки печеночной ткани, которые используются на ее восстановление. В тканях органов синтезируются белки (в каждой ткани свой белок), используемые на восстановление собственных белков. Считают, что половина всего азота организма обменивается на новый в течение 5 суток.

Одновременно в организме (тканях) происходит распад собственных белков. При этом образуются аминокислоты, которые поступают в кровь. Образовавшиеся аминокислоты, наряду с аминокислотами, поступающими из пищеварительного тракта, включаются в новые обменные реакции и используются для синтеза белков тканей организма.

Аминокислоты в организме не откладываются, поэтому нормальное протекание белкового обмена характеризуется азотистым равновесием, т. е. количество азота, поступившего с едой, соответствует количеству азота, выделенному из организма. Излишки аминокислот, поступающих с пищей, в печени могут превращаться в жиры и углеводы.

Все аминокислоты подразделяются на заменимые и незаменимые. Незаменимые аминокислоты не могут быть синтезированы в организме из поступившего с едой белка, заменимые могут быть синтезированы. Для синтеза белка в организме необходим определенный набор заменимых и незаменимых аминокислот.

Известно 10 незаменимых для человека аминокислот: *лизин, триптофан, гистидин, фенилаланин, лейцин, изолейцин, метионин, валин, треонин, аргинин*. В зависимости от содержания аминокислот поступающие в организм белки делят на полноценные (содержат все незаменимые аминокислоты) и неполноценные.

Конечными продуктами превращения белков в организме являются аммиак, который в печени превращается в мочевины, мочевина, креатинин (образуется из нуклеиновых кислот), мочевая кислота, углекислый газ и вода.

Азотистые соединения выводятся через почки с мочой, через кожу с потом, углекислый газ — через легкие и кожу; вода — через почки, кожу и легкие.

Жиры играют в организме роль запасного, энергетического материала, а также являются пластическим материалом. Взрослому человеку в сутки необходимо принимать до 80–100 г жиров.

Обмен жиров — это совокупность процессов превращения жиров в организме. Он протекает в три фазы:

- расщепление и всасывание жиров в желудочно-кишечном тракте;
- превращение всосавшихся продуктов расщепления жиров в тканях и образование специфических для данного организма жиров, использование всосавшихся продуктов как источников энергии;
- выделение продуктов обмена жиров из организма.

Превращение жиров начинается в пищеварительном тракте под действием ферментов, где они подвергаются гидролизу до жирных кислот и глицерина, моноглицеридов. Продукты расщепления всасываются в стенку кишечника, и здесь из них образуются специфические триглицериды. Затем в эпителиоцитах из триглицеридов и белков образуются *хиломикроны* — мельчайшие жировые частицы, которые поступают в лимфу. Часть свободных жирных кислот и глицерин, растворимые в воде, транспортируются и в кровь. С лимфой хиломикроны поступают в венозную кровь и транспортируются к тканям и органам. Первые органы, через которые проходят хиломикроны и всосавшиеся глицерин и жирные кислоты, сердце и легкие, а затем они поступают в общий кровоток. В легких происходит задержка части хиломикровнов специальными клетками — гистиоцитами. При этом жир окисляется и освобождается энергия, которая используется для согревания поступающего в легкие воздуха.

Наиболее важную роль в превращении жиров крови играют печень, жировая ткань, молочные железы, желудочно-кишечный тракт.

В печени хиломикроны подвергаются гидролизу с образованием жирных кислот. Они окисляются или используются для синтеза новых триглицеридов и фосфолипидов. В таком виде жир поступает из печени в кровь и далее в

жировые депо (жировую ткань). В жировой ткани происходит синтез и депонирование триглицеридов и жирных кислот. Перед использованием жира тканями и органами он обязательно проходит стадию депонирования в жировых депо.

Жиры включаются в мембраны клеток, в нервную ткань, наружные покровные ткани, витамины, ферменты, биологически активные вещества и др.

Из жировых депо жир с кровью поступает в печень и расщепляется здесь до глицерина и жирных кислот, которые используются как энергетический материал. Жиры — это источник энергии в организме.

Глицерин окисляется до углекислого газа и воды с образованием АТФ.

Окисление жирных кислот сопровождается образованием АТФ, высвобождением энергии. Конечным продуктом окисления жирных кислот являются углекислый газ и вода.

В организме (в печени, жировой ткани, молочной железе) осуществляется и синтез жира, жирных кислот, глицерина. Это происходит при избыточном поступлении в организм белков и углеводов. Глицерин синтезируется из глюкозы, жирные кислоты — из ацетоуксусной кислоты.

В крови человека концентрация общих липидов поддерживается на уровне 4,0–8,0 г/л, общих фосфолипидов — 1,53–3,63 г/л.

Конечные продукты превращения жиров выводятся из организма через почки с мочой, через кожу с потом, через легкие с выдыхаемым воздухом.

## *ОБМЕН УГЛЕВОДОВ*

Углеводы в организме служат основным источником энергии. Обмен углеводов — это совокупность процессов превращения углеводов в организме. Он осуществляется в три фазы:

- гидролитическое расщепление углеводов в пищеварительном аппарате и всасывание продуктов гидролиза в кровь;

- превращение всосавшихся веществ в организме, сопровождающееся включением углеводов в структуры организма и освобождением энергии;
- образование и выделение конечных продуктов обмена углеводов в организме.

Превращение углеводов под действием ферментов частично происходит в ротовой полости, далее в желудке и в основном в кишечнике. Углеводы всасываются в основном в виде глюкозы в тонком кишечнике и поступают в кровь.

С кровью (через воротную вену) глюкоза поступает в печень, где частично задерживается, частично проходит с кровью дальше и достигает тканей всех органов.

Всосавшаяся глюкоза в основном используется в клетках как энергетический материал, так как возможности отложения ее в организме весьма ограничены. В печени, в мышцах и других органах глюкоза депонируется (откладывается) в виде гликогена (до 4,0% к массе печени, 1,5% к массе мышц). Часть глюкозы в печени превращается в жир и откладывается в жировых депо.

Во всех тканях, пройдя стадию депонирования, глюкоза используется как источник энергии, т. е. окисляется. Окисление глюкозы происходит как в аэробных, так и анаэробных условиях. Вначале глюкоза активируется (фосфорилируется) и превращается в пировиноградную кислоту. В аэробных условиях пировиноградная кислота окисляется в цикле Кребса до углекислого газа и воды с образованием АТФ. При полном окислении молекулы глюкозы образуется 38 молекул АТФ. В анаэробных условиях (в мышцах при усиленной работе) пировиноградная кислота превращается в молочную кислоту с образованием энергии. Затем в печени из молочной кислоты синтезируется гликоген. Если же на этапе молочной кислоты возникают аэробные условия, то она превращается в пировиноградную кислоту, которая уже расщепляется в цикле Кребса.

Глюкоза используется для синтеза лактозы (молочного сахара), липидов, глицерина, аминокислот, жирных кислот.

В крови человека концентрация глюкозы находится в норме на уровне 0,6–1,2 г/л. Суточная потребность в углеводах для человека составляет 450–500 г.

#### *ОБМЕН МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ*

Минеральные вещества связывают в единое целое превращение и использование питательных веществ в организме, так как они необходимы для построения клеток, белков, ферментов, гормонов и участвуют в физиологических процессах — нервном возбуждении, мышечном сокращении, свертываемости крови и т. д.

В организме обнаружено более 80 элементов, из них 15 жизненно необходимы. Их подразделяют на макро- и микроэлементы: кальций, фосфор, калий, натрий, хлор, сера, магний — макроэлементы, железо, медь, цинк, йод, марганец, кобальт, молибден, селен и др. — микроэлементы.

#### **Роль макроэлементов**

**Кальций** включается в опорные ткани организма — костную и мышечную, содержится постоянно в крови. Он способствует сокращению мышц, принимает участие в свертывании крови, стимулирует рождение импульсов в сердечной и гладких мышцах, участвует в определении проницаемости клеточных мембран. Кальций входит в состав молока.

**Фосфор** в больших количествах включается в костную ткань в виде солей кальция, его концентрация поддерживается в крови на постоянном уровне. Он входит в состав АТФ, поэтому принимает участие во всех процессах в организме.

**Магний** постоянно содержится в крови. Он является одним из основных элементов клетки и образует в ней комплексы с белками, стимулирует процессы окислительного фосфорилирования в митохондриях. Магний необходим для жизнедеятельности микроорганизмов в пищеварительном тракте.

**Калий** — внутриклеточный элемент, принимает участие в возникновении и распространении возбуждения по мембране клетки, в транспорте веществ через мембрану клетки.

**Натрий** — внеклеточный элемент, вместе с калием участвует в возникновении и распространении возбуждения по мембране клетки, повышает возбудимость нервной и мышечной ткани. Он обеспечивает осмотическое давление крови, служит щелочным резервом.

**Хлор**, совместно с натрием, обеспечивает осмотическое давление крови (жидкостей организма), необходим для поддержания возбудимости возбудимых тканей. Он используется для образования соляной кислоты желудочными железами.

**Сера** входит в состав незаменимых аминокислот (метионин и др.), гормонов (инсулин, пролактин, окситоцин и др.), витаминов, и поэтому ее физиологическая роль определяется их значением.

## **Роль микроэлементов**

**Железо** включается в лабильные комплексы с белками и углеводами и участвует в процессах организма: осуществляет окислительные процессы в эритроцитах и мышцах, включается в ферменты тканевого дыхания. В составе гемоглобина эритроцитов оно участвует в транспорте кислорода и углекислого газа.

**Медь** находится во всех тканях организма и в составе белка церулоплазмينا. Она обладает большой биологической активностью. Медь регулирует кроветворение, ускоряет включение железа в гемоглобин эритроцитов.

Она оказывает стимулирующее влияние на защитные силы организма, влияет на его воспроизводительную функцию.

**Кобальт** содержится во всех тканях организма, много — в эритроцитах. Он включается в состав витамина цианкобаламина, который необходим для кроветворения. Кобальт стимулирует рост организма.

**Цинк** в больших количествах содержится в крови и в тканях организма. Он образует непрочное соединение с гормоном инсулином и другими гормонами и осуществляет через них стимулирование роста, воспроизводительную функцию организма. Цинк необходим для кроветворения и образования костей скелета.

**Марганец** содержится в значительных количествах в костях скелета, в печени и других органах, тканях и крови. Он стимулирует через фермент щелочную фосфатазу отложение жира, образование белка, усиливает кроветворение и повышает защитные силы организма.

**Молибден** участвует в обмене пуринов (пурины образуются при обмене ДНК и РНК), оказывая выраженное влияние на рост организма.

**Йод** задерживается в организме в больших количествах щитовидной железой. Она использует его для синтеза своих гормонов: трийодтиронина и тироксина. Свое влияние на организм йод оказывает через эти гормоны. Он стимулирует обмен белков, жиров и углеводов, повышает сопротивляемость организма к вредным воздействиям окружающей среды, ускоряет синтез ферментов.

**Селен** обладает большой биологической активностью, включается в обменные процессы, обеспечивает нормальное функционирование кожи и мышц. Он стимулирует рост и развитие организма, повышает его реактивность и резистентность.

В крови человека и животных поддерживаются оптимальное для обмена веществ количество минеральных веществ — 9,0 г/л. Изменения концентрации их могут быть связаны с приемом пищи.

При недостатке внутренних резервов минеральных веществ (запасы в костной ткани, печени, мышцах, селезенке, коже) человек должен принимать минеральные вещества с пищей.

При повышении концентрации минеральных веществ в крови они откладываются в депо, увеличиваетсся их выделение с мочой и уменьшается всасывание из желудочно-кишечного тракта.

## ОБМЕН ВОДЫ

Большую роль в обмене веществ играет вода, которая не является ни питательным веществом, ни источником энергии.

Организм человека содержит 60–70% воды от массы тела. Она входит в состав всех клеток тела, пищеварительных соков, плазмы крови, лимфы, тканевой жидкости и т. д. Наибольшее количество воды (40–45%) находится внутри клеток. Внеклеточная вода входит в состав плазмы крови (5% от массы тела), межклеточной жидкости (16%) и лимфы (2%). Между внеклеточной и внутриклеточной водой осуществляется постоянный обмен.

Благодаря действию ферментов вода включается в многочисленные биохимические реакции. Она является средой, в которой осуществляются химические реакции организма.

Вода крови пополняется за счет воды, поступающей в организм в виде питья и с пищей. Некоторое количество воды образуется в процессе окисления белков, жиров и углеводов.

Общее количество воды в организме поддерживается на относительно постоянном уровне. В сутки человеку требуется до 2–3 л воды, включая воду, поступающую при питье, с пищей.

Вода выводится с потом, калом, парами выдыхаемого воздуха и мочой.

## ОБМЕН ВИТАМИНОВ

**Витамины** — это необходимые для жизни человека органические низкомолекулярные соединения различной химической природы. Они являются биокатализаторами отдельных биохимических и физиологических процессов, обладают высокой биологической активностью.

Витамины в организме человека почти не вырабатываются, поступают в небольшом количестве с пищей, в основном с растительной.

Часть витаминов синтезируется в пищеварительном



тракте человека микроорганизмами. В растениях витамины находятся в виде комплексных соединений с белками и другими веществами.

В процессе пищеварения 25–50% витаминов освобождаются и усваиваются. Различают витамины и витаминоподобные вещества.

Витамины являются совершенно незаменимыми веществами, недостаток поступления их в организм с пищей или нарушение их усвоения и обмена приводит к развитию заболеваний, называемых гипо- и авитаминозами.

Витамины, поступившие в пищеварительный аппарат или образовавшиеся в нем, всасываются в кровь и вступают в организме в реакции, образуя сложные производные — коферменты. Они затем соединяются с белками и образуют многочисленные ферменты. Ферменты в организме являются биологическими катализаторами, и поэтому витамины участвуют в процессах окисления веществ, синтезе новых веществ.

Суточная потребность в витаминах определяется миллиграммами или даже их долями.

В настоящее время насчитывается более 50 витаминов. Все они разделяются на две группы: жирорастворимые и водорастворимые.

**Жирорастворимые витамины** — это ретинол (витамин А), кальциферолы (витамин D), токоферолы (витамин Е), филлохиноны (витамин К).

**Ретинол** поступает в организм с растительной пищей в виде провитамина — каротина, из которого и образуется активный витамин А в слизистой кишечника, печени, молочной железе.

Ретинол обеспечивает нормальную функцию палочек и колбочек сетчатки глаз, так как включается в зрительный пигмент родопсин (опсин + ретинол), участвуя в зрительном восприятии. В тканях организма он стимулирует процессы синтеза, обеспечивает нормальное развитие мышц, а следовательно, рост и развитие организма (особенно это важно для детей). Поэтому витамин А называют еще витамином роста.

Каротин содержится в моркови, тыкве, рыбьем жире, печени, желтке яиц, масле. Потребность человека составляет 1,5 мг витамина А в сутки.

**Кальциферолы** — это целая группа витаминов. Они поступают в организм с пищей в виде провитаминов эргостерина, 7-дегидрохолестерина и переходят в активную форму в коже под действием ультрафиолетовых лучей. Эргокальциферолы стимулируют всасывание кальция и фосфора в кишечнике и почках, перенос кальция в костную ткань, отложение кальция и фосфора в костной ткани.

Витамины D содержатся в сливочном масле, печени и т. д. Потребность человека составляет 0,0025 мг/сутки.

**Токоферолы** поступают в организм с пищей в активном состоянии. Они являются в организме антиоксидантами: тормозят окисление углеводов и жиров, поддерживают нормальные обменные процессы, стимулируют гаметогенез, рост тканей эмбриона и плода.

Витаминов Е много в растительном масле, ростках пшеницы. Потребность человека составляет 13–20 мг/сутки.

**Филлохиноны** поступают в организм с пищей в активном состоянии. Они интенсивно задерживаются печенью и лимфатическими узлами. Филлохиноны включаются в процессы синтеза белка протромбина, через него участвуют в свертывании крови.

Содержится в шпинате, капусте, печени и синтезируется микрофлорой в кишечнике. Потребность человека составляет 0,3–0,5 мг/сутки.

**Водорастворимые витамины** — это тиамин (витамин В<sub>1</sub>), рибофлавин (витамин В<sub>2</sub>), никотиновая кислота (витамин РР), пиридоксин (витамин В<sub>6</sub>), цианкобаламин (витамин В<sub>12</sub>), аскорбиновая кислота (витамин С) и др.

Из водорастворимых витаминов (исключение составляет витамин С) в организме образуются коферменты, обеспечивающие обмен веществ, рост, нормальное состояние тканей, кожи, роговицы глаза, кроветворение.

**Тиамин** включается в ферменты углеводного обмена и регулирует его, поддерживает нормальное состояние нервной системы, рост и развитие организма.

Содержится в пивных дрожжах, рисовых отрубях, овсе, бобах, яичном желтке и др. Суточная потребность человека в тиамине — 2,5 мг.

**Рибофлавин** является коферментом ферментов, участвующих в обмене аминокислот, жирных кислот, углеводов, обеспечивает рост тканей, кроветворение. Он принимает участие в световом и цветовом зрении.

Он поступает в организм с мясом, мясными продуктами, молоком, яйцами, фруктами и овощами. Потребность у человека в витамине в сутки составляет 3 мг.

**Никотиновая кислота** входит в состав окислительно-восстановительных ферментов и обеспечивает нормальное течение углеводного и белкового обмена, стимулирует рост организма, функцию желез внутренней секреции, обеспечивает клеточное дыхание.

Она содержится в печени, почках, сердце, рыбе и др. Потребность у человека — 15–20 мг/сутки.

**Пиридоксин** включается в ферменты белкового обмена, обеспечивающие дезаминирование и декарбоксилирование аминокислот, способствуя нормальному росту организма, деятельности ЦНС, нормальному обмену веществ в коже, стимулирует кроветворение, обеспечивает нормальное течение беременности.

Витамин содержится в зерновых и бобовых культурах, говядине, свинине, баранине, рыбе и сыре, синтезируется микрофлорой кишечника. Потребность — 2–4 мг/сутки.

**Цианкобаламин**, поступаая в организм, образует комплекс с внутренним желудочным фактором кроветворения и стимулирует образование форменных элементов крови. Он включается в ферменты углеводного, жирового и белкового обмена, участвуя в их обмене, обеспечивает синтез нуклеиновых кислот.

Он содержится в печени рыб, печени и почках рогатого скота, синтезируется микрофлорой кишечника. Потребность в сутки составляет 0,001–0,003 мг.

**Аскорбиновая кислота** входит в состав ферментов, участвующих в окислительно-восстановительных процессах, обеспечивает нормальное состояние соединительной

ткани, образование эндотелия кровеносных сосудов и их нормальное функциональное состояние. Он участвует в синтезе кортикостероидов — гормонов коры надпочечников, повышая сопротивляемость организма.

В значительных количествах витамин содержится в ягодах черной смородины, шиповника, лимона. Человеку в сутки необходимо до 50 мг.

**Витаминоподобные соединения и антивитамины.** Наряду с витаминами есть витаминоподобные соединения и антивитамины.

Витаминоподобные соединения стимулируют все виды обмена веществ, рост и развитие человека и животных. К ним относятся *биофлавоноиды, инозит, липоевая кислота, оротовая кислота, карнитин, парааминобензойная кислота* и др.

Антивитамины находятся в конкурентных отношениях с витаминами, занимают их место в ферментах, после чего ферменты становятся неактивными, или разрушают ферменты. Антивитаминами являются *овидин, дикумарол, овомукоид* и многие другие.

#### **РЕГУЛЯЦИЯ ОБМЕНА БЕЛКОВ, ЖИРОВ, УГЛЕВОДОВ, МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ, ВИТАМИНОВ И ВОДЫ**

Регуляция обмена белков, жиров и углеводов имеет особенности, заключающиеся в том, что превращение и использование этих веществ в организме характеризуется генетически обусловленной высокой устойчивостью. Любое изменение концентрации этих веществ в крови воспринимается рецепторами сосудов и тканей, информация с них поступает в нервный центр обмена веществ (нейроны гипоталамуса и других отделов ЦНС). В нервном центре формируется программа действия, которая поступает ко всем тканям и органам по нервным волокнам и с помощью гормонов. Через симпатические нервы и гормоны тироксин, кортизол, кортикостерон, адреналин, норадреналин,

глюкагон обеспечиваются процессы катаболизма (распад жира, гликогена, белка, их окисление).

Через парасимпатические нервы — анаболические процессы (отложение жира, гликогена и т. д.), подобное действие оказывают гормоны эстрогены, инсулин, пролактин и др.

Оптимальные для метаболизма концентрации минеральных веществ, воды и витаминов в крови и тканях поддерживаются специальными механизмами регуляции, подобно таковой белков, жиров и углеводов.

## **ОБМЕН ЭНЕРГИИ**

Жизнедеятельность каждой клетки организма, поддержание ее структурной организации обеспечивается благодаря непрерывному использованию энергии.

Источником энергии для человека и животных являются белки, жиры и углеводы пищи. 1 г углеводов пищи при окислении в организме дает 4,1 ккал (17,16 кДж), 1 г жиров — 9,3 ккал (38,94 кДж), 1 г белков — 4,1 ккал (17,16 кДж).

Обмен энергии включает в себя поступление энергии в организм, освобождение и превращение ее в организме, распределение энергии в организме и выделение. Энергия поступает в организм в потенциальном виде веществ: белков, жиров, углеводов. В процессе превращения белков, жиров и углеводов происходит освобождение энергии в организме. Часть ее используется в виде тепла, другая часть — для процессов синтеза, мышечной работы, мыслительной деятельности и т. д., в конечном счете и эта энергия также превращается в тепло.

Освобождение энергии в организме происходит поэтапно. Вначале — в пищеварительном аппарате при расщеплении белков, жиров и углеводов, где освобождается около 1% этой энергии.

Затем происходит превращение всосавшихся аминокислот, глюкозы, глицерина и жирных кислот путем окисления в клетках. При этом вначале образуются три

промежуточных продукта окисления: *ацетилкоэнзим А, альфа-кетоглутаровая кислота, щавелевоуксусная кислота* и освобождается примерно 30% этой энергии. В дальнейшем при продолжающемся окислении образовавшихся трех продуктов в цикле трикарбоновых кислот (цикл Кребса), освобождаются остальные 70% энергии, часть которой превращается в тепло, а более 50% переходит в АТФ. Энергия АТФ используется для обеспечения всех процессов в организме.

Энергия веществ принятой человеком пищи составляет валовую энергию пищи. В результате превращения веществ она включается в обменные процессы и составляет обменную энергию, теряется с калом, газами и мочой. Обменная энергия используется для обеспечения процессов в тканях, связанных со следующим:

- 1) с поддержанием жизнедеятельности организма в состоянии покоя и натошак (это энергия постоянных затрат или энергия основного обмена);
- 2) с поиском, приемом и перевариванием пищи, поддержанием температуры тела (это энергия переменных затрат);
- 3) с физической и умственной деятельностью (это энергия продукции).

Для определения энергообразования в организме используются методы прямой и непрямой калориметрии.

*Метод прямой калориметрии* — это непосредственное определение количества выделенного тепла с помощью калориметрических камер.

*Метод непрямой калориметрии* — это определение количества выделяемого тепла через газообмен. При этом учитывают количество потребленного кислорода и выделенного углекислого газа в единицу времени и определяют отношение объема выделенного углекислого газа к объему потребленного кислорода, т. е. дыхательный коэффициент.

**Регуляция обмена энергии** обеспечивается с рецепторов, которые воспринимают сдвиги генетически обусловленного энергетического баланса.

Информация от рецепторов поступает в нервный центр обмена энергии (нейроны гипоталамуса и других отделов ЦНС), где формируется программа действия и передается по нервным волокнам и с помощью гормонов ко всем тканям и органам. Она обеспечивает приспособление энергосубстратно-кофакторного соотношения, размеров освоения и использования энергии в тканях к потребностям органов.

Основную нагрузку несет симпатическая иннервация, которая повышает образование и использование энергии; парасимпатическая иннервация активизирует образование АТФ.

## **ТЕПЛООБРАЗОВАНИЕ И ТЕПЛООТДАЧА**

**Температура тела** — один из важнейших факторов, определяющих обмен веществ, интенсивность роста и развития организма человека. Это обусловлено тем, что температура тела является фактором, определяющим скорость химических реакций. Она поддерживается у человека на постоянном уровне, независимо от температуры внешней среды (около 36,5°C). Такая температура является оптимальной для действия ферментов тканей.

В организме человека осуществляются два специальных процесса, обеспечивающих поддержание температуры тела: теплопродукция и теплоотдача.

**Теплопродукция (химический процесс)** — это образование тепла в организме, происходящее непрерывно в процессе обмена веществ. Различают три источника тепла в организме:

- 1) тепло, образующееся при постоянных затратах энергии;
- 2) тепло, образующееся при переменных затратах энергии;
- 3) тепло, образующееся при затратах на синтез продукции.

Наибольшее количество тепла образуется в органах с интенсивным обменом веществ и большой массой — печени

и мышцах. Так, при мышечной работе химическая энергия мышц только на треть переходит в механическую работу, остальные две трети переходят в тепло.

**Теплоотдача (физический процесс)** — это отдача тепла во внешнюю среду. Она происходит в основном тремя путями: теплопроводением, теплоизлучением и испарением жидкости (пота) с поверхности кожи. Небольшое количество тепла теряется с выдыхаемым воздухом, мочой и калом.

*Теплопроводение* — это отдача тепла предметам, соприкасающимся с телом. Оно зависит от разности температуры кожи и окружающей среды.

*Теплоизлучение* сводится к отдаче тепла путем излучения инфракрасных лучей и зависит от разности температуры кожи и окружающей среды. Теплопроводение и теплоизлучение тем выше, чем выше разность этих температур.

*Испарение* — это отдача тепла с потом и с выдыхаемым воздухом. Оно является единственным путем отдачи тепла при температуре воздуха окружающей среды, равной или незначительно меньшей температуры тела. На испарение 1 мл пота затрачивается 0,58 ккал тепла.

## **СИСТЕМА ВЫДЕЛЕНИЯ**

Образовавшиеся в процессе обмена веществ конечные продукты, вредные и ядовитые вещества, при определенных условиях поступившие с пищей и водой, попадают в кровь.

Конечные продукты обмена, вредные и ядовитые вещества, углекислый газ, некоторые летучие вещества, лишняя вода и соли удаляются из организма: углекислый газ, вода и некоторые нелетучие вещества — через легкие, некоторые соли и другие вещества — в составе кала, вода, соли, ряд органических веществ — через кожу. Особая роль в выведении из организма конечных продуктов обмена и чужеродных веществ принадлежит почкам и мочевыводящим путям.



## ПОЧКИ И МОЧЕВЫВОДЯЩИЕ ПУТИ

Почки и мочевыводящие пути составляют единую структурно-функциональную систему (рис. 124).

**Почки** — парные органы, располагающиеся в поясничной области, на задней стенке брюшной полости. Вес одной почки у взрослого человека составляет около 150 г.

Почка имеет бобовидную форму. Снаружи она покрыта соединительнотканной оболочкой (фиброзной капсулой), кнаружи от которой расположена жировая клетчатка. На вогнутой стороне почки имеются ворота, через которые проходят мочеточник, нервы, почечная артерия, почечная вена и лимфатические сосуды. Ворота почки ведут внутрь (центр) почки, где находятся малые и большие почечные чашечки, почечная лоханка, суженный конец которой переходит в мочеточник, впадающий в мочевой пузырь, нервы и сосуды.

Внутри почки различают корковое и мозговое вещество, образующие паренхиму: корковое — располагается по периферии почки и заходит в виде столбиков в мозговое вещество; мозговое — кнутри от коркового и представлено

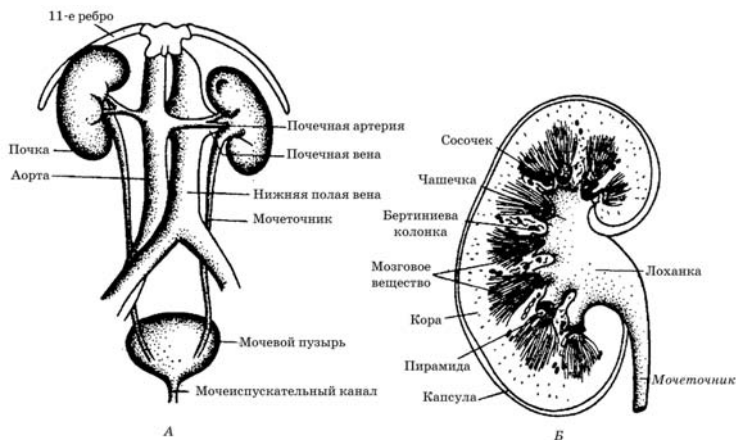


Рис. 124

*Почки и мочевыводящие пути*

А — анатомические соотношения между почками, мочеточниками и мочевым пузырем в брюшной полости; Б — поперечный разрез через почку.

отдельными дольками (пирамидами), верхушки которых обращены внутрь и окружены малыми почечными чашечками.

Паренхима почек состоит из отдельных структурно-функциональных единиц — нефронов (см. рис. 125). Их количество в каждой почке у человека составляет около 1 млн. Они расположены в корковом и мозговом слое почек.

Показаны почечные тельца и извитые каналцы.

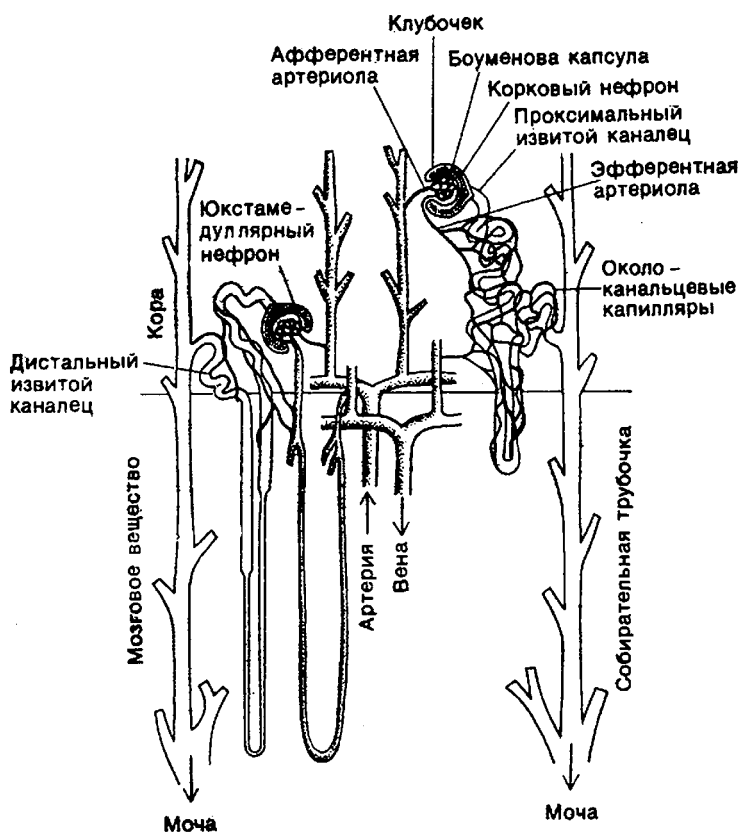


Рис. 125  
Строение нефрона

**Нефрон** состоит из почечного тельца (сосудистый клубочек, покрытый капсулой) и извитого канальца (состоит из трех сегментов).

Сосудистый клубочек состоит из восьми петель капилляров, которые образованы приносящим артериальным кровеносным сосудом. Из сосудистого клубочка кровь оттекает в выносящий артериальный сосуд, диаметр которого в два раза меньше приносящего. Это создает условия повышенного давления в капиллярах сосудистого клубочка. Выносящий сосуд делится на капилляры обычного типа, которые оплетают густой сетью канальцы нефрона.

Артериальная кровь, протекая по этим капиллярам, превращается в венозную.

Извитые канальцы нефронов впадают в собирательные трубочки (канальцы), которые, сливаясь друг с другом, образуют сосочковые протоки, впадающие в полость малых почечных чашечек.

Они, объединяясь, открываются в просвет больших чашечек, а последние — в почечную лоханку. Из лоханки начинается мочеточник.

### **ФУНКЦИИ ПОЧЕК**

Почки обеспечивают выделение из организма нелетучих продуктов обмена и чужеродных веществ, постоянство содержания внеклеточной воды, натрия во внеклеточных жидкостях, содержание и соотношение ионов во внеклеточных жидкостях, поддержание кислотно-щелочного равновесия в крови, обезвреживание и выделение из организма токсических продуктов, поддержание артериального давления, форменных элементов крови и пр. Почки обеспечивают поддержание постоянства внутренней среды организма (гомеостаз).

В связи с обеспечением функций почек в организме в каждом нефроне совершается ряд процессов: фильтрация в почечном тельце, реабсорбция, секреция, синтез и превращение веществ в канальцах. Все процессы осуществляютс-  
ся благодаря кровотоку через сосуды почек.

**Фильтрация** осуществляется в почечных тельцах. В полость почечной капсулы из крови, протекающей через капилляры клубочков, фильтруется вода и растворимые в плазме крови нелетучие продукты обмена веществ и другие вещества (кроме белков, жиров). Основным фактором, обеспечивающим фильтрацию, является величина разницы между давлением крови в капиллярах клубочка (70 мм рт. ст.), онкотическим давлением крови (30 мм рт. ст.) и гидростатическим давлением в полости капсулы (20 мм рт. ст.). Таким образом, эффективное фильтрационное давление равно  $70 - (30 + 20) = 20$  мм рт. ст. В сутки у человека образуется около 150–170 л фильтрата — первичной мочи, через почки же в течение суток проходит 1700 л крови.

**Реабсорбция**, или обратное всасывание, осуществляется в канальцах и собирательных трубках. Здесь реабсорбируется из фильтрата в кровь вода, почти все аминокислоты, глюкоза, низкомолекулярные белки, витамины, натрий, калий, кальций, хлор и другие вещества. Конечные продукты обмена белка — мочевины, мочевая кислота, аммиак — обратно почти не всасываются. Следует различать активное всасывание, осуществляемое с помощью переносчиков-ферментов, и пассивное, путем диффузии и захвата веществ. Активно всасываются глюкоза, аминокислоты в канальцах.

**Секреция** — активный или пассивный транспорт некоторых компонентов (мочевая и лимонная кислоты, гормоны, краски, креатинин, препараты йода и т. д.) из крови через клетки канальцев в их просвет.

**Синтез** — образование новых веществ (ренина, эритро-, лейкоцито- и тромбоцитопоэтинов, гепарина-антитромбина и пр.) в клетках канальцев и специальных клеток, имеющих в области приносящего сосуда нефрона.

**Превращение веществ** — отщепление сульфатов и фосфатов от серо- и фосфорсодержащих соединений и образование из них новых веществ, дезаминирование аминокислот и пр.

В результате процессов в нефронах почек, связанных с поддержанием гомеостаза, образуется моча.

*Моча* — жидкий экскрет, выделяемый у человека в объеме 1,5–2,5 л в сутки, содержит различные конечные продукты белкового, углеводного, жирового, минерального, витаминного и других обменов, подлежащие удалению из организма. Цвет мочи желтый, зависит от содержания в ней пигмента уробилина. Она обладает характерным ароматическим запахом.

## **ВЫВЕДЕНИЕ ОБРАЗУЮЩЕЙСЯ МОЧИ**

Образующаяся моча поступает и скапливается в лоханке и при сокращении ее перемещается по мочеточникам в мочевой пузырь.

**Мочеточник** представляет собой трубку длиной около 30 см, которая, по выходе из ворот почки, спускается в полость малого таза и впадает в мочевой пузырь. Стенка мочеточника состоит из трех оболочек: слизистой, мышечной и соединительнотканной. Слизистая оболочка выстлана переходным многослойным эпителием; мышечная состоит из кругового и продольного слоя гладкой мышечной ткани, благодаря ее сокращениям мочеточник совершает перистальтические движения.

**Мочевой пузырь** представляет собой полый орган, который находится в полости малого таза за лонным сращением. Позади мочевого пузыря располагается прямая кишка у мужчин, матка и часть влагалища — у женщин.

Стенка мочевого пузыря состоит из слизистой, гладко-мышечной и соединительнотканной оболочек. Слизистая оболочка образует многочисленные складки. В области дна мочевого пузыря открываются оба мочеточника и выходит мочеиспускательный канал. При наполнении мочевого пузыря складки слизистой оболочки сглаживаются.

Емкость мочевого пузыря в среднем у взрослого человека составляет 350–500 мл. Моча в нем скапливается и периодически выводится через мочеиспускательный канал, открывающийся в мочеполовой синус. Таким образом, мочеполовой синус — это резервуар, в который впадают выводящие протоки половой и выделительной систем у многих

позвоночных животных, в том числе и у человека. У зародышей млекопитающих мочеполовой синус развивается из нижней части брюшного отдела клоаки, в него открываются половые протоки, мочевой пузырь, а у клоачных — и мочеточники. Затем у самок плацентарных млекопитающих и у женщин мочеполовой синус значительно укорачивается, образуя так называемое преддверие влагалища, отделенное от вышележащего влагалища девственной плевой. У мужчин из мочеполового синуса развивается верхний отдел мочеиспускательного канала.

Опорожнение мочевого пузыря (мочеиспускание) осуществляется рефлекторно с рецепторов его стенки. При наполнении мочевого пузыря моча оказывает давление на его стенку и раздражает рецепторы. Информация поступает в мочевыделительный центр (совокупность нейронов пояснично-крестцовой части спинного мозга, варолиева моста и среднего мозга, гипоталамуса, таламуса и коры головного мозга), и из него программа направляется к мочевому пузырю и сфинктерам. В результате происходит сокращение мышечной оболочки мочевого пузыря и расслабление сфинктеров мочеиспускательного канала, вследствие этого моча выводится наружу. Мочеиспусканию способствует сокращение мышц брюшного пресса. Оно обычно наступает только в том случае, когда давление мочи на стенки мочевого пузыря достигает определенной силы. Основная группа нейронов центра рефлекса мочеиспускания расположена в крестцовом отделе спинного мозга и находится под влиянием коры больших полушарий, поэтому мочеиспускание является произвольным актом.

## **КЛИРЕНС ВЕЩЕСТВА**

Для исследования функции почек был разработан метод измерения клиренса, позволяющего оценить скорость внутривисочечной фильтрации. Клиренс вещества — это скорость, с которой объем плазмы крови полностью очищается от данного вещества почками в единицу времени. В качестве вещества-индикатора можно использовать

инулин, который свободно фильтруется, не реабсорбируется, не синтезируется и не расщепляется в нефронах почек и может быть выделен из организма только с мочой. В результате справедливо утверждение: профильтрованное количество инулина, деленное на время, равно выделенному количеству инулина с мочой, деленному на время. На практике инулин вводят в организм, а затем фотометрически измеряют его концентрацию в крови и моче. Поскольку инфузия инулина является трудоемким методом, клиренс инулина определяют лишь в исключительных случаях. В основном проводят измерение клиренса эндогенного креатинина (образуется из фосфокреатина в процессе обмена веществ в мышцах). Большое диагностическое значение имеет определение концентрации креатинина в плазме крови через короткие промежутки времени.

## **ПОЛОВАЯ СИСТЕМА**

Организм человека не только поддерживает свое существование, но и производит себе подобных путем размножения.

**Воспроизведение (размножение, репродукция)** — это совокупность физиологических процессов, обеспечивающих воспроизводство себе подобных организмов. Оно обеспечивает сохранение и продолжение вида.

Человеку свойственно половое размножение, при котором новый организм развивается из оплодотворенного яйца (зиготы), образовавшегося путем слияния женской половой клетки — яйцеклетки, и мужской половой клетки — сперматозоида.

В известной мере плодовитость связана с продолжительностью жизни организма, а точнее можно сказать, воспроизведение организма осуществляется с момента полового созревания — половой зрелости до такой стадии старения, когда репродуктивная функция угасает (наступает климакс).

**Половая зрелость** — способность растущих молодых организмов к воспроизведению потомства.

Половая зрелость наступает у человека в юношеской стадии развития: у юношей — в 14–18 лет, у девушек — в 13–16 лет.

Половая зрелость проявляется быстрым развитием вторичных половых признаков, интенсивным ростом половых органов. У юношей в семенниках образуются спермии — мужские половые клетки, у девушек в яичниках созревают яйцеклетки — женские половые клетки.

В дальнейшем человек вступает в стадию половой зрелости.

Воспроизведение человека снижается раньше, чем наступает угасание воспроизводительной способности.

В определенном возрасте (у женщин обычно после 50 лет, у мужчин — после 60 лет) постепенно развивается климактерий, т. е. утрата половых функций.

У женщин не образуется яйцеклеток, а у мужчин — спермиев, а ткань, образующая их, атрофируется.

## МУЖСКАЯ ПОЛОВАЯ СИСТЕМА

В систему мужских половых органов входят следующие: парные семенники, придатки семенников, спермиопроводы, мочеполовой канал, придаточные половые железы, половой член и препуций, семенниковый мешок (мошонка).

**Семенники** — парные органы овальной формы, которые располагаются в мошонке. Они покрыты плотной соединительнотканной оболочкой. Соединительнотканными перегородками семенник разделяется на дольки. В дольках находятся тонкие каналы, в которых имеется сперматогенный эпителий. Основным процессом семенников является сперматогенез, т. е. образование мужских половых клеток — сперматозоидов.

**Придаток семенника** — небольшое тело, прилегающее к заднему краю половой железы. Придаток имеет проток, который переходит в семявыносящий проток (спермиопровод).

**Семявыносящий проток** имеет форму трубки. Длина его около 40–50 см, служит для проведения спермы.



Стенка его состоит из трех оболочек: слизистой, мышечной и соединительнотканной. Он поднимается от нижнего конца придатка кверху, вступает в паховый канал через его наружное отверстие. В паховом канале семявыносящий проток идет в составе семенного канатика.

**Придаточные половые железы** представлены семенными пузырьками (парный орган продолговатой формы, длиной около 4–5 см, располагается между дном мочевого пузыря и прямой кишкой), предстательной железой (находится в полости малого таза под дном мочевого пузыря; ее железистая ткань образует дольки железы, протоки которых открываются в мочеиспускательный канал), бульбоуретральной (куперовой) железой (парный орган величиной с горошину, который находится на выходе из таза, проток железы открывается в мочеиспускательный канал). Секрет придаточных половых желез входит в состав спермы.

**Сперматозоиды** развиваются в извитых канальцах семенника из сперматогоний зародышевого эпителия, которые расположены у стенки канальцев. Сперматогонии растут и размножаются путем простого клеточного деления (митоз), а затем редукционного деления (мейоз). Вначале в результате митоза из сперматогоний образуются сперматоциты 1-го порядка. Они покидают слой сперматогоний и располагаются ближе к просвету канальцев. Далее следует мейотическое деление с образованием из одного сперматоцита 1-го порядка двух сперматоцитов 2-го порядка, характерной чертой которых является гаплоидный набор хромосом: у человека 23.

После короткого периода покоя сперматоциты 2-го порядка путем второго деления (мейоза) превращаются в сперматиды. Сперматиды подвергаются ряду превращений, изменяют свою форму и превращаются в спермии. Сформировавшиеся сперматозоиды продуцируют фермент гиалуронидазу.

Гиалуронидаза обеспечивает отделение созревших сперматозоидов. Они продвигаются в просвет канальца, приобретают подвижность в слабощелочной среде и вступают в извитой канал придатка семенника. В придатке

семенника сперматозоиды находятся в анабиотическом состоянии и могут сохранять оплодотворяющую способность 2–3 месяца.

*Сперматозоид* имеет малые размеры и состоит из головки, шейки, хвостовой части. Ядро и небольшой слой цитоплазмы сконцентрированы в головке (ядро занимает почти весь объем головки). В цитоплазме шейки находится centrosoma (осевая нить) и митохондрия с АТФ. Хвостовая часть служит для передвижения. Весь спермий покрыт клеточной мембраной. Сперматозоид энергично двигается, используя АТФ.

Движения спермиев прямолинейные. Они способны двигаться против тока жидкости — реотаксис. Сперматозоиды несут отрицательный электрический заряд. Переносимость спермиев очень высокая. В средних половых путях женщины спермий живет 48 часов.

Созревшие сперматозоиды способны к оплодотворению. За одну эякуляцию мужчина выделяет 60–100 млн спермиев в 1 мл спермы, 2–5 мл спермы.

## ЖЕНСКАЯ ПОЛОВАЯ СИСТЕМА

В систему женских половых органов входят парные яичники, яйцеводы (маточные трубы), матка и влагалище.

**Яичники** — парные органы, располагающиеся в полости малого таза по бокам от матки. Каждый яичник по форме представляет овальное, несколько сплющенное тело весом около 5–6 г. Верхний его конец обращен к маточной трубе, нижний соединен с маткой при помощи собственной связки яичника.

Яичники состоят из соединительнотканного остова и паренхимы, покрыты белочной оболочкой, внутренняя поверхность которой выстлана зачатковым эпителием. Он прилегает непосредственно к корковому слою яичника, составляющему основную его массу. На разрезе в яичнике различают мозговое и корковое вещество. Мозговое вещество состоит из рыхлой соединительной ткани, в которой проходят кровеносные сосуды и нервы.

Остовом коркового вещества также является рыхлая соединительная ткань. В корковом слое яичника находится большое количество фолликулов, которые составляют его паренхиму.

Основными процессами яичников являются процессы развития в них фолликулов и находящихся в них яйцеклеток — женских половых клеток.

Развитие *фолликулов* называется фолликулогенезом, а *яйцеклеток* — овогенезом. В процессе эмбриогенеза в женском организме закладывается около 40 тыс. (до 200 тыс.) первичных половых клеток — оогоний. Их размножение к моменту рождения прекращается, и они превращаются в ооцит 1-го порядка.

К моменту полового созревания у девушек корковый слой яичников составляют рыхлая соединительнотканная основа и большое количество различных по размерам и фазам роста первичных и развивающихся фолликулов (яйцевых пузырьков), включающих предшественников яйцеклеток — ооциты 1-го порядка. Развитие фолликулов и яйцеклеток в них — фолликулогенез — в яичниках у половозрелой женщины происходит циклами. Каждый половой цикл длится 28–29 дней. В яичниках развивается один, редко больше фолликулов и соответственно одна или несколько яйцеклеток. По мере развития фолликула и яйцеклетки фолликулярный эпителий разрастается, в нем образуется полость, где скапливается фолликулярная жидкость. Такой фолликул увеличивается, образуется фолликул с большой полостью — Граафов пузырек. Развивающийся ооцит вначале располагается в центре фолликула, позже оказывается на дне, на яйценосном бугорке.

Одновременно с развитием фолликула ооцит 1-го порядка делится, образуя ооцит 2-го порядка и первое редуцированное тельце. В созревшем фолликуле вокруг ооцита 2-го порядка располагается слой фолликулярного эпителия, называемый лучистым венцом. С завершением развития фолликула происходит овуляция. Овуляция — разрыв созревшего фолликула (Граафова пузырька) и выход ооцита 2-го порядка. Она происходит в среднем через каждые

28–29 дней. Созревает обычно один фолликул поочередно то в одном, то в другом яичнике. После овуляции при условии взаимодействия со спермиями ооцит 2-го порядка вновь делится, при этом образуется зрелая яйцеклетка и второе редуцированное тельце.

В течение всей жизни женщины созревает не более 500 фолликулов, остальные — рассасываются.

В яичнике на месте лопнувшего фолликула развивается желтое тело. Если наступает беременность, то желтое тело сохраняется до ее конца и выполняет роль железы внутренней секреции. Если оплодотворения не произойдет, то желтое тело атрофируется и на его месте остается рубец.

С овуляцией тесно связан другой процесс, совершающийся в организме женщины, — менструация. Под *менструацией* понимают происходящее периодически отторжение разросшегося эпителия матки, сопровождающееся кровотечением из матки. Как овуляция, так и менструации в период беременности прекращаются.

Менструация и овуляция относятся к циклическим процессам женского организма. Они тесно связаны между собой и носят название женского полового цикла (менструального цикла, овариально-менструального цикла, специфического биологического цикла). Нормальная продолжительность менструального цикла составляет от 21 до 35 дней. Отсчет менструального цикла начинается с первого дня кровотечения.

Менструальный (половой) цикл женщины характеризуется периодическим изменением слизистой оболочки матки, протекающим взаимосвязанно с процессом созревания яйцеклетки в яичнике и овуляцией. Половой цикл у женщин состоит из двух циклов: яичникового и маточного. Яичниковый цикл связан с процессом созревания яйцеклетки в яичнике. Второй цикл называют маточным, и изменения, происходящие в строении и функции матки в это время, обусловлены развитием фолликулов в яичниках и выработкой ими половых гормонов, влияющих на матку.

Выделяют пять фаз (периодов) специфического биологического цикла у женщины:

- 1) менструальную;
- 2) постменструальную;
- 3) овуляторную;
- 4) постовуляторную;
- 5) предменструальную.

*Менструальная фаза* (фаза отторжения — десквамации эндометрия) наступает, когда не происходит оплодотворения яйцеклетки. В фазе десквамации снижается выработка желтым телом эстрогенов и прогестерона. В результате этого в слизистой оболочке матки появляются очаги некроза — омертвление, кровоизлияния. Функциональный слой слизистой оболочки отпадает и начинается очередная менструация. Эта фаза обычно длится 3–4 дня. В менструальной фазе вытекает 40–50 мл крови.

*Постменструальная фаза* (фаза разрастания — пролиферации) наступает после менструации и длится 10–12 дней. Эта фаза тесно связана с воздействием на слизистую оболочку матки эстрогенов — гормонов, которые образуют новый развитый фолликул.

*Овуляторная фаза* — фаза разрыва созревшего фолликула и выхода из него яйцеклетки. На 12–14-й день наблюдается максимальное разрастание слизистой оболочки матки. В этот период она составляет 3–4 мм. Происходит разрыв созревшего фолликула и выход из нее яйцеклетки (овуляция). Уровень эстрогенов невысокий, уровень прогестерона низкий. В момент овуляции температура тела снижается. Установление момента овуляции связано с возможностью наступления беременности, которая существует только в определенные дни: 3–4 дня до овуляции, во время овуляции и 1–2 дня после нее.

*Постовуляторная фаза.* На месте лопнувшего фолликула в яичнике развивается желтое тело, которое начинает выделять прогестерон. Уровень эстрогенов низкий, уровень прогестерона высокий.

*Предменструальная фаза* (фаза секреции) является основной в подготовке матки к беременности. Под влиянием прогестерона железы слизистой оболочки матки наполняются секретом, в клетках эндометрия запасаются

питательные вещества, увеличивается количество извитых кровеносных сосудов.

В это время слизистая оболочка матки и организм женщины подготовлены к принятию и имплантации оплодотворенной яйцеклетки.

Менструальная функция в организме женщины регулируется при помощи совместной деятельности сложного комплекса нервных, гуморальных и половых органов (кора головного мозга, гипоталамус, гипофиз, яичники, влагалище, матка, маточные трубы).

Функционирование женского организма, в том числе физическая работоспособность, во многом обуславливается циклической деятельностью половых желез, регулируемых гонадотропными гормонами гипофиза. Физическая и умственная работоспособность женщин снижается перед менструацией, во время менструации, а также в период овуляции.

Овуляция и менструация наблюдаются в возрасте от 12–16 до 45–50 лет. После этого у женщины наступает так называемый климактерический период (климакс), в течение которого происходит увядание деятельности яичников — прекращается процесс овуляции. Одновременно прекращается и менструация.

При овуляции стенка созревшего фолликула истончается и разрывается. Находящаяся в фолликуле яйцеклетка током жидкости уносится из него в брюшную полость и попадает в маточную трубу (яйцевод).

**Маточная труба** — парные органы, служащие для проведения яйцеклетки из яичника в матку. Они находятся сбоку от матки в верхнем отделе ее широкой связки. Стенка маточной трубы состоит из слизистой оболочки, мышечного слоя и серозного покрова. Слизистая оболочка выстлана мерцательным эпителием. Мышечный слой маточной трубы состоит из гладкой мышечной ткани. Серозный покров представлен брюшиной.

Маточная труба имеет два отверстия: одно из них открывается в полость матки, другое — в брюшную полость, около яичника. Конец маточной трубы, обращенный к

яичнику, расширен в виде воронки и заканчивается выростами, носящими название бахромки. По этим бахромкам яйцеклетка после выхода из яичника попадает в маточную трубу. В ней, если произойдет соединение яйцеклетки с мужской половой клеткой (сперматозоидом), наступает оплодотворение.

**Матка** представляет собой мышечный орган, служащий для созревания и вынашивания плода. Она находится в полости малого таза. Спереди матки лежит мочевой пузырь, сзади — прямая кишка. Форма матки грушевидная. Верхняя широкая часть органа называется дном, средняя часть — телом, нижняя — шейкой. Шейка матки обращена во влагалище. Тело матки по отношению к шейке наклонено кпереди. В полость матки открываются отверстия двух маточных труб.

Стенка матки состоит из трех слоев: внутреннего, среднего и наружного.

Внутренний слой называется эндометрием. Он представляет собой слизистую оболочку, выстланную цилиндрическим эпителием. Средний слой матки самый мощный, состоит из гладкой мышечной ткани. Он называется миометрием. Мышечные волокна миометрия располагаются в различных направлениях. Благодаря сокращениям мышечного слоя матки во время родов плод выходит из полости матки во влагалище и оттуда наружу.

Наружный слой матки носит название периметрия и представлен серозной оболочкой — брюшиной. Брюшина покрывает всю матку, за исключением той части ее шейки, которая обращена во влагалище.

Положение матки, ее размеры и строение изменяются во время беременности.

**Влагалище** представляет собой трубку длиной около 8–10 см. Во время совокупления из мужского полового члена во влагалище изливается семенная жидкость, содержащая сперматозоиды. Во время родов через влагалище выходит из матки наружу плод. Стенка влагалища состоит из трех оболочек: слизистой, мышечной и соединительнотканной. Слизистая оболочка имеет на передней и задней

стенках влагалища складки. Вверху влагалище сращено с шейкой матки и образует своды влагалища. Различают передний и задний свод. Внизу влагалище открывается своим отверстием в преддверие влагалища. Через матку и маточные трубы влагалище сообщается с брюшной полостью.

**Наружные женские половые органы.** Большие срамные губы представляют собой парную складку кожи, содержащую большое количество жировой ткани. Они ограничивают пространство, называемое срамной щелью. Задние и передние концы больших губ соединены небольшими складками кожи — задней и передней спайками. Выше больших губ, над лонным сращением, находится лонное возвышение. В этом месте кожа обильно покрыта волосами и содержит большое количество жировой ткани.

Малые срамные губы также представляют собой парную складку кожи. Щель между малыми губами называется преддверием влагалища. В него открывается наружное отверстие мочеиспускательного канала и отверстие влагалища.

Клитор располагается в преддверии влагалища, впереди наружного отверстия мочеиспускательного канала. Он имеет форму небольшого пальцевидного возвышения.

## ОПЛОДОТВОРЕНИЕ

**Оплодотворение** — это физиологический процесс взаимодействия, слияния яйцеклетки и сперматозоида с образованием новой клетки — *зиготы*.

Яйцеклетка и спермий специализированы для слияния. Они сливаются только между собой, но не с другими клетками организма. С яйцеклеткой может слиться только один спермий.

Оплодотворение осуществляется за счет спаривания, секреции желез половых органов, движения и эрекции половых органов. Оно происходит за короткое время, осуществляется в верхней трети яйцепровода, где спермий встречают яйцеклетку. При встрече они выделяют фермент



гиалуронидазу, который разрушает фолликулярную оболочку, окружающую яйцеклетку. После этого спермий соприкасается с оболочкой яйцеклетки, проникает внутрь, и они сливаются — образуется зигота.

После овуляции яйцеклетка способна к оплодотворению в течение 4–6 часов.

## БЕРЕМЕННОСТЬ

*Беременность* — это особое физиологическое состояние женского организма, связанное с оплодотворением и развитием плода в матке.

С момента оплодотворения яйцеклетки — образования зиготы — начинается ее деление. Процесс дробления зиготы завершается в течение 3–4 суток. В результате дробления образуется зародышевый пузырек, включающий в себя трофобласт и эмбриобласт — зародышевый узел. Из зародышевого узла, имеющего форму щитка, в полость зародышевого пузырька (бластулы) выселяются клетки и заполняют ее. Слой клеток, прилегающий к трофобласту, составляет эктодерму, в глубине — энтодерму, между ними — мезодерму. Питается зародыш в основном энергетическими запасами протоплазмы самой зиготы. Зародышевая фаза длится 7–15 дней. Затем зародыш переходит в матку.

Матка представляет собой толстостенный мешковидный орган, в который с двух сторон открываются парные яйцеводы. Попад в матку, зародыш внедряется (имплантируется) в рыхлую слизистую оболочку матки и укрепляется в ней. После имплантации начинаются глубокие изменения в матке и зародыше.

Зародыш теперь называется эмбрионом.

В эмбриональной фазе развития происходит закладка тканей, органов и систем нового организма. Из эктодермы развивается кожа, рецепторы, нервная система и т. д. Из энтодермы — эпителий пищевода, желудка, кишечника, печень, поджелудочная железа, эпителий легких, бронхов, трахеи и др. Из мезодермы — скелетные мышцы, сер-

дечная мышца, гладкие мышцы, семенники, яичники, почки и др. Одновременно вокруг эмбриона начинают образовываться плодные оболочки и происходят глубокие изменения в матке. С ростом и развитием эмбриона матка увеличивается в объеме и массе, развивается плацента. Питание эмбриона осуществляется вначале за счет секрета слизистой матки, затем — за счет материалов желточного мешка, позже — за счет матери через развивающуюся плаценту. С момента установления связи эмбриона с матерью через плацентарное кровообращение завершается эмбриональная фаза развития и начинается плодная. Эмбриональная фаза длится у человека до 60-го дня.

На ранних стадиях развития плода происходит дифференцировка тканей и органов, на поздних — совершенствование органов. В течение плодной фазы питание плода осуществляется через плаценту и за счет околоплодных вод. Плацента — это комплекс тканевых образований, состоящий из материнской и плодной частей.

Материнская часть ее представлена измененной оболочкой матки. Плодная часть плаценты состоит из трех оболочек: сосудистой (хорион), водно-околоплодной (амнион) и мочевого (аллантаис). Сосудистая оболочка образуется из трофобласта, имеет многочисленные ворсинки, которые врастают в материнскую часть плаценты (слизистую оболочку матки). Водная оболочка образуется из складок трофобласта путем их срастания вокруг зародыша, находится в полости сосудистой оболочки, окружает вначале зародыш, а затем и плод со всех сторон, обеспечивая защиту его от повреждений и создавая здесь однородную жидкую среду. Мочевая оболочка образуется из мочевого пузыря (первичной кишки) зародыша. В нее через мочевой проток поступает мочевая жидкость. В плаценте переплетаются кровеносные сосуды плода и матери. Кровь, приходящая по капиллярам ворсинок, обогащается питательными веществами и кислородом, осмотически проникающими из стенок матки. В плод кровь возвращается по пупочной вене.

Беременность у женщин продолжается 280 дней.

## РОДЫ

По истечении сроков беременности наступают роды.

*Роды* — это сложная приспособительная реакция организма беременной женщины, возникающая в связи с завершением развития плода и выражающаяся в выведении из матки плода и плодных оболочек.

Роды протекают в три последовательные стадии: подготовительную, выведение плода и выведение последа. В первой стадии начинаются сокращения матки (схватки), чередующиеся расслаблениями.

Разрываются плодные оболочки, околоплодная жидкость изливается, ослизняя родовые пути и подготавливая их к прохождению плода. Во второй стадии начинаются активные сокращения матки, а также мышц брюшного пресса и спинных мышц (потуги). За счет схваток и потуг плод выводится через родовые пути. В третьей стадии за счет схваток и потуг (они проявляются уже реже) плодная часть плаценты отделяется от материнской части и выводится через родовые пути.

После родов следует послеродовой период, в течение которого происходит инволюция (восстановление) половых органов, возвратные изменения деятельности половых и других органов, восстанавливаются половые циклы.

## ЛАКТАЦИЯ

Лактация включает выработку молока и его выделение. Молочные железы женщины — это парные органы, расположенные на верхней части грудной клетки по бокам от срединной линии. В препубертатном возрасте молочные железы невелики и сходны у представителей обоих полов. Во время полового созревания под действием эстрогенов и прогестерона у женщин молочные железы начинают расти и развиваться.

Молочные железы представляют собой упругие округлые образования с соском в центре, состоящие из долек. Альвеолы долек сообщаются с соском посредством млечных ходов.

Выработка молока начинается после родов под влиянием гормона пролактина и прекращается лишь через несколько месяцев после отнятия ребенка от груди. Кормление грудью способствует уменьшению выделения ФСГ и ЛГ и предупреждает или отдаляет наступление овуляции и менструации.

У женщин, не кормящих грудью, менструальный цикл восстанавливается через 6 недель после родов. При раздражении молочных желез из задней доли гипофиза в кровь выделяется гормон окситоцин, который вызывает выведение молока из альвеол по протокам к цистернам и соску.

## **ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ПОСЛЕ РОЖДЕНИЯ**

Период развития человека после рождения называется *внеутробным*, или *постнатальным*. В этом периоде различают следующие стадии: новорожденности, грудного возраста, молочных зубов, младшего школьного возраста, полового созревания, юношеского, зрелого, пожилого и старческого возрастов. Каждая стадия характеризуется определенными особенностями.

**Стадия новорожденности** длится от момента рождения до возраста 4 недель и характеризуется несовершенством функций систем организма. В этой стадии отмечается функциональное совершенствование многих органов и меняются морфологические и физико-химические показатели крови. Благодаря пассивному иммунитету, полученному от матери, организм в это время устойчив ко многим инфекциям.

**Стадия грудного возраста** длится с месячного возраста до возраста 1 года. Она характеризуется неустойчивостью функций всех систем организма.

**Стадия молочных зубов** длится от 1 года до возраста 6 лет и характеризуется значительным развитием двигательных навыков ребенка, появлением речи, психофизиологическим развитием. В этой стадии различают дошкольный и дошкольный возрасты.

**Стадия младшего школьного возраста** продолжается от 7 до достижения ребенком 13 лет и характеризуется тем, что у него, особенно в конце стадии, завершается в основном созревание центральной нервной системы и многих других органов ребенка.

**Стадия полового созревания** длится у мальчиков с 13 лет до 18, а у девочек — с 12 до 16 лет. Она характеризуется ускоренным ростом организма ребенка, завершением развития всех систем организма, полового созревания. В этой стадии различают старший школьный, подростковый и пубертатный возрасты.

**Стадия юношеского возраста** продолжается у мужчин с 17 до 21 года, у женщин — с 16 до 20 лет. Эта стадия характеризуется замедлением роста организма.

После нее начинаются стадии развития взрослого человека.

**Стадия зрелого возраста** у мужчин длится с 21 года до 60 лет, у женщин — с 20 до 55 лет.

Первая половина этой стадии (обычно до 35 лет) характеризуется прекращением роста организма, устойчивостью деятельности функциональных систем. Вторая половина характеризуется перестройкой нервной и гормональной систем, значительным изменением физиологических функций (переходом к показателям, характерным для старшего возраста).

**Стадия пожилого возраста** длится у мужчин с 60 до 75 лет, у женщин — с 55 до 75 лет. Она характеризуется ускорением старения — у человека нарастают возрастные изменения, которые уже мало компенсируются имеющимися резервами адаптации, отмечаются атеросклероз, гипертоническая болезнь и т. д.

**Стадия старческого возраста.** Старческий возраст — это жизнь и деятельность человека после 75 лет, во время которого происходит развернутая инволюция организма — резкое снижение уровня основных физиологических функций, падает надежность адаптации, нарастает вероятность смерти.

Человек может жить в среднем 90–100 лет.

## ЛИТЕРАТУРА

---

1. *Алексеев В. П.* Историческая антропология. — М., 1979.
2. *Алексеев В. П.* Становление человечества. — М., 1984.
3. Антропология. Хрестоматия. 2-е изд., испр. и доб. — М.: Российское психологическое общество, 1999.
4. *Билич Г. Л., Крыжановский В. А.* Анатомия человека. Русско-латинский атлас. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: Оникс, 2010. — 704 с.: ил.
5. *Бромлей Ю. В.* Очерки теории этноса. — М.: Изд-во ЛКИ, 2008. — 440 с.
6. *Бутовская М. Л.* Современные проблемы систематики и филогении приматов // Вопросы прикладной приматологии: Межвед. сб. науч. и науч.-метод. тр. — М.: Московский зоопарк, 2004. С. 12–35.
7. *Вернадский В. И.* Научная мысль как планетарное явление / Отв. ред. А. Л. Яшин. — М.: Наука, 1991.
8. *Вернадский В. И.* Несколько слов о ноосфере // <http://vernadsky.name/wp-content/uploads/2013/01/neskolko-slov-o-noosfere.pdf>.
9. *Георгиевский А. Б.* Эволюционная антропология (историко-научное исследование). — СПб.: Нестор-История, 2009. — 256 с.
10. *Гумилев Л. Н.* Этногенез и биосфера Земли // [http://www.bim-bad.ru/docs/gumiljev\\_lev\\_ethnogenesis.pdf](http://www.bim-bad.ru/docs/gumiljev_lev_ethnogenesis.pdf)
11. *Гумилев Л. Н.* Этносфера: История людей и история природы. — М.: Экопрос, 1993. — 544 с.
12. *Дарвин Ч.* Происхождение человека и половой отбор // *Дарвин Ч.* Полн. собр. соч. Т. 3. — М., 1953. — С. 133–670.

13. *Дерябин В. Е.* Антропология: Курс лекций. — М.: МГУ, 2009. — 344 с.
14. *Дерягина М. А.* Эволюционная антропология. Биологические и культурные аспекты. — М., 1999.
15. *Джохансон Д., Иди М. Люси.* Истоки рода человеческого. — М, 1984.
16. *Дольник В. Р.* Непослушное дитя биосферы. — М.: Педагогика-Пресс, 1994. — 208 с.
17. *Иорданский Н. Н.* Эволюция жизни. — М.: Академия, 2001. — 425 с.
18. *Камкин А. Г.* Фундаментальная и клиническая физиология: Учебник для студ. вузов / Под ред. А. Г. Камкина, . А. Каменского. — М: Издательский центр «Академия», 2004. — 1072 с.
19. *Лавджой К. О.* Эволюция выпрямленного способа передвижения у человека // В мире науки. Scientific American. — М., 1989.
20. *Лазуков Г. И.* Природа и древний человек (основные этапы развития). М.: Мысль, 1981. — 185 с.
21. *Левин М. Г.* Очерки по истории антропологии в России. — М., 1960.
22. *Максимов В. И., Ипполитова Т. В., Фомина В. Д.* Основы анатомии и физиологии человека / Под ред. проф. В. И. Максимова. — М.: КолосС, 2004. — 168 с.
23. *Максимов В. И.* Основы физиологии организма человека и животных с методическими разработками к практическим занятиям по курсу физиологии. — Казань, 1995. — 119 с.
24. *Мальтус Т. Р.* Опыт о законе народонаселения или изложение прошедшего и настоящего действия этого закона на благоденствие человеческого рода, с приложением нескольких исследований о надежде на отстранение или смягчение причиняемого им зла. — СПб.: Типография И. И. Глазунова, 1868.
25. *Остапенко, В. А.* Опыт содержания крупных групп приматов в Ряздском зоопарке // Вопросы прикладной приматологии: Межвед. сб. науч. и науч.-метод. тр. — М.: Московский зоопарк, 2004. — С. 92–102.

26. *Привес М. Г.* Анатомия человека: Учебник для вузов // *Привес М. Г., Ламберт Н. К. Д.* Доисторический человек. Кембриджский путеводитель. — Л.: Недра, 1991. — 205 с.
27. *Рогинский Я. Я., Левин М. Г.* Антропология. — М., 1963.
28. *Рожков Ю. И., Проняев А. В.* Общая биология: популяции, виды, эволюция. Т. 1, 2. — М., 2013. — 550 с.
29. *Рычков Ю. Г., Яшук Е. В.* Генетика и этногенез. Историческая упорядоченность генетической дифференциации популяций человека (модель и реальность) // Вопросы антропологии. Вып. 75. — М., 1985.
30. *Садохин А. П., Грушевицкая Т. Г.* Этнология: Учебник. — М.: Издательский центр «Академия», 2003. — С. 320.
31. *Сапин М. П., Сивоглазов В. И.* Анатомия и физиология человека (с возрастными особенностями детского организма): Учебное пособие. — М.: Академия, 1997. — 448 с.
32. *Сапин М. Р., Брыксина З. Г.* Анатомия человека: Учебник для вузов. — 7-е изд., перераб. и доп. — М.: Мир и обр., 2007. — 992 с.
33. *Семенов Э. В.* Физиология и анатомия. М., 1997. — 470 с.
34. *Стерки П.* Основы физиологии: Пер. с англ. — М.: Мир, 1984. — 556 с.
35. *Судаков К. В., Андрианов В. В., Вагин Ю. Е., Киселев И. И.* Физиология человека: Атлас динамических схем / Под ред. акад. РАМН К. В. Судакова. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. — 416 с.
36. Физиология человека / Под. ред. Г. И. Косицкого. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Медицина, 1985. — 544 с.
37. Физиология человека: в 3 т. Пер. с англ. / Под ред. Р. Шмидта, Г. Тевса. — М.: Мир, 1996. — 323 с.
38. *Фомина В. Д., Максимов В. И., Пивоварова Е. П.* Словарь биологических терминов и понятий и контрольные работы по биологии. М.: МГАВМиБ им. К. И. Скрябина, 2000. — 67 с.
39. *Харитонов, В. М.* Антропология: Учебное пособие. — М.: Владос, 2004. — 385 с.



40. *Хомякова, И. А.* Антропология. Эволюция человека: Учебное пособие — М., 2004.
41. *Хрисанфова Е. Н., Перевозчиков И. В.* Антропология. — М.: Изд. МГУ, 1991, 1999, 2004.
42. *Христофоров Е. Н., Перевозчиков И. В.* Антропология. — М.: МГУ, Высшая школа, 2002. — 208 с.
43. *Чебоксаров, Н. Н., Чебоксарова, И. А.* Народы, расы, культуры. — М., 1971.
44. *Шмидт, Р., Тевс, Г.* Физиология человека: Учебник. В 3 т. / Пер. с англ. — 3-е изд. — М.: Мир, 2005. — 865 с.
45. *Janne O. A., Kontula K. K.* Hormone receptors and target cell responsiveness // *Ann. Clin. Res.* 1980. — Vol. 12. P. 174–191.
46. <http://ru.wikipedia.org/wiki/>
47. <http://www.allbest.ru/>
48. <http://www.students.ru>

# ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

---

## А

Автоматия 243  
Агглютинины 233  
Агглютиногены 233  
Аденогипофиз 220  
Аденилатциклаза 219  
Адреналин 225  
Аккомодация 205  
Аксон 159  
Актин 157, 273  
Аминокислоты 303, 313  
— заменимые 313  
— незаменимые 313  
Амилаза (а-) 300, 304, 305  
Анаболизм 311  
Анализаторы 196  
— вкусовой 200  
— зрительный 204  
— кожный 198  
— обонятельный 201  
— слуховой 202  
Анатомия 3  
Антивитамины 324  
Антигены 233, 236  
Антропология 3  
АТФ 326  
Антитела 233  
Артерии 247  
Аскорбиновая кислота 323  
Ассимиляция 311  
Ацетилхолин 193

## Б

Белки 292, 311  
Беременность 345  
Билирубин 304  
Бронхи 284  
Буферные системы крови 230  
  
**В**  
Варолиев мост 175  
Вегетативная нервная система 189  
— метасимпатическая 194  
— парасимпатическая 192  
— симпатическая 190  
Вены 247  
Вестибулярный аппарат 198  
Висцерорецепторы 197  
Витамины 320  
— водорастворимые 322  
— жирорастворимые 321  
Витаминоподобные соединения 324  
Вода 320  
Воздух 285  
— альвеолярный 288  
— вдыхаемый 290  
— выдыхаемый 290  
— дыхательный 290  
— остаточный 290  
— резервный 290  
Волосы 278

## Г

- Газообмен в легких 288
- Газообмен в тканях 289
- Гемоглобин 231
- Гемолиз 232
- Гигиена 4
- Гипоталамус 177, 219
- Гипофиз 220
  - аденогипофиз 220
  - нейрогипофиз 220
- Гликоген 226
- Глотка 295
- Глотание 301
- Глюкагон 226
- Головной мозг 173
- Гомеостаз 229, 331
- Гормоны 218
  - адренокортикотропный гормон (АКТГ) 221
  - гормон роста (СТГ) 220
  - вазопрессин (АДГ) 221
  - глюкагон 225
  - инсулин 225
  - либерины 219
  - лютеонизирующий гормон (ЛГ) 221
  - меланоцитостимулирующий гормон (МЦСТ) 221
  - окситоцин 222
  - паратгормон 223
  - пролактин (ЛТГ) 221
  - статины 219
  - тиреокальцитонин 223
  - тиреотропный гормон (ТТГ) 221
  - фолликулостимулирующий гормон (ФСГ) 221
  - производные аминокислот
    - — адреналин 225
    - — мелатонин 222
    - — норадреналин 225
    - — тироксин 223
    - — трийодтиронин 223
  - производные стероидов

- — минералкортикоиды 224
- — — альдостерон 224
- — — глюкокортикоиды 224
- — — кортизол 224
- — половые 225
- — — андрогены 225, 227
- — — эстрогены 225, 226
- Гортань 301

## Д

- Давление крови 245
- ДНК 148, 312
- Дендрит 159
- Дефекация 309
- Диастола 242
- Диссимилиация 311
- Дыхательный центр 290

## Е

- Емкость легких 290
  - вдоха 290
  - жизненная 290
  - общая 290
  - функциональная остаточная 290

## Ж

- Жевание 300
- Железы внутренней секреции 217
  - гипоталамус 220
  - гипофиз 220
  - — аденогипофиз 220
  - — задняя доля 222
  - — средняя доля 222
  - надпочечники 223
  - — корковый слой 224
  - — мозговой слой 224
  - парашитовидные 223
  - поджелудочная 225
  - половые 226
  - — семенники 227
  - — яичники 226

— тимус 223  
— щитовидная 223  
— эпифиз 221  
— желтое тело 226  
— плацента 227  
Желудочный сок 301  
Желчные пигменты 304  
Желчеобразование 304  
Желчь 304  
Жиры 304, 314  
Жирные кислоты 304, 314  
Жировая ткань 314

## **З**

Зигота 344  
Зрачок 204  
Зрение 204  
Зубы 292

## **И**

Иммунитет 236  
— гуморальный 236  
— клеточный 236  
Интерорецепторы 197

## **К**

Кальциферолы 322  
Капилляры 248  
Катаболизм 311  
Катехоламины 224  
Кишечный сок 304  
Клапаны сердца 242  
Клетка 146  
Кожа 277  
Кора больших полушарий  
головного мозга 180  
Кость 255  
Кровь 228  
— группы 233  
— плазма 230  
— свертывание 233  
— свойства 230  
— форменные элементы  
231

Кровообращение 238  
— большой круг 238  
— малый круг 238

## **Л**

Лактаза 304  
Легочная вентиляция 287  
Лейкоциты 232  
— базофилы 232  
— лимфоциты 232  
— моноциты 232  
— нейтрофилы 232  
— эозинофилы 232  
Лимбическая система 180  
Лимфа 252  
Лимфатическая система  
252  
— капилляры 253  
— сосуды 253  
— узлы 253  
Лимфоциты 232, 236  
Липаза 302, 304  
Липиды 314

## **М**

Макроэлементы 317  
Мальтаза (глюкозидаза)  
300, 304  
Матка 343, 345  
Маточная труба 342  
Меланин 205  
Метасимпатическая нерв-  
ная система 194  
Микроэлементы 318  
Минеральные вещества  
317  
Миозин 157, 273  
Миокард 157, 243  
Миофибриллы 273  
Миоциты 159  
Млекопитающие 21  
Мозжечок 175  
Моноциты 232  
Моча 333  
Мочевина 230, 313

Мочевой пузырь 329, 333  
Мочеиспускание 334  
Мочеобразование 329  
Мышечные волокна 157  
Мышечная ткань 157  
Мышцы  
— гладкие 159  
— сердечная 157, 243  
— скелетные 157, 268

## Н

Надкостница 256  
Нервная ткань 159  
Нервно-гормональная  
регуляция 161, 169  
Нервные волокна 183  
Нервный центр 167  
Нефрон 331  
Нейроны 165  
— афферентные 165  
— вставочные 165  
— эфферентные 165  
Ногти 279  
Ноосфера 121  
Норадреналин 191, 225

## О

Обмен веществ 311  
— аминокислот 313  
— белков 312  
— витаминов 320  
— воды 320  
— липидов 314  
— минеральных веществ 317  
— углеводов 315  
Обмен энергии 325  
Обоняние 201  
Обратная связь 171  
Овогенез 339  
Овуляция 339, 342  
Ооцит 339  
Оплодотворение 344  
Оптическая система 204  
Орган 145

Организм 145  
Осморецепторы 197

## П

Память 214  
Парциальное давление 289  
Пепсин 302  
Печень 298, 304  
Пигменты кожи 277  
Пищевод 295  
Плазма крови 230  
Плацента 346  
Плацентарные 21  
Поджелудочная железа 228, 303  
Позвоночные 21  
Постнатальный период 348  
Пот 277  
Потовые железы 277  
Почки 329  
Прием пищи 299  
Приматы 25  
— низшие (полуобезьяны) 27  
— высшие (человекоподобные) 39  
Прогестерон 227  
Продолговатый мозг 174  
Происхождение человека 14  
Промежуточный мозг 177  
— гипоталамус 177  
— таламус 177  
— эпителиум 178  
Проприорецепторы 197  
Протромбин 230

## Р

Работа мышц 274  
Расоведение 12  
Расогенез 94  
Расы человека 94

Реабсорбция 332  
Резус-фактор 234  
Ренин 228  
Ретикулярная форма-  
ция 178  
Рефлексы 166  
— безусловные 168, 208  
— условные 168, 208  
Рефлекторная дуга 167  
Рецепторы 197  
Рецепция 196  
Рибофлавин 323  
Родопсин 207  
Роды 347

## **С**

Сарколема 273  
Семенники 227, 336  
Сенсорные зоны 196  
Сердечный толчок 244  
— цикл 242  
Сигнальные системы  
— первая 212  
— вторая 212  
Сила мышц 274  
Системы органов 145  
Систола 242  
Скелет 255  
Слюна 294, 300  
Соединительная ткань  
153  
Сок поджелудочной желе-  
зы 303  
Сокращения мышц 273,  
274  
Соматическая нервная  
система 184  
Сон 214  
Сперматогенез 337  
Сперматозоиды 338  
Спинной мозг 171  
Средний мозг 176  
Стероиды 218  
Сухожилие 268

## **Т**

Таксономия 5  
Теплоотдача 327  
Теплопродукция 327  
Тиамин 322  
Тироксин 223  
Ткань 149  
Токоферолы 322  
Тоны сердца 244  
Торможение условных  
рефлексов  
— внешнее 211  
— — безусловное 211  
— — запредельное 211  
— внутреннее 211  
— — угасание 211  
— — дифференцировка  
211  
— — условный тор-  
моз 212  
— — запаздывание 212  
Трахея 284  
Трипсин 303  
Тромб 230  
Тромбин 230  
Тромбопластин 230  
Тромбоциты 233

## **У**

Углеводы 300, 315  
Утомление мышц 275

## **Ф**

Фагоцитоз 232, 236  
Ферменты 299  
Фибрин 230  
Фибриноген 230  
Физиология 4  
Филлохинон 322  
Фильтрация 332  
Фолликул 339  
Функции крови 228  
Функциональная система  
169

## **Х**

Хеморецепторы *197*

Хиломикроны *314*

Химозин *302*

Химотрипсин *303*

Химус *305*

Хордовые *21*

Хрусталик *205, 207*

## **Ц**

Цианкобаламин *323*

## **Ч**

Человек

— морфобиология *61*

— биологическая природа

*62*

— экологическое сходство

*62*

— биосоциальный вид *62*

— естественный отбор *64*

— современного типа *89*

Черепномозговые нервы

*184*

## **Щ**

Щитовидная железа *222*

## **Э**

Экстерорецепция *198*

Эластичность *274*

Электрокардиограмма *245*

Эмбриогенез *345*

Энтеропептидаза *305*

Эпителий *149*

Эритроциты *231, 233*

Этапы эволюции приматов *69*

Этнос *114*

## **Я**

Яичники *226, 338*

Яйцеклетка *344*

Язык *292*

Языки мира *103*

Язык и мышление *112*

# ОГЛАВЛЕНИЕ

---

<b>Предисловие.....</b>	<b>3</b>
<b>Глава 1. Систематика и разнообразие приматов .....</b>	<b>5</b>
Введение .....	5
Антропология как комплексная наука о человеке ....	11
Место человека в системе животного мира .....	14
Доказательства гипотезы происхождения	
человека от животных .....	14
Место человека в системе живой природы .....	21
Систематика и разнообразие	
современных приматов .....	24
Современные приматы .....	25
Человек как биосоциальный вид животных .....	61
<b>Глава 2. Основные этапы антропогенеза .....</b>	<b>67</b>
Ранняя эволюция отряда приматов .....	67
Методы определения возраста ископаемых	
находок .....	68
Основные этапы эволюции приматов .....	69
Первые прямоходящие гоминиды .....	76
Первые представители рода <i>Ното</i> и архантропы:	
черты морфоанатомической и культурной	
специализации .....	80
Развитие орудийной деятельности и культуры .....	82
Палеоантропы и их роль в процессе антропогенеза ...	84
Неоантроп — человек современного типа:	
место происхождения, возможные предки .....	89



<b>Глава 3. Основы расоведения и расогенез</b>	<b>94</b>
Расогенез современного человека:	
вопросы происхождения различных рас	94
Современные расы и их классификация	95
<b>Глава 4. Языки и этносы</b>	<b>103</b>
Языковые группы людей, их распространение	103
Развитие и смены этносов	114
Современные особенности этногенеза	118
<b>Глава 5. Демографические проблемы и прогресс</b>	<b>121</b>
Ноосфера	121
Научно-техническая революция и перенаселение Земли	123
Перспективы динамики народонаселения в мире и в России	128
<b>Глава 6. Основные принципы структурно-функциональной организации организма человека</b>	<b>145</b>
Основы физиологии клетки	146
Структурные элементы клетки и их роль	147
Ткани организма и их свойства	149
Эпителиальная ткань	149
Соединительная ткань	153
Мышечная ткань	157
Нервная ткань	159
<b>Глава 7. Системы организма человека</b>	<b>161</b>
Общий обзор	161
Интегрирующие системы	164
Нервная система	164
Анализаторы (сенсорные системы)	196
Высшая нервная деятельность	207
Железы внутренней секреции	217
Система крови	228
Иммунная система	235
Система кровообращения и лимфообращения	238
Соматические системы	255
Опорно-двигательная система	255
Кожный покров и его производные	276

Висцеральные системы. ....	279
Полости тела и их серозные оболочки . ....	279
Система дыхания . ....	283
Система пищеварения . ....	291
Прием пищи . ....	299
Пищеварение в полости рта. ....	300
Пищеварение в желудке . ....	301
Пищеварение в кишечнике . ....	303
Всасывание продуктов превращения питательных веществ, минеральных веществ, витаминов и воды. ....	306
Регуляция пищеварения . ....	308
Дефекация, или выведение каловых масс . ....	309
Обмен веществ и энергии. ....	310
Теплообразование и теплоотдача . ....	327
Система выделения . ....	328
Половая система . ....	335
Лактация . ....	347
Особенности развития после рождения . ....	348
<b>Литература . ....</b>	<b>350</b>
<b>Предметный указатель . ....</b>	<b>354</b>

*Владимир Ильич МАКСИМОВ,  
Владимир Алексеевич ОСТАПЕНКО,  
Вера Даниловна ФОМИНА,  
Татьяна Владимировна ИППОЛИТОВА*

## **БИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА**

**У Ч Е Б Н И К**

*Под ред. профессора В. И. Максимова*

Зав. редакцией ветеринарной  
и сельскохозяйственной литературы *И. О. Туренко*  
Ответственный редактор *У. А. Косякова*

ЛР № 065466 от 21.10.97  
Гигиенический сертификат 78.01.07.953.П.007216.04.10  
от 21.04.2010 г., выдан ЦГСЭН в СПб

**Издательство «ЛАНЬ»**  
lan@lanbook.ru; www.lanbook.com  
192029, Санкт-Петербург, Общественный пер., 5.  
Тел./факс: (812) 412-29-35, 412-05-97, 412-92-72.  
Бесплатный звонок по России: 8-800-700-40-71

Подписано в печать 09.04.15.  
Бумага офсетная. Гарнитура Школьная. Формат 84×108<sup>1/32</sup>.  
Печать офсетная. Усл. п. л. 19,32. Тираж 500 экз.

Заказ № .

Отпечатано в полном соответствии  
с качеством предоставленного оригинал-макета  
в ОАО «Издательско-полиграфическое предприятие «Правда Севера».  
163002, г. Архангельск, пр. Новгородский, д. 32.  
Тел./факс (8182) 64-14-54; www.ippps.ru