



# ОГЛАВЛЕНИЕ

---

ОТ АВТОРОВ .....	3
ВВЕДЕНИЕ .....	5
<b>Глава 1. ОБЩАЯ АНАТОМИЯ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ .....</b>	<b>18</b>
1.1. Отделы нервной системы .....	21
1.2. Развитие нервной системы .....	24
1.3. Нервная ткань .....	27
1.3.1. Нейроны .....	27
1.3.2. Нейроглия .....	31
1.4. Рефлекторный принцип функционирования нервной системы .....	34
1.5. Оболочки и кровоснабжение головного и спинного мозга ..	36
1.6. Ликворная система мозга .....	41
Контрольные вопросы .....	42
<b>Глава 2. СПИННОЙ МОЗГ И СПИНОМОЗГОВЫЕ НЕРВЫ .....</b>	<b>45</b>
2.1. Строение спинного мозга .....	46
2.1.1. Внешнее строение спинного мозга .....	46
2.1.2. Сегментарное строение спинного мозга .....	46
2.1.3. Строение серого вещества .....	48
2.1.4. Строение белого вещества .....	51
2.2. Спинномозговые нервы, их производные и области иннервации .....	53
2.2.1. Строение спинномозгового нерва .....	55
2.2.2. Шейное сплетение и его ветви .....	59
2.2.3. Плечевое сплетение и его ветви .....	60
2.2.4. Пояснично-крестцовое сплетение и его ветви .....	63
Контрольные вопросы .....	66
<b>Глава 3. АВТОНОМНАЯ (ВЕГЕТАТИВНАЯ) НЕРВНАЯ СИСТЕМА .....</b>	<b>68</b>
3.1. Симпатическая часть АНС .....	73
3.2. Парасимпатическая часть АНС .....	77
3.3. Висцеральные сплетения и висцеральные узлы .....	80
Контрольные вопросы .....	83

<b>Глава 4. ГОЛОВНОЙ МОЗГ</b> . . . . .	<b>85</b>
4.1. Особенности развития головы и головного мозга . . . . .	85
4.2. Ствол мозга . . . . .	93
4.2.1. Продолговатый мозг . . . . .	94
4.2.2. Мост . . . . .	98
4.2.3. Средний мозг . . . . .	101
4.2.4. Ретикулярная формация . . . . .	103
4.3. Черепные нервы и области их иннервации . . . . .	105
4.4. Мозжечок и его связи . . . . .	119
4.5. Промежуточный мозг . . . . .	123
4.5.1. Таламус . . . . .	124
4.5.2. Эпиталамус . . . . .	127
4.5.3. Метаталамус . . . . .	127
4.5.4. Субталамус . . . . .	128
4.5.5. Гипоталамус . . . . .	128
4.6. Конечный мозг . . . . .	133
4.6.1. Полушария большого мозга и их рельеф . . . . .	133
4.6.2. Строение коры головного мозга . . . . .	141
4.6.3. Базальные ядра . . . . .	148
Контрольные вопросы . . . . .	151
<b>Глава 5. ПРОВОДЯЩИЕ ПУТИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ   НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ</b> . . . . .	<b>154</b>
5.1. Внутренние связи головного и спинного мозга . . . . .	154
5.1.1. Ассоциативные пути . . . . .	154
5.1.2. Комиссуральные пути . . . . .	156
5.1.3. Проекционные пути . . . . .	157
5.2. Сенсорные проводящие пути . . . . .	160
5.2.1. Виды рецепции . . . . .	162
5.2.2. Проводящие пути протопатической чувствительности . . . . .	164
5.2.3. Проводящие пути глубокой чувствительности . . . . .	164
5.2.4. Проводящие пути поверхностной чувствительности . . . . .	166
5.2.5. Сенсорные пути мозжечкового направления . . . . .	168
5.3. Проводящие пути пирамидной системы . . . . .	169
5.4. Проводящие пути экстрапирамидной системы . . . . .	171
5.5. Проекционные связи мозжечка . . . . .	173
5.6. Связи лимбической системы . . . . .	175
Контрольные вопросы . . . . .	177
<b>Глава 6. ОРГАНЫ ЧУВСТВ</b> . . . . .	<b>180</b>
6.1. Орган зрения . . . . .	181
6.1.1. Глазное яблоко . . . . .	181
6.1.2. Вспомогательный аппарат глаза . . . . .	184
6.1.3. Проводящие пути зрительного анализатора . . . . .	184

---

6.2. Орган слуха и равновесия .....	185
6.2.1. Наружное ухо .....	186
6.2.2. Среднее ухо .....	186
6.2.3. Внутреннее ухо .....	187
6.2.4. Улитковый лабиринт .....	188
6.2.5. Проводящий путь слухового анализатора .....	189
6.2.6. Вестибулярный лабиринт .....	190
6.2.7. Проводящий путь вестибулярного аппарата .....	190
6.3. Орган обоняния и орган вкуса .....	192
Контрольные вопросы .....	193
<b>СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ .....</b>	<b>195</b>
<b>ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ .....</b>	<b>204</b>

# ОТ АВТОРОВ

---

Создание учебного пособия по анатомии нервной системы сопряжено с немалыми трудностями. Нейроанатомия как наука и как учебная дисциплина содержит огромный фактический материал. Именно поэтому потребность в небольшом по объему пособии, в котором кратко и доступно были бы изложены основы анатомии нервной системы с учетом современных достижений нейронаук, достаточно высока.

В системе подготовки специалистов с высшим образованием не только в области медицины, но и в таких областях как биология, педагогика, психология и физическое воспитание знание анатомии нервной системы занимает важное место. Это вполне понятно, так как изучение строения и функций нервной системы человека, и в первую очередь его головного мозга, является неперенным условием не только для понимания процессов жизнедеятельности человека, но и для формирования адекватных способов воздействия на его организм, применяемых и в педагогической практике, и в целях психологической коррекции.

Анатомия традиционно и вполне заслуженно относится к числу фундаментальных дисциплин, в русле которых формируются материалистические представления о единстве человека с животным миром, о его связях с окружающей средой, о целостности организма и многообразии проявлений его жизнедеятельности, о развитии структурно-функциональных особенностей в онтогенезе и т. п. Чисто описательная анатомия с длиннейшим перечнем латинских названий многочисленных анатомических структур, как справедливо отмечал крупнейший русский анатом П. С. Лесгафт, «приносит мало пользы занимающемуся и только обременяет его, не давая ему никакого понятия о значении этих форм». Поэтому при изучении анатомии нервной системы, особенно на начальных этапах профессиональной подготовки, чрезвычайно важно уяснить, какова функциональная взаимосвязь различных анатомических структур. Это позволяет сформировать представление о целостности нервной системы и ее огромной роли в коммуникативных взаимоотношениях.

Знание анатомии нервной системы необходимо не только врачам. Это актуально и для биологов, и для учителей, и для психологов. В силу характера своей профессиональной деятельности учи-

теля и психологи способны оказывать влияние на психику ребенка или взрослого, именно поэтому, ознакомившись с основами анатомии нервной системы, они должны в дальнейшем самостоятельно углублять знания в этой области.

При изложении анатомического материала особое внимание уделено раскрытию принципов системной структурно-функциональной организации мозга, что играет важную роль в понимании становления функциональных возможностей центральной нервной системы в процессе роста и развития детей и подростков. Восприятие учебного материала существенно облегчается благодаря многочисленным рисункам и схемам, большая часть которых оригинальна. Анатомические термины в книге приведены в соответствии с новой Международной анатомической номенклатурой, принятой Международным комитетом по анатомической терминологии (FCAT, 1998). Авторы стремились к тому, чтобы в пособии анатомическое описание строения нервной системы рационально сочеталось с описанием психофизиологических особенностей ее функционирования. В какой мере это удалось — судить студентам и преподавателям.

Данное учебное пособие создавалось как специальный курс по анатомии нервной системы человека для студентов психологических и педагогических специальностей. Он был апробирован при занятиях со студентами Института психоанализа и на медицинском факультете Российского университета дружбы народов. Вместе с тем пособие может быть рекомендовано студентам высших медицинских учебных заведений, студентам биологических факультетов университетов и педагогических вузов.

# ВВЕДЕНИЕ

---

*Анатомия нервной системы* является одним из разделов *анатомии человека*, в котором рассматриваются строение и развитие головного и спинного мозга, а также периферической нервной системы, включающей нервы, нервные узлы (ганглии), нервные сплетения и автономную нервную систему. Сама же анатомия, изучающая строение тела человека, его внешнюю форму, а также развитие и строение отдельных органов и систем органов, обеспечивающих все жизненные проявления организма, относится к числу базовых (фундаментальных) наук о человеке.

В анатомии нервной системы находит отражение важный принцип единства строения организма и его функций. Наряду с физиологией, антропологией, генетикой и другими медико-биологическими и психолого-педагогическими дисциплинами она закладывает фундаментальные знания о закономерностях жизнедеятельности организма человека, определяющих характер и особенности его поведения.

Известно, что в основе поведения человека, как и поведения всех других живых существ, лежит удовлетворение различных потребностей, которые в значительной степени определяются строением и функциональными возможностями их собственного организма. Удовлетворение потребностей живого существа, позволяющее ему выжить и оставить жизнеспособное потомство, означает его успешную адаптацию к условиям существования. Во взаимодействии с внешней средой каждый организм вырабатывает адаптационные формы поведения, которые у подавляющего большинства животных, и человека в том числе, осуществляются при самом непосредственном участии нервной системы.

В соответствии с принятой в отечественной науке концепцией нервизма нервная система играет основополагающую роль в регулировании всех проявлений жизнедеятельности организма и его поведения. У человека нервная система:

- управляет деятельностью различных органов и их систем, составляющих целостный организм;
- координирует процессы, протекающие в организме, с учетом состояния внутренней и внешней среды, анатомически и функционально связывая все части организма в единое целое;

- посредством органов чувств осуществляет связь организма с окружающей средой, обеспечивая взаимодействие с ней;
- способствует становлению межличностных контактов, необходимых для организации социума.

Поэтому для психолога так важно изучение анатомии нервной системы. Не располагая знаниями о ее строении и развитии, невозможно разобраться во всем многообразии функциональных проявлений организма человека, включая различные формы психической деятельности.

Анатомия нервной системы сложилась как аналитическая наука, так как в ее основе лежит анализ, т. е. расчленение сложноустроенного мозга на составляющие его элементы. Для этих целей используются различные методы исследования: рассечение (препарирование), изготовление тонких срезов и избирательное окрашивание их, заполнение кровеносных и лимфатических сосудов консервирующими жидкостями и окрашенными массами, рентгенография, компьютерная томография и другие современные методы исследования. Широко используются также микроскопические методы, с помощью световых и электронных микроскопов позволяющие изучить тонкое строение нервной ткани и структурные взаимоотношения нейронов.

Прежде чем перейти к конкретному изложению материала по анатомии нервной системы, необходимо сделать краткий обзор основополагающих представлений о строении человеческого тела.

Организм человека устроен удивительным образом. Он включает огромное число различных структур, начиная от клеток и кончая сложными системами органов, такими как нервная и кровеносная. Достаточно сказать, что число клеток в организме человека достигает астрономической величины —  $10^{16}$ , из которых ежедневно обновляется несколько миллионов. Вместе с тем все анатомические структуры человека тесно взаимосвязаны и взаимодействуют между собой таким образом, чтобы обеспечить адекватное и целесообразное поведение организма в постоянно меняющихся условиях окружающей среды.

**Положение человека в природе.** Человек является представителем животного мира и продуктом эволюции жизни на Земле. В силу этого и строение тела человека, и его функции подчиняются общим биологическим закономерностям, которым подчиняются все остальные живые формы.

По своим биологическим характеристикам человек относится к *типу хордовых* и *подтипу позвоночных* (отличительной особенностью подтипа позвоночных является наличие метамерно устроенного позвоночного столба, составляющего осевой скелет туловища); *классу млекопитающих* и *семейству гоминид*. Современный человек (*Homo sapiens* — человек разумный) появился около 50–30 тысяч лет назад. По сравнению с продолжительностью общей эволюции



жизни на Земле (около 5 млрд лет) это очень небольшой срок. Между тем за это время человек сделал гигантский шаг в своем развитии.

Среди ныне живущих на Земле животных человек является социальным существом. Он живет в обществе и многими своими особенностями обязан именно этому. Развитие человека шло не по пути изменения строения его тела и поведения, т. е. выработки прямохождения, значительного развития головного мозга, формирования руки и превращения ее в орган самообслуживания и орган труда, становления членораздельной речи и т. п. Для человечества в целом характерно развитие культуры и создание запаса знаний, которым оно пользуется сообща и который увеличивается из поколения в поколение. Таким образом, на физическое развитие человека оказывают влияние не только природно-биологические факторы, но и факторы социальной среды, в которой развивается каждый индивидуум.

Все признаки, присущие живой материи, свойственны и человеку. К числу основных таких признаков следует отнести:

- потребность в постоянном притоке веществ извне, обеспечивающем организм пластическими и энергетическими материалами;
- активное перемещение в пространстве;
- изменчивость, благодаря которой организм адаптируется к окружающей среде;
- наследование генетических признаков, т. е. способность родителей передавать потомству генетическую информацию, обеспечивающую развитие морфологических, физиологических и биохимических признаков;
- рост и развитие;
- способность к воспроизведению себе подобных (репродукция).

Помимо этого человеку присущи:

- способность к защите своей внутренней среды от чужеродных агентов — иммунитет;
- способность к разумной психической деятельности.

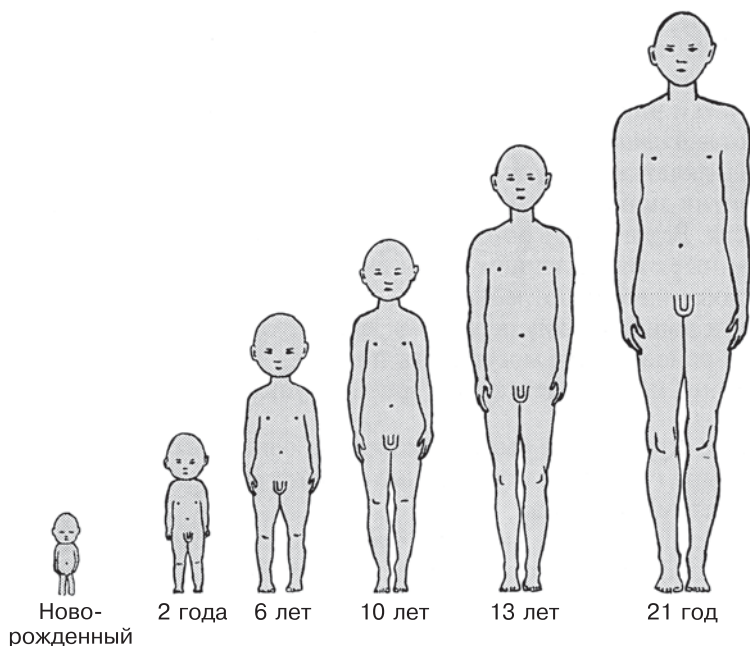
Все перечисленные выше признаки имеют свое структурно-функциональное обеспечение, в том числе со стороны нервной системы.

**Развитие организма человека.** Индивидуальное развитие человека (онтогенез) начинается с момента оплодотворения, когда происходит слияние женской (яйцеклетки) и мужской (сперматозоид) половых клеток. Начальные этапы развития протекают в половых путях женщины, поэтому весь онтогенез принято делить на *пренатальный* и *постнатальный* (от лат. *natus* — роды) периоды, т. е. дородовой и послеродовой.

В пренатальном (внутриутробном) периоде онтогенеза в свою очередь выделяют *зародышевый (эмбриональный)* и *плодный (фетальный)* периоды. Первый длится 2 месяца, второй — с 3-го по 9-й включительно (рис. 1).

Периоды внутриутроб- ной жизни	ЭМБРИОНАЛЬНЫЙ ПЕРИОД					ПЛОДНЫЙ ПЕРИОД				
	1	2	3	4-6	7-8	9-17	18-25	26-35	36-40	
Формирова- ние систем и органов										
	<b>Закладка осевых органов</b>					<b>Органогенез и системогенез</b>				
Формирова- ние нервной системы	Дробле- ние зиготы	Нервная пластин- ка	Нервная трубка	Деление и мигра- ция нейро- бластов	Объединение нервных клеток в ядра (центры)	Синтез и выде- ление нейроме- диа- торов	Формиро- вание межней- ронных связей	Формирова- ние проводящих путей, миелинизация нервных волокон		

Рис. 1. Пренатальный период развития человека



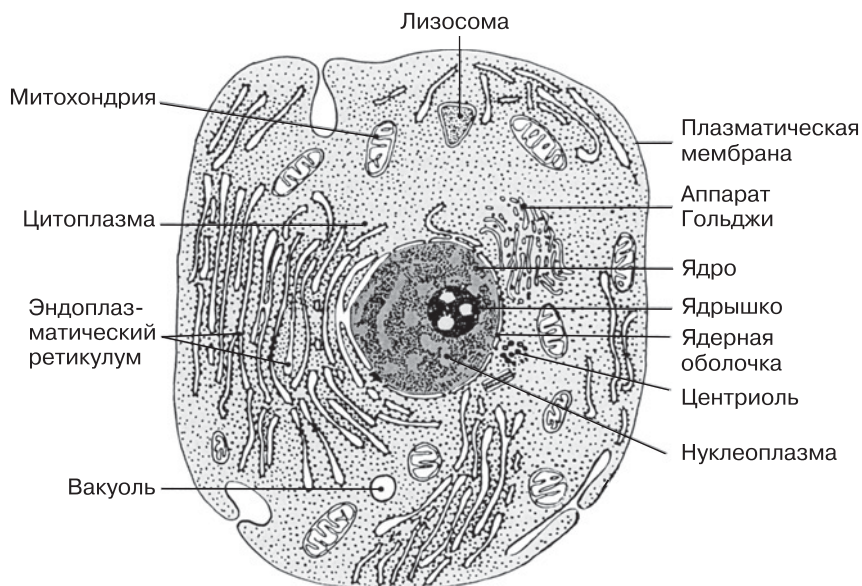
**Рис. 2.** Изменение длины и пропорций тела в процессе постнатального роста и развития организма

В эмбриональном периоде происходит увеличение числа клеток, которые постепенно дифференцируются в зачатки всех типов тканей (*гистогенез*). В течение второго месяца внутриутробного развития образуются органы (*органогенез*); в основных чертах формируются части тела: голова, шея, туловище и конечности. С 3-го месяца начинается интенсивный рост и развитие тела плода, продолжающийся и после рождения ребенка.

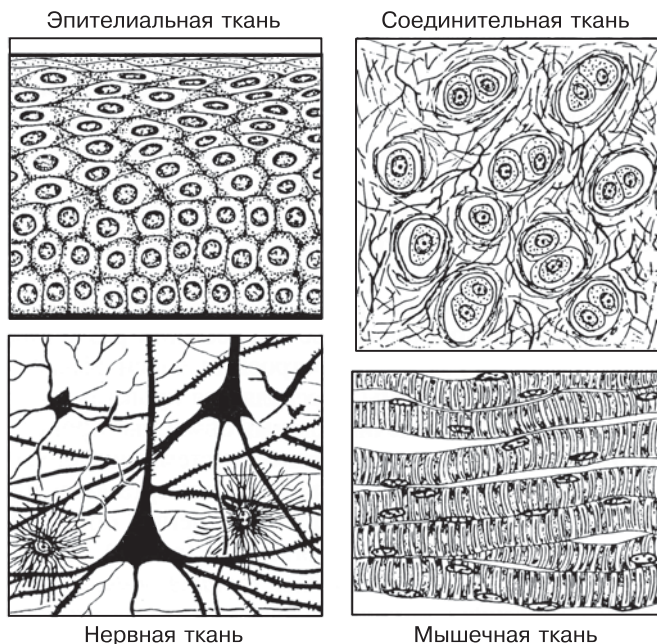
С момента рождения начинается процесс самостоятельной жизни индивидуума и его адаптация к окружающей среде. Вновь приобретаемые признаки наслаиваются на переданные по наследству, в результате чего в организме происходят сложные преобразования. Физическое развитие индивидуума характеризуется весом, ростом и размерами отдельных частей тела (рис. 2). Эти показатели в течение жизни изменяются неравномерно. Ускоренный рост наблюдается в период раннего детства (от 1 года до 3 лет), в возрасте от 5 до 7 лет и в период полового созревания (от 11–12 до 15–16 лет), при этом изменяются и основные пропорции тела. Параллельно с ростом наблюдаются возрастные изменения во всех органах и системах. Примерно к 20–25 годам рост человека прекращается и наступает относительно стабильный период существования — зрелый возраст. После 55–60 лет человек начинает постепенно стареть, и в ряде органов возникают склеротические изменения. Это в свою очередь вызывает снижение различных функций организма.

В процессе развития и роста организма и формирования его нервной системы меняется характер и уровень потребностей человека. У новорожденного доминируют *витальные потребности*, связанные с осуществлением жизненно важных функций: питания, дыхания, сна и т. п. Постепенно формируются и интенсивно развиваются разнообразные *физиологические потребности*, связанные с перемещением в пространстве, с усвоением различных пищевых веществ, ростом и развитием, а также самостоятельным выполнением и произвольным регулированием физиологических функций. Сравнительно рано, уже на первом году жизни, начинают формироваться *познавательные потребности*, особенно в период раннего детства (1–3 года) и позднее, на протяжении дошкольного и школьного периодов развития ребенка. Формирование *социально-коммуникативных потребностей* занимает довольно длительный период онтогенеза, включая зрелую жизнь индивидуума. В период полового созревания в развитии личности субъекта доминируют социально-коммуникативные потребности. Вершиной в развитии личности являются *творческие потребности*, связанные с накоплением новых знаний и культурных ценностей. Начало формирования этих потребностей следует отнести к концу раннего детства и переходу к дошкольному периоду развития. Однако доминирующей мотивационной основой они могут стать позднее, когда личность человека уже сформирована и наступает период зрелого существования.

**Основные структурные уровни построения организма.** В теле человека различают четыре основных структурных уровня организации: клетки, ткани, органы и системы органов.



**Рис. 3.** Строение клетки



**Рис. 4.** Основные типы тканей

**Клетка** (cellula, cytos) — элементарная единица организма, на уровне которой осуществляются процессы ассимиляции (усвоения веществ), лежащие в основе жизнедеятельности. Развитие организма начинается с одной клетки (оплодотворенной яйцеклетки, или яйца); число клеток увеличивается путем деления до  $10^{16}$  у взрослого человека, причем клетки всех органов и тканей постоянно обновляются.

Клетки тела человека различаются по своим размерам и форме, но имеют единый план строения. Каждая клетка снаружи окружена плазматической мембраной, или плазмалеммой, внутри которой заключена цитоплазма и ядро (рис. 3). В ядре сосредоточена ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота), играющая ключевую роль в хранении и передаче генетической информации. В цитоплазме находятся органеллы (митохондрии, лизосомы и др.) и различные включения, необходимые для жизнедеятельности клетки.

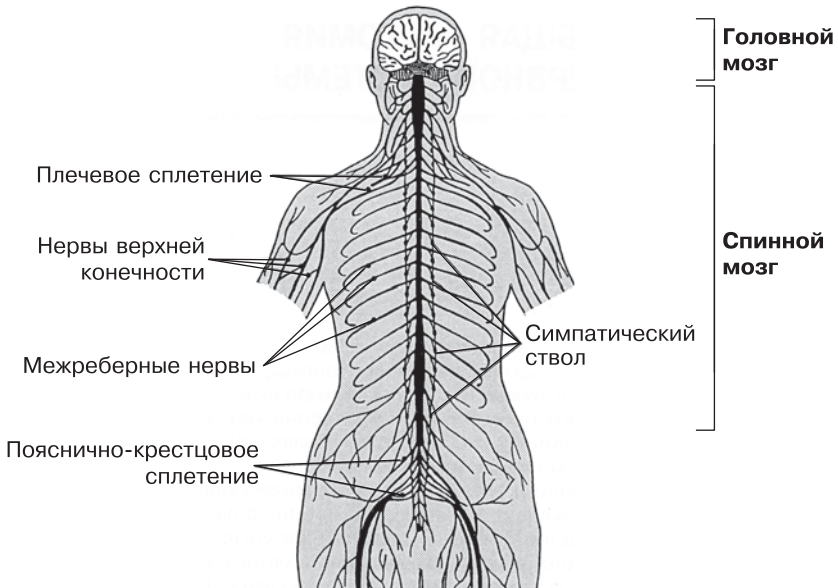
**Ткань** (hystos) — исторически сложившаяся совокупность клеток и внеклеточного вещества, обладающих общностью происхождения, строения и функции. Выделяют четыре основных типа тканей (рис. 4). *Пограничные (эпителиальные) ткани* образуют наружный покров тела и выстилают полости внутренних органов. Они выполняют защитную функцию, а также могут всасывать и выделять различные вещества, принимая участие в объеме веществ. *Ткани внутренней среды* включают кровь, лимфу и различные виды соединительных тканей, в том числе хрящевую и костную.

[ . . . ]



# ОБЩАЯ АНАТОМИЯ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Все органы и части тела человека тесно взаимодействуют между собой, обеспечивая естественные акты жизнедеятельности: пищеварение, дыхание, размножение, перемещение в пространстве, а также различные коммуникации с членами социума. Для того чтобы организм функционировал как единое целое, необходима согласованная работа всех составляющих его элементов. Очевидно, что в сложноустроенном многоклеточном организме это может быть достигнуто следующими путями: а) при иерархической организации связей между клетками, тканями и органами, основанной на соподчинении одних уровней организации другим; б) при наличии специальных систем внутренних коммуникаций, обеспечивающих согласованную работу одновременно огромного числа клеток и органов. В согласовании всех функционирующих в организме мно-



**Рис. 10.** Нервная система человека

гочисленных анатомических структур в точном соответствии с реальной ситуацией и обстановкой в окружающей среде главная роль принадлежит **нервной системе** (рис. 10).

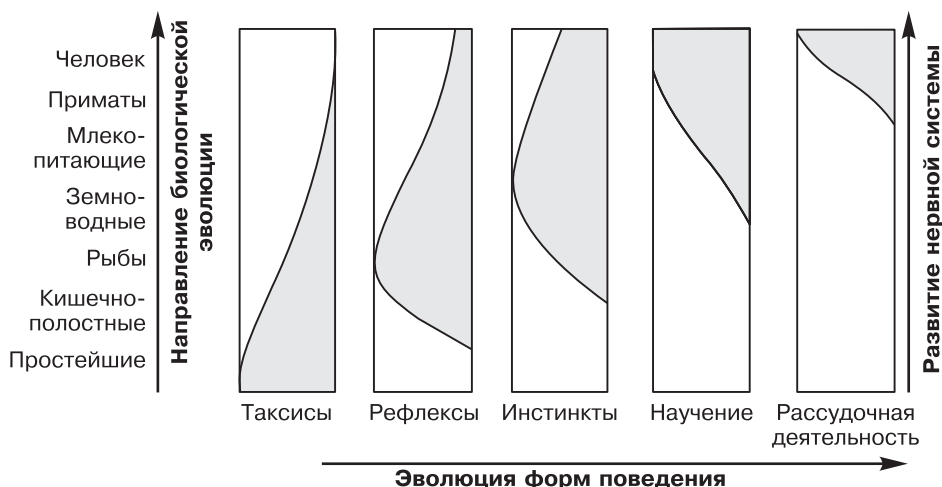
Нервная система как интегративный (объединяющий) аппарат, управляющий поведением организма, появляется лишь на определенном этапе эволюционного развития. Это свидетельствует о том, что поведение по крайней мере простейших организмов возможно на основе других принципов, в частности таксиса. *Таксис* — это общая реакция относительно простых организмов на внешние воздействия, при которой их пространственная ориентация и перемещения определяются силой этих внешних воздействий: наличием пищи, яркого света и т. п., положительно или отрицательно влияющих на организм.

С формированием нервной системы появляются иные формы поведения, основанные на *рефлексах* — более точных реакциях организма на локальные воздействия сигналов, поступающих из внешней среды (рис. 11).

В ходе эволюции в формировании поведения живых существ приобретают важное значение не только внешние сигналы, вызывающие раздражение и запуск рефлексов, но и внутренние факторы в форме различных потребностей, а затем и мотивов.

Наряду с врожденными механизмами, обеспечивающими стереотипные формы поведения животных, существенная роль в развитии нервной системы принадлежит научению, что в конечном итоге приводит к формированию рассудочной деятельности, характерной для высших приматов.

Функции нервной системы достаточно многообразны (табл. 1). Она контролирует и координирует работу разных органов и раз-



**Рис. 11.** Изменение форм поведения по мере усложнения нервной системы в филогенезе

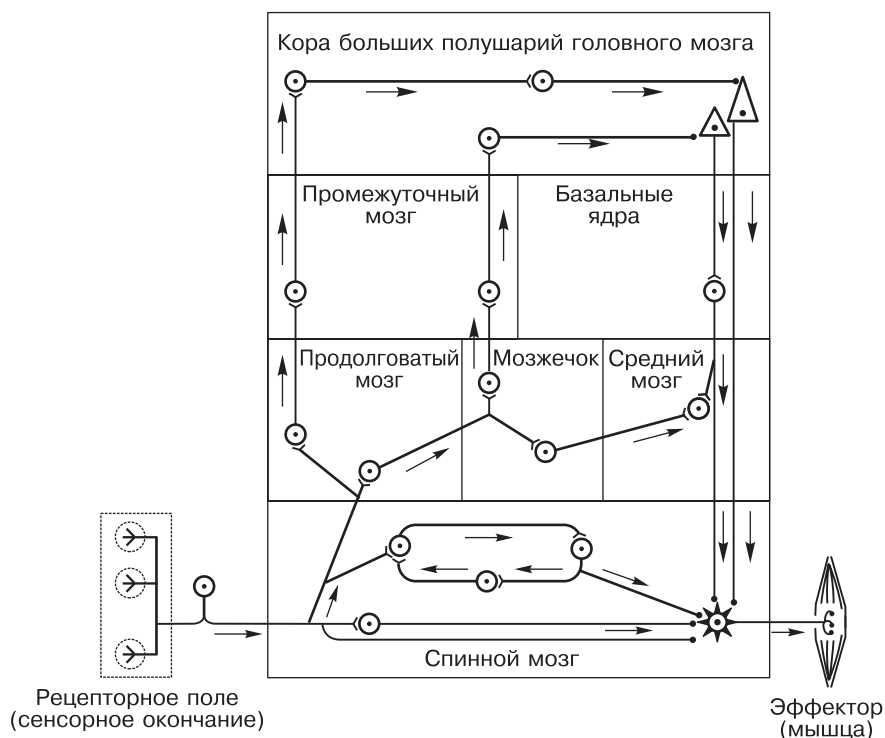


Таблица 1. Функции нервной системы

Анализ информации (аналитическая функция)		Регуляция функций организма (регуляторная функция)	Интегративная деятельность (функция)	Умственная деятельность (психика)
из внутренней среды	из внешней среды			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерорецепция</li> <li>• Проприорецепция</li> <li>• Вестибулярный аппарат</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обоняние</li> <li>• Зрение</li> <li>• Слух</li> <li>• Вкус</li> <li>• Осязание</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Дыхание</li> <li>• Пищеварение</li> <li>• Кровообращение</li> <li>• Водный баланс</li> <li>• Сохранение гомеостаза</li> <li>• Положение тела и его частей</li> <li>• Локомоция</li> <li>• Репродукция</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Координация функций организма</li> <li>• Чувствование</li> <li>• Игнорирование</li> <li>• Внимание</li> <li>• Сон</li> <li>• Адаптация</li> <li>• Обучение</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Рисование</li> <li>• Воображение</li> <li>• Речь</li> <li>• Письмо</li> <li>• Чтение</li> <li>• Вычисление</li> <li>• Созидание</li> <li>• Познание</li> <li>• Осознание собственного «Я»</li> </ul>
Память				

ных систем органов, объединяя их тем самым в целостный, функционально единый организм. Важной функцией нервной системы является обеспечение взаимодействия между организмом и окружающей его средой. Посредством органов чувств и специальных чувствительных нервных окончаний, расположенных в коже, внутренних органах и скелетных мышцах, нервная система постоянно получает информацию о состоянии внешней и внутренней среды. Таким образом, деятельность нервной системы, с одной стороны, направлена на интеграцию работы всех частей организма, а с другой — на взаимоотношения организма с окружающей средой и на регуляцию этих взаимоотношений.

Функционирование нервной системы связано с восприятием и обработкой разнообразной сенсорной информации, а также информационным обменом между различными частями организма и внешней средой. Передача информации между нервными клетками осуществляется в форме нервных импульсов. Нервные импульсы возникают в сенсорных нейронах как результат активации их воспринимающих структур, называемых *рецепторами*. Сами рецепторы активируются различными изменениями во внутренней среде организма и в окружающей его внешней среде. Сенсорные нейроны передают возникшие в рецепторах импульсы в спинной и головной мозг. Здесь происходит активация других нейронов и передача нервных импульсов в конечном итоге на мотонейроны, локализованные в определенных отделах спинного и головного мозга (рис. 12). Мотонейроны вступают в контакт с различными эффекторными (исполнительными) образованиями, такими как мышцы,



**Рис. 12.** Иерархия организации нейронных связей в нервной системе

железы, кровеносные сосуды, которые под влиянием поступающих нервных импульсов изменяют свою работу, повышая или снижая ее уровень. Посредством связей, обеспечивающих передачу нервных импульсов между нервными клетками, осуществляется избирательное объединение (интеграция) рецепторного аппарата и эффекторного аппарата, реализующего ответную реакцию организма.

Нервная система обладает также памятью — способностью хранить и накапливать значимую для организма информацию, получаемую из внешней и внутренней среды.

Нейроны в нервной системе объединяются в нервные сети, которые обеспечивают сложную координированную деятельность организма. Для организации нервной системы в целом характерен принцип иерархического соподчинения нейронных сетей, структурно и функционально связанных с различными отделами мозга.

## 1.1. Отделы нервной системы

К нервной системе относятся *головной и спинной мозг*, а также ряд анатомических образований, таких как *нервы, нервные узлы (ганглии), нервные сплетения* и пр. Все они построены преимущественно



**Рис. 13.** Отделы нервной системы

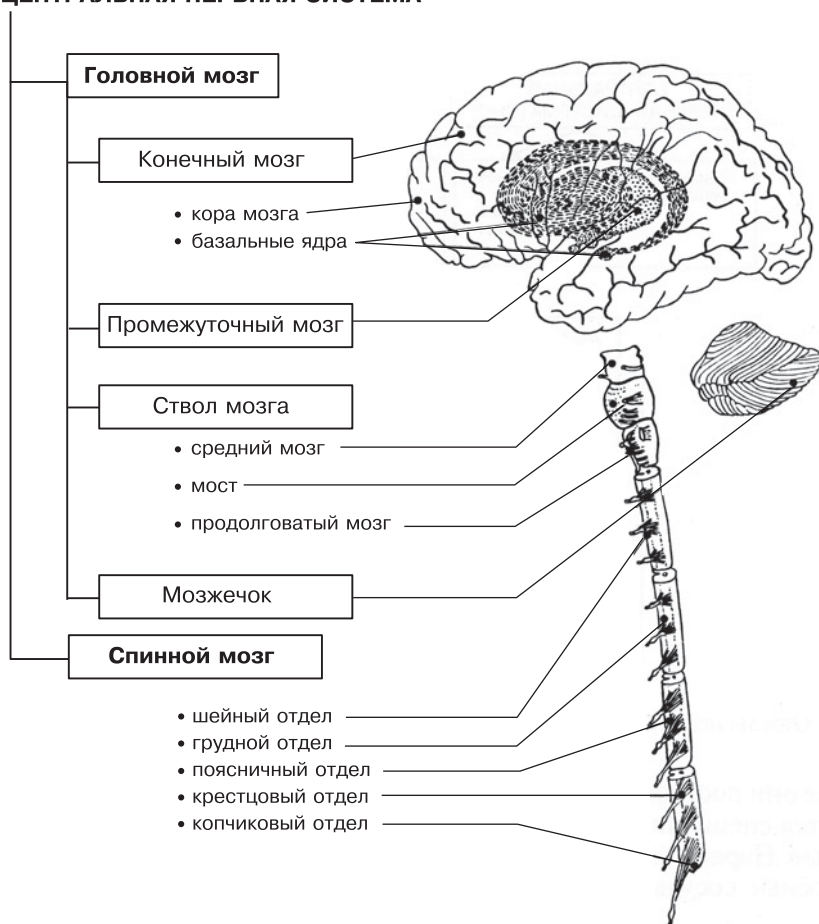
из нервной ткани, которая характеризуется специфическими свойствами, а именно возбудимостью и проводимостью. Наряду с этим в построении нервной системы принимают участие кровеносные сосуды и соединительная ткань, играющие вспомогательную роль.

Нервную систему принято разделять на *центральную* и *периферическую*. К центральной нервной системе относят *головной и спинной мозг* (рис. 13).

Периферическая нервная система осуществляет связь головного и спинного мозга со всеми органами тела. К периферической нервной системе относят *нервы, нервные сплетения, нервные узлы (ганглии) и стволы*.

В нервной системе выделяют *афферентный* и *эфферентный отделы*. Последний подразделяют на соматический (анимальный)

## ЦЕНТРАЛЬНАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА



**Рис. 14.** Отделы головного и спинного мозга

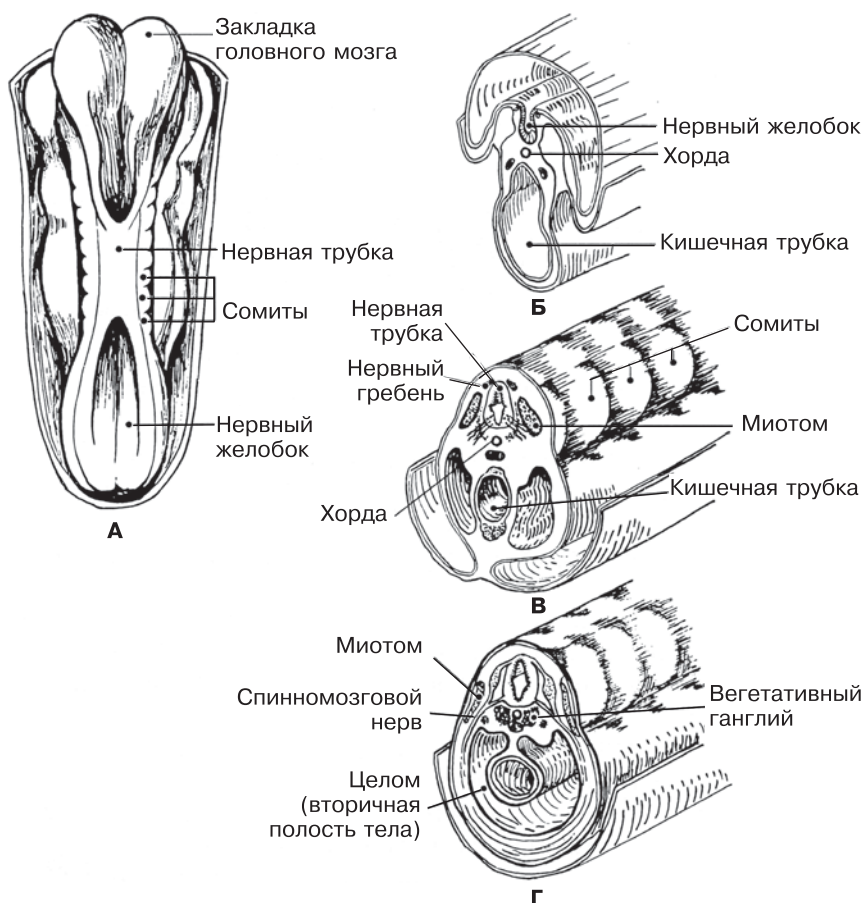
и автономный (вегетативный). *Соматическая* (от греч. soma — тело) *нервная система* иннервирует кожные покровы тела, а также весь двигательный аппарат, в том числе кости, суставы и мышцы. *Вегетативная* (от лат. vegetatio — растительный), или *автономная, нервная система* иннервирует внутренние органы, кровеносные сосуды и железы, контролируя и регулируя тем самым обменные процессы в организме. Однако следует всегда помнить, что регуляция жизнедеятельности организма протекает при гармоничном сочетании работы всех отделов нервной системы.

На рис. 14 представлены основные отделы головного и спинного мозга и последовательность их расположения. *Головной мозг* (encephalon) включает *конечный мозг* (cerebrum), в котором выделяют левое и правое полушария (hemisphaeriae cerebri), каждое из

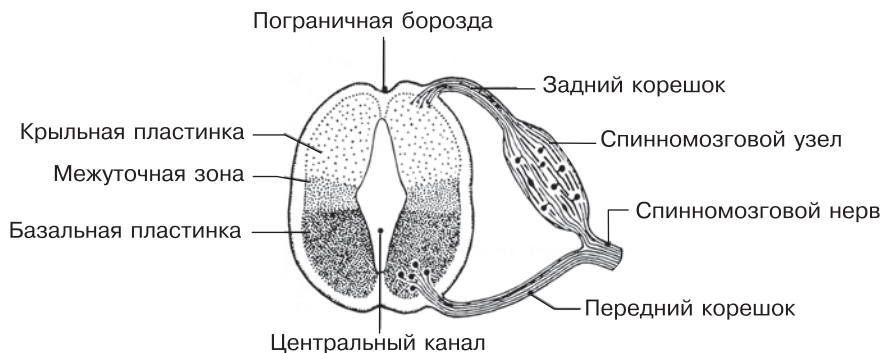
которых в свою очередь включает *кору мозга, белое вещество и базальные ядра; промежуточный мозг; средний мозг, мост, продолговатый мозг и мозжечок. В спинном мозге различают шейный, грудной, поясничный, крестцовый и копчиковый отделы.*

## 1.2. Развитие нервной системы

У человека, как и у всех хордовых, нервная система в процессе эмбриогенеза формируется из одного общего зачатка — наружного зародышевого листка (эктодермы), из той его части, которая дорсально прилежит к хорде и носит название *нейроэктодермы*. Происходит это на 3-й неделе внутриутробного развития, когда



**Рис. 15.** Формирование нервной системы в эмбриогенезе. **А.** Общий вид эмбриона человека (3-я неделя развития). **Б–Г.** Различные стадии развития нервной системы: **Б.** Нервный желобок. **В.** Нервная трубка и нервный гребень: **Г.** Формирование спинномозговых нервов и вегетативных ганглиев



**Рис. 16.** Функционально разнородные зоны нервной трубки эмбриона

в дорсальном (спинном) отделе эктодермы обособляется *нервная пластинка*. Очень скоро, еще до начала 4-й недели, нервная пластинка последовательно превращается в *нервный желобок*, а затем в *нервную трубку*, по бокам которой располагаются *ганглионарные пластинки* (рис. 15).

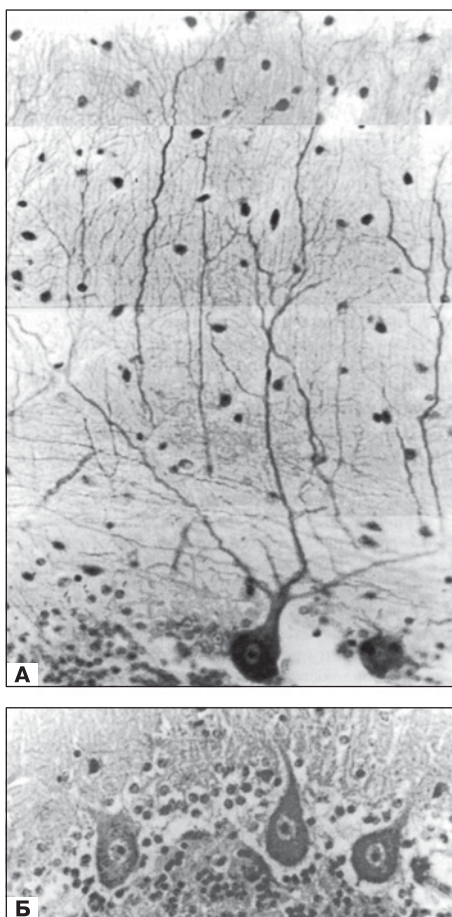
С самых ранних стадий развития организма устанавливается тесная связь между нервной трубкой и *миотомами* — теми участками тела эмбриона (*сомитами*), из которых в последующем разовьются мышцы. Рано устанавливаемая и постоянная связь между нервной и мышечной системами является необходимым условием их нормального развития.

Из нервной трубки в области туловища впоследствии развивается спинной мозг. В своем развитии и строении он сохраняет черты метамерии (сегментарности). Это выражается в том, что каждому сегменту тела (сомиту), а их насчитывается 34–35, соответствует определенный участок нервной трубки — *нервомер*, от которого осуществляется иннервация этого сегмента. В области головного конца нервная трубка в силу неравномерного роста отдельных ее частей (что будет более подробно рассмотрено в гл. 4) приобретает форму последовательно связанных между собой трех *мозговых пузырей*: *переднего, среднего и заднего мозга*.

Процесс развития включает не только увеличение числа клеток и как следствие нарастание массы тела и органов, но и качественные их преобразования, обуславливающие последующую функциональную специализацию клеток (рис. 16). Многие свойства нервных клеток определяются их местоположением (топографией) в нервной трубке, и эти свойства сохраняются при всех последующих преобразованиях нервной системы.

Как показано на рис. 16, в вентральной (или нижней) части нервной трубки, получившей название *базальной пластинки*, расположены нервные клетки, которые изначально устанавливают контакт с развивающимися мышечными элементами и в процессе дальнейшего развития дают начало моторным (двигательным)

нейронам, или мотонейронам. Нервные клетки, которые располагаются за пределами центральной нервной системы, а к ним относятся все *чувствительные* (или *афферентные*) нейроны и так называемые периферические нейроны автономной (вегетативной) нервной системы, развиваются из *ганглионарных пластинок*, расположенных по бокам от нервной трубки. В дорсальной (спинной) части нервной трубки, которая получила название *крыльной пластинки*, располагаются нервные клетки, которые выполняют роль *вставочных нейронов*, или *интернейронов*, замыкающих связь между чувствительными и двигательными нейронами. Эта часть нервной трубки наиболее подвержена изменениям в процессе развития нервной системы. На границе между базальной и крыльной пластинками расположена *межуточная зона*, в которой локализуются нейроны, связанные с вегетативной нервной системой и иннервацией внутренних органов.



**Рис. 17.** Микропрепараты нейронов мозга.  $\times 200$ . **А.** Окрашивание по Гольджи. **Б.** Окрашивание по Нислю





**Валентин Иванович Козлов** – доктор медицинских наук, профессор, Заслуженный деятель науки РФ, Заслуженный работник высшей школы РФ, действительный член академии Международной академии наук высшей школы, заведующий кафедрой анатомии человека медицинского института Российского университета дружбы народов. Автор более 600 научных и учебно-методических работ, среди которых 35 монографий и книг по различным проблемам анатомии человека и лазерной медицины. Исследования В.И. Козлова поддержаны грантами РФФИ, Минобразования РФ, Российской академии наук, фондом научного общества по микроциркуляции Японии, Китая. Его труды неоднократно удостоивались почетных дипломов и премий, издавались за рубежом. Избран членом ряда международных академий и научных обществ.



**Татьяна Александровна Цехмистренко** – доктор биологических наук, профессор кафедры анатомии человека медицинского института Российского университета дружбы народов. Автор более 300 научных работ по проблемам анатомии нервной системы и возрастной анатомии, в том числе 26 монографий, учебных пособий, методических пособий и книг для студентов и преподавателей вузов. Действительный член Русской секции Международной академии наук (RSIAS, Австрия) и Российской академии естествознания (РАЕ). Почетный работник высшего профессионального образования РФ.