

Министерство образования Российской Федерации
Южно-Уральский государственный университет
Кафедра общей и возрастной психологии

61 (07)
Т 471

И.А. ТИШЕВСКОЙ

АНАТОМИЯ
центральной нервной системы

Учебное пособие

Челябинск
Издательство ЮУрГУ
2000

УДК 611.8 (075.8)

Тишевой И.А. Анатомия центральной нервной системы: Учебное пособие. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2000.– 131 с.

Ил. 81, табл. 2, список лит. – 9 назв.

Одобрено учебно-методической комиссией факультета психологии.

Рецензенты: Зырянова В.М., Степанов В.А.

© Издательство ЮУрГУ, 2000 .

1. Введение

Предмет изучения анатомии ЦНС. Функции ЦНС

1.1. Нервная система как предмет изучения анатомии Функции нервной системы

Любой организм от примитивного до самого сложного для своего существования в любых условиях и при разных уровнях активности должен поддерживать на одном уровне гомеостаз – устойчивое неравенство внутренней среды организма с окружающей средой. Это возможно только при упорядоченных потоках веществ, энергии и информации внутрь организма и из него. Для этого организм должен получать и оценивать информацию о состоянии внешней и внутренней среды и, учитывая насущные потребности, строить программы поведения.

Эту функцию выполняет нервная система, являющаяся по словам И.П.Павлова, «невыразимо сложнейшим и тончайшим инструментом сношений, связи многочисленных частей организма между собой и организма как сложнейшей системы с бесконечным числом внешних влияний».

Таким образом, к важнейшим функциям нервной системы относятся:

1. *Интегративная функция* – управление работой всех органов и систем и обеспечение функционального единства организма. На любое воздействие организм отвечает как единое целое, соизмеряя и соподчиняя потребности и возможности разных органов и систем.
2. *Сенсорная функция* – получение информации о состоянии внешней и внутренней среды от специальных воспринимающих клеток или окончаний нейронов – рецепторов.
3. *Функция отражения*, в том числе психического, и *функция памяти* – переработка, оценка, хранение, воспроизведение и забывание полученной информации.
4. *Программирование поведения*. На основе поступающей и уже хранящейся информации нервная система либо строит новые программы взаимодействия с окружающей средой, либо выбирает наиболее подходящую из уже имеющихся программ. В последнем случае могут использоваться видоспецифические программы, заложенные генетически^{*}, или программы, выработанные в процессе индивидуального научения^{**}. В реализации любой программы участвуют рабочие органы (мышцы и железы), изменяющие свою функциональную активность в зависимости от поступающих к ним из ЦНС сигналов. Нервная система осуществляет текущий контроль правильности выполнения программы: результаты поведения постоянно оцениваются, и на основе этой оценки могут вноситься поправки в программу поведения.

^{*} На генетическом уровне в виде последовательности нуклеотидов в ДНК хранятся и передаются по наследству безусловные рефлексы и инстинктивные реакции (инстинкты). Многие из них являются признаками, специфичными для данного вида, также как и морфологические признаки.

^{**} К этой группе программ можно отнести условные рефлексы, двигательные и мыслительные стереотипы и т.п., не передающиеся по наследству.

1.2. Место анатомии среди других наук

Изучению нервной системы посвящён раздел знаний, называемый в России и странах Европы неврологией, то есть учением о нервной системе, а в Америке – нейробиологией. Этот раздел представлен несколькими науками, изучающими нервную систему на разных уровнях и с помощью разных методов.

К первой группе наук, изучающих морфологию нервной системы и образующих её элементы, относятся:

1. **Анатомия** (греч. «*anatemno*» – рассекаю) является самой древней из наук о строении человеческого тела. Раздел этой науки – **анатомия ЦНС** – изучает морфологию нервной системы на органном уровне.
2. **Гистология ЦНС** (греч. «*histos*» – ткань) изучает строение нервной системы на тканевом и клеточном уровнях.
3. **Цитология** (греч. «*cytos*» – клетка) изучает строение нейронов и клеток глии на клеточном и субклеточном уровнях.
4. **Биохимия и молекулярная биология** изучают строение нейронов и вспомогательных клеток нервной системы на субклеточном и молекулярном уровнях.

Следующая группа дисциплин изучает функции нервной системы с помощью экспериментов и моделирования процессов, происходящих в ней:

5. **Физиология ЦНС** исследует общие закономерности функционирования нервных клеток, отдельных структур ЦНС и всей нервной системы в целом.
6. **Физиология анализаторов** (сенсорных систем) изучает работу структур, воспринимающих и перерабатывающих информацию.

Из наук, имеющих прикладное значение, знание анатомии ЦНС необходимо, в первую очередь, в **медицине** (7). Функции ЦНС и их связь с различными отделами и структурами мозга изучаются клиницистами, наблюдающими за больными людьми*. Особенно большой вклад сделан врачами таких медицинских специальностей, как невропатология и нейрохирургия, отоларингология, психиатрия.

Все вышеперечисленные науки изучают работу ЦНС с помощью объективных методов исследования. В отличие от них, **психология** (8) и **нейропсихология** (9) делают упор на субъективные, косвенные методы изучения психики человека и процессов в ЦНС, лежащих в её основе. Однако современная психология, особенно клиническая психология, уже не мыслима без знаний, полученных точными науками, позволяющими не умозрительно предполагать, а точно знать механизмы психических нарушений и возможные пути их компенсации. Это связано с тем, что, несмотря на наличие у человека сложной психики, речи, сознания, интеллекта и социального характера его существования (то, что называется духовной и социальной сущностью человека), он остаётся биологическим субъектом, и биологические законы определяют или, по крайней мере, влияют на все высшие функции человека.

Изучение ЦНС традиционно начинается с анатомии, так как без знания основных элементов нервной системы и их взаимосвязей невозможно изучать функ-

* Этот метод изучения роли различных структур мозга называется «выведение функции из дисфункции».

ции ЦНС. При изучении связи поведения со структурами и функциями ЦНС учёные опираются на **основной постулат современной неврологии** (нейробиологии), который гласит, что *всё многообразие и уникальность психической деятельности человека, функции здорового и больного мозга могут быть объяснены из особенностей строения и свойств основных анатомических структур мозга.*

1.3. Основные термины и понятия, используемые в анатомии

Прежде чем перейти к изучению собственно строения нервной системы, необходимо рассмотреть терминологию, используемую в анатомии и физиологии для обозначения расположения структур. При изучении строения мозга и других структур мы будем рассматривать их в разрезе (сечениях). Эти сечения обычно выполняются в трёх взаимно перпендикулярных плоскостях (фронтальной, горизонтальной и сагиттальной) на разных уровнях (рис. 1).

Сагиттальные сечения проводятся сверху вниз и спереди назад параллельно плоскости сагиттального* шва черепа, делящей его на симметричные правую и левую половины. Основным сагиттальным сечением является центральное сечение, проходящее через центр позвоночника и сагиттальный шов черепа. Все остальные сагиттальные сечения называются латеральными (боковыми). Для точного указания места их прохождения указывают анатомические структуры, через которые они проходят, или указывается расстояние в сантиметрах от центрального сагиттального сечения, а также сторона (левая или правая).

Фронтальные сечения проводятся в плоскостях, параллельных плоскости лба (слева направо и сверху вниз). *Горизонтальные сечения* проводятся в горизонтальной плоскости (слева направо и спереди назад). Место прохождения фронтальных и горизонтальных сечений обязательно уточняется указанием структур, через которые эти сечения проводятся.

Кроме этого, в анатомии часто используются термины:

«*Медиальный*» – срединный, центральный;

«*Располагается медиальнее чего-либо*» говорят о структуре, находящейся между указанным ориентиром и центральной осью тела;

«*Вентральный*» – расположенный ближе к животу (передней поверхности);

«*Дорсальный*» – расположенный ближе к спине (задней поверхности);

«*Проксимальный*» – расположенный ближе к центру (например, к центральной оси тела);

«*Дистальный*» – расположенный дальше от центра;

«*Афферентный*» – приносящий (употребляется применительно к нейрону, по которому импульсы поступают в ЦНС);

«*Эфферентный*» – выносящий (употребляется применительно к нейрону, по которому импульсы покидают ЦНС);

«*Ипсилатеральный*» – расположенный, или проходящий (о нервных путях) на одноимённой стороне;

* Сагиттальный – стреловидный (лат. «*sagitta*» – стрела).

«Контралатеральный» – расположенный, или проходящий (о нервных путях) на противоположной стороне;

Скопления нейронов называются *нервными узлами* или *ганглиями*, а большие группы нервных волокон, идущие в одном направлении, называются *путями* или *трактами* (лат. «tractus» – путь).

Для обозначения локализации структур относительно центральной оси тела (позвоночника) в анатомии используются термины:

«краниальный» (греч. «cranium» – череп) и «ростральный» (от лат. «rostrum» – клюв, носовая часть корабля) – при описании структур, находящихся ближе к голове (к верхней части тела);

«каудальный» – при описании структур, находящихся дальше от головы (ближе к хвосту, лат. «cauda» – хвост). Последние два термина перешли в анатомию человека из анатомии животных.

2. Микроструктура нервной ткани. Основные морфологические элементы нервной системы

Нервная ткань образована клетками двух типов: нейронами, осуществляющими специфические функции нервной системы, и глиальными (опорными) клетками, которые формируют клеточный «каркас» для нейронов, изолируют и питают их, обеспечивая, таким образом, их нормальное функционирование.

2.1. Нейрон как основная морфо-функциональная единица нервной системы

Морфо-функциональной единицей нервной системы является *нейрон* – нервная клетка, специализирующаяся в восприятии и проведении нервных импульсов. Центральная нервная система человека включает в себя по разным подсчётам от 10 до 30 млрд. нейронов, различающихся по форме и функциям (рис. 2, 3).

2.1.1. Строение нервных клеток на клеточном и субклеточном уровнях

Размер нейронов колеблется от 4 до 80 мкм, их тела располагаются в сером веществе мозга и в ганглиях (узлах) периферической нервной системы.

На клеточном уровне (рис. 4) каждый нейрон состоит из *тела*, *отростков* (*дендриты* и *аксон*) и *нервных окончаний*, или *синапсов* (греч. «synapsis» – контакт, соединение), с помощью которых нервные клетки взаимодействуют между собой и с рабочими органами. Кроме того, различают *аксональный холмик* – часть тела клетки, вытянутую в виде воронки, непосредственно переходящую в аксон.

Строение нервных клеток на субклеточном уровне принципиально схоже со строением других видов клеток, хотя специализация нейронов обусловила некоторые особенности. Наружная поверхность нейрона, как и у любой другой клетки, образована билипидным слоем *плазматической мембраны* (рис. 5, А). Внутриклеточное пространство заполнено *ядром* и *цитоплазмой*. Ядро содержит хромосомы, представляющие собой нити дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК).

Последовательность нуклеотидов в ДНК кодирует всю информацию, необходимую для развития и последующего функционирования нервной клетки.

Цитоплазма – это сложная по химическому составу жидкость, образующая внутриклеточную среду клетки, в которой располагаются *цитоплазматические органеллы*. Наиболее важными из них являются:

1) *митохондрии*, внутри которых в процессе аэробного окисления глюкозы синтезируются молекулы АТФ – универсального переносчика энергии в организме. Митохондрии являются своего рода энергетическими станциями, поставляющими энергию для всех клеточных структур.

2) *лизосомы* нервных клеток при электронной микроскопии выглядят в виде плотно упакованных пластин эндоплазматической мембраны, отсюда другое их название – *плотное тельце*. Внутри этих структур содержатся различные ферменты, необходимы для нормального протекания метаболизма в клетке.

3) Внутри нейрона имеется система мембранных канальцев, по которым в клетке транспортируются различные вещества. Эта сеть канальцев называется *эндоплазматическим ретикулюмом* (ЭПР). Существует два вида эндоплазматического ретикулюма. На внутренней поверхности мембраны «шероховатого» или гранулярного ретикулюма находятся *рибосомы*, обуславливающие эту «шероховатость» мембран. На рибосомах синтезируются различные белковые вещества, предназначенные для секреции. Такие же рибосомы, расположенные в цитоплазме самостоятельно, отдельно от эндоплазматического ретикулюма, называются *свободными рибосомами* (4). Вещества, которые в них синтезируются, не секретируются, а используются внутри клетки. Второй вид эндоплазматического ретикулюма называют «гладким», что объясняется отсутствием рибосом. В гладком ЭПР, называемом ещё аппаратом Гольджи, происходит упаковка в мембранные оболочки в виде гранул тех веществ, которые предназначены для секреции. В последующем эти гранулы по специальным микротрубочкам переносятся к поверхности клетки, где они выводятся наружу.

При окраске нейронов гематоксилином и эозином шероховатый ретикулюм окрашивается в виде глыбок базофильного материала (*вещество Ниссля*). Обращает на себя внимание неравномерность распределения вещества Ниссля в нейроне: оно обнаруживается в дендритах и теле, но его нет в аксоне и в аксональном холмике. Это отражает функциональную роль разных отделов нейрона и позволяет отличать на гистограммах аксон от дендритов.

5) *Сократительные элементы* нервных клеток (рис. 5, Б). Внутри нейронов, особенно вблизи цитоплазматической мембраны, располагается большое количество *микрофиламентов* (нейрофибрилл) и *микротрубочек* (нейротрубочек). Микрофиламенты – это нитевидные полимерные образования толщиной 5–7 нм, образующиеся из мономеров белка F–актина, растворённого в цитоплазме. Микротрубочки аналогичным образом образуются из мономеров белка тубулина, их толщина около 10 нм.

Микрофиламенты и микротрубочки образуют густую сеть под наружной мембраной клетки, соединяясь с мембранными белками и между собой, некото-

рые волокна пронизывают цитоплазму, заполняющую тело и отростки нервной клетки. Таким образом, микрофиламенты и микротрубочки образуют сократимый скелет клетки (*цитоскелет*). Сократительные белки обеспечивают движения участков цитоплазмы клетки относительно друг друга, перемещение веществ на внутренней и наружной поверхностях клеточной мембраны, внутри клетки, вытягивание аксонов и дендритов, изменение их диаметра, а также образование (выпячивание) на аксонах и дендритах мелких мембранных выростов – *микрошипов* (рис. 4, 5Б).

Микрошипы, располагающиеся на дендритах и аксонах, несут на своей поверхности синапсы, предназначенные для передачи возбуждения с одной нервной клетки на другую. При частом использовании синапсов, соединяющих два нейрона, увеличивается число микрошипов и синапсов на контактирующих отростках. Этот процесс, называемый *неосинаптогенезом*, идёт параллельно с распадом неиспользуемых синапсов, обеспечивая пластичность функций нервной системы.

Нейроны являются возбудимыми клетками, то есть они способны изменять заряд клеточной мембраны и генерировать нервные импульсы под воздействием электрических импульсов, передающихся от других нервных клеток. При активации возбуждающих синапсов возбуждение от пресинаптического нейрона распространяется по дендритам к телу постсинаптического нейрона, в результате этого происходит деполяризация всей его мембраны. Как только достигается критический уровень деполяризации для аксонального холмика, от которого непосредственно отходит аксон, происходит образование центробежных нервных импульсов, идущих по аксону на периферию. Таким образом, нервная система в виде нервных импульсов кодирует, передаёт и перерабатывает информацию о состоянии внешней и внутренней среды, импульсный код используется и для передачи команд рабочим органам.

2.1.2. Классификация нервных волокон

Отростки нервных клеток предназначены только для проведения возбуждения в виде нервных импульсов. Однако по своим характеристикам они не одинаковы, нервные волокна различаются толщиной (диаметром), наличием или отсутствием миелиновой оболочки и скоростью проведения возбуждения. В соответствии с принятой классификацией нервные волокна делят на три класса: А, В и С (табл. 1).

Таблица 1

Основные характеристики нервных волокон различного диаметра

Тип волокон	Диаметр волокон, мкм	Скорость проведения импульса, м/с	Основная функция
A _α	13–22	70–120	Эфферентные волокна, иннервирующие скелетные мышцы, афферентные волокна рецепторов – мышечных веретён
A _β	8–13	40–70	Афферентные волокна, идущие от рецепторов давления и прикосновения
A _γ	4–8	15–40	Эфферентные волокна рецепторов – мышечных веретён, часть афферентов от рецепторов давления и прикосновения
A _δ	3–4	5–15	Афферентные волокна, идущие от кожных температурных, болевых рецепторов и частично рецепторов давления
B	1–3	3–14	Преганглионарные эфферентные волокна вегетативной нервной системы
C	0,5–1,5	0,5–2	Постганглионарные эфферентные волокна вегетативной нервной системы, афференты кожных рецепторов боли и тепла

Волокна А и В классов называют миелинизированными, так как они окружены миелиновой оболочкой, образованной глиальными клетками (олигодендроцитами) в результате «накручивания» их мембраны вокруг ствола аксона (рис. 6, 7). Миелин – это жироподобное вещество белого цвета, выполняющее функции диэлектрика. Миелиновая оболочка с регулярными промежутками в 1–2 мм прерывается участками, где нервное волокно не изолировано – *перехваты Ранвье*. Импульсы в миелинизированных волокнах распространяются именно по этим перехватам, что увеличивает скорость их прохождения. Совокупность волокон типа А и В на разрезе выглядит в виде белого вещества спинного или головного мозга.

К волокнам типа А относятся толстые миелиновые волокна толщиной от 3 до 22 мкм, обеспечивающие наибольшую скорость проведения возбуждения (от 12 до 120 м/с). В этот класс входят 4 группы волокон: альфа, бета, гамма и дельта, являющиеся как афферентными, так и эфферентными проводниками и отличающиеся толщиной и скоростью проведения возбуждения.

Нервные миелинизированные волокна класса В являются преимущественно преганглионарными аксонами нейронов вегетативной нервной системы. Они имеют толщину 1–3 мкм и скорость проведения возбуждения от 3 до 14 м/с.

Волокна класса С не имеют миелиновой оболочки, они изолированы путём погружения в складки цитоплазмы шванновских клеток (рис. 8). Эти волокна могут быть как постганглионарными афферентами вегетативной нервной системы, так и афферентами рецепторов боли и тепла. Эти волокна отличаются наименьшей толщиной (менее 1,5 мкм) и скоростью проведения импульса (0,5–2 м/с).

2.1.3. Классификация нейронов. Концептуальная рефлекторная дуга

При классификации нервных клеток чаще всего используют два принципа их деления – по строению нейронов и по выполняемым ими функциям.

I. Классификация нейронов по их строению (рис. 2):

1. Большинство нейронов состоят из тела, нескольких отходящих от него дендритов и одного аксона – *мультиполярные нейроны*:

2. Нейроны, состоящие из тела, аксона и одного дендрита, называются *биполярными*.

3. *Униполярными* называются нейроны, воспринимающие возбуждение за счёт синапсов, расположенных на теле клетки, и передающие его по единственному отростку – аксону. У человека такие нейроны обнаружены только в чувствительном ядре тройничного нерва на уровне среднего мозга. Существуют нейроны, которые по своей структуре являются униполярными, но функционально они относятся к биполярным клеткам. От тела этих клеток отходит один отросток (аксон), но его проксимальная часть Т-образно разветвляется на два волокна: афферентное и эфферентное. Такие нейроны называются *псевдоуниполярными*; они расположены в спинномозговых ганглиях (ганглиях задних корешков) и в чувствительных ганглиях черепно-мозговых нервов. Уникальность этих клеток заключается в том, что по миелинизированным афферентным отросткам импульсы проходят намного быстрее, чем по обычным дендритам, не покрытым миелиновой оболочкой.

II. В зависимости от выполняемых функций обычно выделяют нейроны (рис. 3):

1. *сенсорные* (чувствительные, афферентные);

2. *эффекторные* (двигательные и вегетативные, эфферентные);

3. *вставочные* (интернейроны, сочетательные, ассоциативные). Среди них особое место занимают *модуляторные нейроны*, которые самостоятельно не запускают каких-либо реакций, но могут изменять уровень активности нервных центров, модулируя, таким образом, их реактивность.

4. *Секреторные нейроны* вырабатывают различные гормоны, выделяющиеся в кровь и осуществляющие гуморальную регуляцию работы различных органов и систем (нейроны гипоталамуса и гипофиза).

Из цепи функционально специализированных нейронов строятся рефлекторные дуги: простые (двухнейронные, моносинаптические) и очень сложные (полисинаптические). Связь между нейронами осуществляется посредством синапсов, чаще всего – химических. Нейрон, передающий информацию через синапс, назы-

вается пресинаптическим^{*}; получающий информацию нейрон называется постсинаптическим^{**}.

Рефлекторные дуги являются субстратом, осуществляющим единичный акт нервной деятельности – рефлекс. *Рефлекс – это закономерная ответная реакция организма на воздействия внешней или внутренней среды, осуществляемая при участии центральной нервной системы.*

Концептуальная рефлекторная дуга (рис. 9) включает в себя афферентное звено (рецептор и чувствительные проводящие волокна), зону замыкания (нервный центр рефлекса), эфферентное звено (центробежные проводящие пути и исполнительный (рабочий) орган – мышца или железа). В последнее время в соответствии с теорией обратной связи добавляют в эту схему и канал «обратной афферентации», по которому в нервный центр поступает информация о состоянии рабочего органа в данный момент времени. Соответственно, в свете кибернетических воззрений в основе рефлекторной деятельности ЦНС лежит не дуга, а замкнутый круг.

2.2. Глиальные клетки: их разновидности и функции

Нейроны в нервной системе окружены опорными и вспомогательными клетками, которые называются глиальными (греч. «*glia*» – клей). Количество глиальных клеток в ЦНС в 5–10 раз превышает количество нейронов.

Глиальные клетки бывают 4 типов:

Три типа клеток – *олигодендроциты, астроциты и эпендимные клетки* – относятся к *нейроглиальным клеткам*, то есть имеют общее происхождение с нейронами, но, в отличие от них, способны к регенерации. Клетки 4 типа – *клетки микроглии* – являются макрофагами, мигрировавшими из кровотока в ткани мозга.

1. **Олигодендроциты** – это поддерживающие и изолирующие клетки, расположенные в ЦНС; аналогичные клетки в периферической нервной системе называются *шванновскими клетками* (клетками-спутниками, клетками-сателлитами).

Олигодендроциты образуют отростки, которые покрывают и изолируют нервные клетки и волокна. Олигодендроциты заключают их в складки своей наружной мембраны. При этом мембрана отростков олигодендроцитов, сопровождающих нервные волокна А и В типа, как бы накручивается вокруг соответствующего фрагмента каждого аксона (рис. 6 А, 7). В результате эти клетки покрывают своей цитоплазматической мембраной ствол аксона в несколько слоёв с небольшими межклеточными промежутками между ними, называемыми *перехватами Ранвье* (рис. 6). После накручивания своих отростков вокруг аксона олигодендроцит начинает формировать специализированную клеточную оболочку, включая в её состав в качестве основного структурного белка миелин. Образовавшийся многослойный мембранный комплекс называется *миелиновой оболоч-*

* Пресинаптический нейрон – досинаптический, передающий возбуждение нейрон, расположенный выше места контакта двух нейронов.

** Постсинаптический – послесинаптический, получающий возбуждение нейрон, расположенный ниже места контакта двух нейронов.

кой. Миелин, таким образом, образован мембранными белками и липидами, которые обуславливают белый цвет участков нервной ткани, состоящих преимущественно из миелинизированных волокон (белое вещество головного и спинного мозга).

В периферической нервной системе миелинизацию осуществляют шванновские глиальные клетки (рис. 6 Б). Шванновские клетки, в отличие от олигодендроцитов ЦНС, отростков не образуют; каждая из них как бы обвёртывает собой участок аксона, образуя вместе с другими шванновскими клетками его миелиновую оболочку. Между соседними шванновскими клетками остаются небольшие свободные участки аксонов (*перехваты Ранвье*), по которым распространяются нервные импульсы.

Олигодендроциты и шванновские клетки, заключающие в своих складках (инвагинациях) тела нейронов и немиелинизированные нервные волокна (С тип), могут одновременно образовывать изолирующие «футляры» для нескольких нейронов и их отростков (рис. 8).

2. **Астроциты** (лат. «*astra*» – звезда) имеют звёздчатую форму. Некоторые из них снабжены тонкими цитоплазматическими отростками (*фибриллярные астроциты*), а часть – плотными отростками (*протоплазматические астроциты*). Эти отростки заполняют пространства между сосудистыми стенками и нейронами. Астроциты обеспечивают нейроны питательными веществами, поступающими по сосудам (трофическая функция) и одновременно участвуют в формировании гематоэнцефалического барьера (ГЭБ), препятствующего поступлению из крови вредных веществ (защитная функция).

3. **Эпендимные клетки** образуют непрерывную выстилку стенок желудочков мозга и центрального канала спинного мозга. Эти клетки похожи на клетки кубического однослойного эпителия, их длинные цитоплазматические отростки глубоко проникают в подлежащую нервную ткань. На апикальной* поверхности эпендимных клеток, которая обращена в просвет желудочков или спинномозгового канала, расположено большое количество микропиноцитозных пузырьков и микроворсинок. Эпендимные клетки выполняют транспортную и секреторную функцию, принимая участие в образовании спинномозговой жидкости.

4. **Микроглия** представлена мелкими клетками с множеством отростков. Клетки микроглии выполняют в ЦНС фагоцитарную функцию, удаляя погибшие нервные и глиальные клетки, вирусы и бактерии.

Нейроны и клетки нейроглии развиваются в процессе эмбриогенеза из нервной трубки. Их сложное взаимное расположение обуславливает вид нервной ткани на разрезе, когда участки серого вещества чередуются с участками белого вещества. В спинном мозгу серое вещество занимает центральную позицию и имеет вид бабочки. В мозжечке и в полушариях большого мозга серое вещество образует ядра (участки скопления нейронов при относительно небольшом количестве глиальных клеток, имеющие различную форму, отделённые друг от друга белым

* апикальный – верхушечный (лат. «*apex*» – верхушка)

веществом) и кору мозжечка и больших полушарий. Серое вещество коры большого мозга состоит из 6 слоёв нервных клеток, а в коре мозжечка таких слоёв 3.

3. Классификация нервной системы

По топографической классификации единая в морфологическом и функциональном плане нервная система условно подразделяется на два основных отдела: *центральную нервную систему (ЦНС) и периферическую нервную систему* (рис. 10, 11). Границей между этими отделами считаются межпозвоночные отверстия, через которые нервные волокна спинного мозга покидают спинномозговой канал, а также соответствующие отверстия в черепе, через которые из черепномозговой полости выходят черепные нервы.

Центральная нервная система включает в себя два основных отдела, которые различаются как по анатомическому строению, так и по функциям: головной и спинной мозг. Анатомическая граница между головным и спинным мозгом проходит позади продолговатого мозга, по нижнему краю перекреста волокон пирамидных трактов. Это место находится на уровне большого отверстия черепа.

К периферической нервной системе относят корешки спинномозговых и черепных нервов, стволы этих нервов, их ветви, сплетения и узлы, а также нервные окончания (рецепторы и эффекторы), расположенные во всех частях человеческого тела.

По анатомо-функциональному принципу нервную систему также условно делят на две части: *соматическую** и *вегетативную***. Соматическая нервная система включает в себя сенсорные системы (анализаторы), структуры, оценивающие информацию и определяющие её значимость, структуры программирования поведения и системы управления движениями. Она иннервирует, главным образом, органы чувств, скелетные мышцы тела, суставы и связочный аппарат, кожу и т.д. Этот отдел отвечает за взаимодействие организма с окружающей средой, воспринимает тактильные, температурные, болевые и другие воздействия, и обеспечивает сознательные движения (локомоция и манипуляция), рефлекторные защитные и другие движения (комфортные движения, например, чесание, изменение положения тела во сне и т.п.).

Вегетативная нервная система иннервирует все органы, создающие внутреннюю среду организма и обеспечивающие так называемую растительную жизнь. К этим органам относятся все внутренние органы, составляющие пищеварительную и сосудодвигательную системы, мочеполовой аппарат и бронхи. Вегетативная нервная система регулирует обменные процессы при разных уровнях активности организма, обеспечивая рабочие органы необходимой для совершения работы энергией (эрготропная функция); она регулирует рост и размножение клеток, а

* В качестве синонима термина «соматическая система» часто используется термин «анимальная», то есть животная система.

** В качестве синонима термина «вегетативная система» часто используются термины «автономная, или произвольная нервная система».

также обеспечивает трофическую (питательную) иннервацию всех органов, включая скелетные мышцы, кожу и саму нервную систему (трофотропная функция).

В вегетативной нервной системе топографически также различают центральный и периферический отделы. Центральный, или внутримозговой, отдел, находится в составе головного мозга (ядра III, VII, IX и X черепномозговых нервов) и в спинном мозге в боковых столбах (или рогах) серого вещества. К периферическому, или внемозговому, отделу вегетативной нервной системы относятся все вегетативные волокна, идущие в составе смешанных нервов, вегетативные ганглии и нервные окончания.

На основании физиологических, фармакологических и отчасти морфологических признаков вегетативную нервную систему подразделяют на три части (отдела), часто называемые также системами: **симпатическую**^{*}, **парасимпатическую** (околосимпатическую) и **метасимпатическую** (постсимпатическая).

Метасимпатическая система является эволюционно самой древней и самой периферической частью вегетативной нервной системы. Она образована сенсорными, вставочными и эффекторными нервными клетками, диффузно расположенными в толще стенки (интрамурально) желудочно-кишечного тракта^{**}, а также в других органах. Метасимпатическая система обладает наибольшей степенью автономии, так как может управлять процессами пищеварения полностью самостоятельно, на основе местных рефлексов с хемо- и механорецепторов. Функционирование метасимпатической системы не нарушается даже в отсутствие команд от ЦНС.

Симпатическая и парасимпатическая системы образованы нейронами, расположенными в ЦНС, преганглионарными эфферентными нервными волокнами, нейронами вегетативных узлов (ганглиев), постганглионарными волокнами и нервными окончаниями. Эти системы являются эволюционно более поздней «надстройкой» над метасимпатической системой, обеспечивающей централизованную регуляцию вегетативных функций. Каждая из этих двух систем действует на органы по-своему, иногда противоположно; сумма их эффектов и определяет функциональное состояние организма. Активность симпатической и парасимпатической систем интегрируется и координируется гипоталамусом, который является высшим центром регуляции вегетативных функций.

^{*} Её название произошло от греческого слова «*sympathos*» – сострадание. Раньше предполагали, что она вызывает изменения в организме, связанные с эмоциональным волнением.

^{**} отсюда второе название этой системы, предложенное в конце XIX–начале XX века английским физиологом Ленгли, – энтеральная, то есть кишечная система

4. Филогенетическое и онтогенетическое развитие нервной системы

4.1. Филогенез (эволюционное развитие) нервной системы

Простейшие одноклеточные организмы не имеют нервной системы, регуляция жизнедеятельности у них происходит только за счёт гуморальных механизмов. При этом под действием какого-либо фактора внешней или внутренней среды увеличивается выработка регуляторных молекул, которые выделяются непосредственно во внутриклеточную жидкость (лат. «*humor*» – жидкость) и поступают к рабочей органелле путём диффузии. Только после этого формируется ответная реакция на причинный фактор. Разумеется, такой способ регуляции не является оперативным и точным, а, значит, ограничивает приспособительные возможности организма.

Нервная система, появившаяся у многоклеточных организмов, позволяет управлять системами организма более дифференцированно и с меньшими потерями времени на проведение командного сигнала (стимула). Поэтому у всех современных высокоорганизованных животных при единой нейрогуморальной регуляции функций организма ведущая роль принадлежит именно нервной системе. Филогенез нервной системы, то есть её эволюционное развитие (греч. «*phylon*» – род), предположительно, происходил в несколько этапов:

I этап – образование сетевидной нервной системы. На современном этапе эволюции такой тип нервной систем имеют кишечнополостные, например, гидра (рис. 12). Все нейроны у них являются мультиполярными и объединяются за счёт своих отростков в единую сеть, пронизывающую всё тело. При раздражении любой точки тела гидры возбуждается вся нервная система, вызывая движение всего тела. Эволюционным отголоском этого этапа у человека является сетевидное строение интрамуральной* нервной системы пищеварительного тракта (метасимпатической вегетативной нервной системы).

II этап – формирование узловой нервной системы связан с дальнейшей интеграцией организма и необходимостью централизованной переработки информации для ускорения этого процесса. На этом этапе произошла специализация нейронов и их сближение с образованием нервных узлов – центров. Отростки этих нейронов образовали нервы, идущие к рабочим органам. Централизация нервной системы привела к формированию рефлекторных дуг. Процесс централизации происходил двумя путями (рис. 13): с образованием радиальной (несимметричной) нервной системы (иглокожие, моллюски) и лестничной (симметричной) системы (например, плоские и круглые черви).

Радиальная нервная система, при которой все нервные ганглии сосредотачиваются в одном или двух-трёх местах, оказалась мало перспективной в эволюционном плане. Из животных, имеющих несимметричную ЦНС, только осьминоги достигли низшего уровня перцептивной психики, остальные же не поднялись выше сенсорной психики.

* Интрамуральная – расположенная в толще стенки желудка или кишечника

При формировании ЦНС лестничного типа (как, например, у планарий, рис. 13, А) ганглии формируются в каждом сегменте тела и соединяются между собой, а также с сегментами верхних и нижних уровней посредством продольных стволов. На переднем конце нервной системы развиваются нервные узлы, отвечающие за восприятие информации от передней части тела, которая в процессе движения первой и чаще сталкивается с новыми стимулами. В связи с этим головные ганглии беспозвоночных развиты сильнее остальных, являясь прообразом будущего головного мозга. Отражением этого этапа формирования ЦНС у человека является строение вегетативной нервной системы в виде параллельно идущих цепочек симпатических ганглиев.

III этапом является образование трубчатой нервной системы. Такая ЦНС впервые возникла у хордовых (ланцетник) в виде метамерной* нервной трубки с отходящими от неё сегментарными нервами ко всем сегментам туловища – *туловищный мозг* (рис. 14). Появление туловищного мозга связано с усложнением и совершенствованием движений, требующих координированного участия мышечных групп разных сегментов тела.

IV этап связан с образованием головного мозга. Этот процесс называется *цефализацией* (от греч. «*encephalon*» – головной мозг). Дальнейшая эволюция ЦНС связана с обособлением переднего отдела нервной трубки, что первоначально обусловлено развитием анализаторов, и приспособлением к разнообразным условиям обитания (рис. 15).

Филогенез головного мозга, согласно схеме Е.К. Сеппа и соавт. (1950), также проходит несколько этапов. На первом этапе цефализации из переднего отдела нервной трубки формируются *три первичных пузыря*. Развитие *заднего пузыря* (первичный задний, или *ромбовидный мозг, rhombencephalon*) происходит у низших рыб в связи с совершенствованием слухового и вестибулярного анализаторов, воспринимающих звук и положение тела в пространстве (VIII пара головных нервов). Эти два вида анализаторов наиболее важны для ориентации в водной среде и являются, вероятно, эволюционно наиболее ранними. Так как на этом этапе эволюции наиболее развит задний мозг, в нём же закладываются и центры управления растительной жизнью, контролирующие важнейшие системы жизнеобеспечения организма – дыхательную, пищеварительную и систему кровообращения. Такая локализация сохраняется и у человека, у которого выше указанные центры располагаются в продолговатом мозге.

Задний мозг по мере развития делится на *собственно задний мозг (metencephalon)*, состоящий из моста и мозжечка, и *продолговатый мозг (myelencephalon)*, являющийся переходным между головным и спинным мозгом.

На втором этапе цефализации произошло развитие *второго первичного пузыря (mesencephalon)* под влиянием формирующегося здесь зрительного анализатора; этот этап также начался ещё у рыб.

* Метамерная – непрерывная, сплошная, равномерная.

На третьем этапе цефализации формировался *передний мозг (prosencephalon)*, который впервые появился у амфибий и рептилий. Это было связано с выходом животных из водной среды в воздушную и усиленным развитием обонятельного анализатора, необходимого для обнаружения находящихся на расстоянии добычи и хищников. В последующем передний мозг разделился на *промежуточный* и *конечный мозг (diencephalon et telencephalon)*. Таламус стал интегрировать и координировать сенсорные функции организма, базальные ганглии конечного мозга стали отвечать за автоматизмы и инстинкты, а кора конечного мозга, сформировавшаяся изначально как часть обонятельного анализатора, со временем стала высшим интегративным центром, формирующим поведение на основе приобретённого опыта. Подробнее вопросы эволюции конечного мозга будут рассмотрены в Разделе 6.5.1.

V этап эволюции нервной системы – кортиколизация функций (от лат. «*cortex*» – кора) (рис. 16). Полушария большого мозга, возникшие у рыб в виде парных боковых выростов переднего мозга, первоначально выполняли только обонятельную функцию. Кора, сформировавшаяся на этом этапе и выполняющая функцию переработки обонятельной информации, называется *древней корой (paleocortex, палеокортекс)*. Она отличается малым числом слоёв нейронов (2–3), что является признаком её примитивности. В процессе дальнейшего развития других отделов коры большого мозга древняя кора смещалась вниз и медиально. У разных видов она сохраняла свою функцию, но относительные её размеры уменьшались. У человека древняя кора представлена в области нижнемедиальной поверхности височной доли (переднее продырявленное вещество и смежные с ним участки), функционально она входит в лимбическую систему и отвечает за инстинктивные реакции (см. Раздел 6.5.2.1.2.).

Начиная с амфибий (рис. 16), происходит образование базальных ганглиев (структур полосатого тела) и так называемой *старой коры (archicortex, архикортекс)* и повышается их значимость в формировании поведения. Базальные ганглии стали выполнять ту же функцию, что и архикортекс, значительно расширив диапазон и сложность автоматических, инстинктивных реакций.

Старая кора, как и древняя, состоит только из 2–3 слоёв нейронов. У амфибий и рептилий она занимает верхние участки больших полушарий. Однако, начиная с примитивных млекопитающих, по мере увеличения новой коры, она постепенно смещается на срединную поверхность полушарий. У человека этот вид коры находится в зубчатой извилине и гиппокампе.

Старая кора включена в лимбическую систему, в которую кроме неё входят таламус, миндалина, полосатое тело и древняя кора (см. Раздел 6.5.2.1.2.).

С образованием этой системы мозг приобретает новые функции – формирование эмоций и способность к примитивному научению на основе положительного или отрицательного подкрепления действий. Эмоции и ассоциативное научение значительно усложнили поведение млекопитающих и расширили их адаптационные возможности.

Дальнейшее совершенствование сложных форм поведения связано с формированием новой коры (*neocortex*, неокортекс). Нейроны новой коры впервые появляются у высших рептилий, однако, сильнее всего неокортекс развит у млекопитающих (рис. 16). У высших млекопитающих неокортекс покрывает увеличившиеся большие полушария, оттесняя вниз и медиально структуры древней и старой коры. Новая кора наиболее развита у человека, её площадь достигает 220 000 мм², при этом две трети площади коры находится в её складках. Неокортекс становится центром обучения, памяти и интеллекта, может контролировать функции других отделов мозга, влияя на реализацию эмоциональных и инстинктивных форм поведения.

Таким образом, значимость кортиколизации функций заключается в том, что по мере своего развития кора конечного мозга берёт на себя роль высшего центра переработки информации и построения программ поведения. При этом корковые отделы анализаторов и корковые двигательные центры подчиняют себе нижележащие эволюционно более старые центры. В результате совершенствуется обработка информации, так как к интегративным возможностям подкорковых центров добавляются качественно новые возможности коры. Филогенетически старые сенсорные центры становятся переключателями центрами, осуществляющими начальную переработку информации, окончательная оценка которой будет произведена лишь в коре больших полушарий.

По такой же схеме строится и формирование поведения: инстинктивные, видоспецифические автоматические действия регулируются подкорковыми ядрами, а благоприобретенные компоненты поведения, вырабатываемые в течение всей жизни, формируются корой. Кора же может управлять центрами инстинктивных реакций, существенно расширяя при этом диапазон поведенческих реакций.

Кортиколизация функций увеличивается при переходе на более высокий уровень эволюционного развития и сопровождается увеличением площади коры и усилением её складчатости.

4.2. Онтогенетическое (индивидуальное) развитие нервной системы

Онтогенетическое развитие нервной системы (греч. «*onthos*» – особь, существо), то есть развитие индивидуальное, протекающее с момента оплодотворения яйцеклетки и до смерти данного индивида, в основных чертах отражает (но не повторяет!) филогенез нервной системы данного вида.

Образовавшаяся после оплодотворения зигота начинает делиться и образует морулу, представляющую собой скопление клеток, способных к дифференциации в разных направлениях (рис. 17). Эти клетки в последующем делятся неравномерно и образуют бластулу, состоящую из трофобласта и эмбриобласта.

Из клеток наружной части эмбриобласта формируется зародышевый, или эмбриональный диск, который вскоре делится на два листка (слоя) – *энтодерму* (внутренний листок) и *эктодерму* (наружный листок). Через некоторое время между ними образуется *мезодерма* (средний листок). Из эктодермы в последующем образуются *нервная ткань, хорда и кожа*. Из клеток энтодермы формируются

дыхательная и пищеварительная трубки, а из мезодермы будут образовываться *мышцы, соединительная ткань, клетки крови, мочеполовая система и части большинства внутренних органов*.

Зародышевый диск по мере роста увеличивается в длину и превращается в *эмбриональную пластинку* (полоску). Одновременно с этим увеличивается и толщина эмбриона.

На следующей стадии эмбрионального развития происходит сворачивание эмбриональной пластинки в зародышевую трубку. При этом энтодерма и мезодерма вворачиваются внутрь эктодермы, и образуется гастрюла. На поверхности эмбриона остаётся нервная ткань в виде продольной *нервной пластинки* и та часть эктодермы, из которой в последующем образуется кожа.

В первичной нервной пластинке клетки-предшественницы нервной ткани изначально располагаются в один слой. Каждый сегмент этой пластинки отвечает за образование специфических структур нервной системы, хотя на очень ранних стадиях эмбриогенеза предназначение участка для формирования определенных частей мозга может меняться. Если в это время удалить некоторые участки нервной пластинки, оставшиеся ткани нервной пластинки заменят утраченные и в результате разовьётся полноценный мозг. На более поздних стадиях развития замещения не происходит, и мозг формируется не полностью.

Нервная пластинка быстро растёт, её края начинают утолщаться и приподниматься над первоначальной зародышевой пластинкой. Через несколько дней левый и правый края сближаются и срастаются по средней линии, образуя *нервную трубку*. Клетки нервной трубки в последующем дифференцируются в нейроны головного и спинного мозга, а также в нейроглиальные клетки (олигодендроциты, астроциты и эпендимные клетки).

Во время сворачивания нервной трубки некоторые клетки нервной пластинки остаются за её пределами, и из них формируется *нервный гребень*. Он лежит между нервной трубкой и кожей, и в дальнейшем из клеток нервного гребня развиваются нейроны периферической нервной системы, шванновские клетки, клетки мозгового вещества надпочечников и мягкой мозговой оболочки.

Вскоре после формирования нервной трубки, тот её конец, из которого впоследствии образуется голова, закрывается. Затем передняя часть нервной трубки начинает раздуваться, и образуются три вздутия – так называемые *первичные мозговые пузыри** (рис. 18). Одновременно с формированием этих пузырей происходит формирование в сагиттальной плоскости двух изгибов будущего головного мозга. *Головной, или теменной изгиб* формируется в области среднего пузыря.

Шейный изгиб отделяет зачаток головного мозга от остальной части нервной трубки, из которой в последующем сформируется спинной мозг.

Из первичных мозговых пузырей формируются три основных отдела головного мозга: *передний (prosencephalon* – передний мозг), *средний (mesencephalon* – средний мозг) и *задний (rhombencephalon* – задний, или ромбовидный мозг). Этот этап развития мозга называется *стадией трёх мозговых пузырей*. После образо-

* Эта стадия развития мозга называется «стадией трёх мозговых пузырей».

вания трёх первичных пузырей одновременно с замыканием заднего конца нервной трубки на боковых поверхностях переднего пузыря появляются зрительные пузырьки, из которых сформируются сетчатка глаза и зрительные нервы.

Следующим этапом развития мозга является параллельное дальнейшее формирование изгибов мозговой трубки и образование из первичных пузырей *пяти вторичных мозговых пузырей* (стадия пяти мозговых пузырей). Первый* и второй вторичные мозговые пузыри образуются за счёт деления на две части переднего первичного пузыря. Из этих пузырей в последующем формируются, соответственно, конечный мозг (полушария мозга) и промежуточный мозг. Третий вторичный мозговой пузырь образуется из неделящегося среднего первичного пузыря. Четвёртый и пятый мозговые пузыри образуются в результате деления третьего (заднего) первичного пузыря на верхнюю и нижнюю части. Из них в последующем образуется собственно задний мозг (мозжечок и мост) и продолговатый мозг.

Всего в процессе онтогенеза мозговая трубка изгибается три раза в сагиттальной плоскости (рис. 18). Сначала в области среднего мозгового пузыря, рядом с образующимся перешейком мозга, отделяющим передний и средний мозг, формируется выпуклый в дорсальную сторону *головной, или теменной, изгиб*. Затем на границе с зачатком спинного мозга образуется *шейный изгиб*, также выпуклый дорсально. Третий, *мостовой изгиб* формируется в области заднего первичного пузыря, его выпуклая сторона обращена вперед (вентрально). Именно этот изгиб делит задний мозг на 4 и 5 вторичные пузыри.

Таким образом, после деления первичных мозговых пузырей и формирования мозговых изгибов в зачатке мозга человека дифференцируется 5 отделов, из которых в дальнейшем образуются: 1. *конечный мозг (telencephalon)*, 2. *промежуточный мозг (diencephalon)*, 3. *средний мозг (mesencephalon)*, 4. *задний мозг (metencephalon)* и 5. *продолговатый мозг (myelencephalon seu medula oblongata)*.

По мере роста нервной трубки происходит утолщение её стенок и усложнение рельефа поверхности мозговых пузырей. Это приводит к неравномерному сужению полости нервной трубки. В результате просвет спинного мозга превращается в узкий *центральный канал спинного мозга*, а полости мозговых пузырей приобретают форму различных по величине и положению щелей, называемых *желудочками головного мозга*. Все желудочки мозга последовательно соединяются между собой и с центральным каналом спинного мозга. Они заполнены спинномозговой жидкостью, которая образуется внутрижелудочковыми сосудистыми сплетениями и эпендимными клетками. Через отверстия в нижнем мозговом парусе спинномозговая жидкость оттекает из системы желудочков мозга в подпаутинное пространство (подробнее см. Раздел 8).

* В единственном числе о первом вторичном пузыре говорят, когда рассматривают одну из симметричных половин развивающегося мозга. На самом деле таких пузырей два, они образуются симметрично на боковых стенках второго вторичного пузыря. Из их стенок в дальнейшем сформируются большие полушария мозга, а их полости превратятся в боковые желудочки.

По мере своего роста полушария большого мозга сначала увеличиваются в области лобной доли, затем теменной и, наконец, височной доли. Благодаря этому создаётся впечатление, будто кора мозга (плащ^{*}) вращается вокруг таламуса^{**} сначала спереди назад, затем вниз и, наконец, погибает вперёд к лобной доле. В результате к моменту рождения плащ мозга покрывает не только таламусы, но и дорсальную поверхность среднего мозга и мозжечка.

Необходимо отметить, что у человека наибольшему развитию и дифференциации в процессе онтогенеза подвергается конечный мозг. Кора большого мозга формируется особенно долго и интенсивно, темпы её развития заметно снижаются только с началом второго года жизни (через 21 месяц с момента овуляции).

Мозг новорожденного весит около 330–340 г., при этом первичные и вторичные борозды уже сформированы (рис. 18). Третичные борозды, отличающиеся у человека вариабельностью и непостоянством, формируются после рождения.

Рост и развитие головного мозга продолжается примерно до двадцати лет, при этом его масса у разных людей может варьировать от 1100 до 2000 г. В возрасте с 20 до 60 лет масса мозга и его общее строение почти не изменяются. После 60 лет в головном мозге появляются дегенеративные изменения, что, в частности, проявляется в уменьшении его массы.

5. Спинной мозг

5.1. Форма, топография, основные отделы спинного мозга

Спинной мозг располагается в канале позвоночного столба от верхнего края I шейного позвонка до I–II поясничного позвонка (рис. 19). Средняя длина спинного мозга человека равна примерно 43 см, средний вес – около 30 г. Спинной мозг покрыт тремя оболочками: *твёрдой, паутинной и сосудистой*.

Спинной мозг имеет форму цилиндра, несколько сплюснутого в переднезаднем направлении (рис. 20). В его шейном и поясничном отделах заметны два утолщения – *шейное утолщение* и *пояснично-крестцовое утолщение* (рис. 11). Формирование этих утолщений обусловлено скоплением в этих участках спинного мозга большого количества нервных клеток и волокон, иннервирующих верхние и нижние конечности. Так как руки у человека могут выполнять большее число движений, шейное утолщение имеет большую площадь сечения, чем пояснично-крестцовое.

В своей верхней части спинной мозг нечётко граничит с продолговатым мозгом, а внизу постепенно суживается в виде *мозгового конуса* и переходит в *концевую нить*. Концевая нить, за исключением верхних участков, не содержит нервных клеток, а является соединительнотканым образованием. В крестцовом канале

* Это образное название коры мозга сохранилось с тех времён, когда люди носили плащи в виде отрезков материи, оборачиваясь в них в непогоду. Древние учёные присвоили коре такое название из-за того, что на разрезах она выглядит в виде тонкого слоя, покрывающего вещество мозга наподобие куска материи.

** Таламус (*thalamus*) – зрительный бугор, структура промежуточного мозга, см. раздел 6.4.1.)

концевая нить срастается с твёрдой мозговой оболочкой и прикрепляется к надкостнице II копчикового позвонка. За счёт этого спинной мозг фиксируется в позвоночном канале. Вместе с пояснично-крестцовыми спинномозговыми нервами, отходящими от мозгового конуса вертикально вниз, терминальная нить образует так называемый *конский хвост* (рис. 11).

На передней поверхности спинного мозга видна *передняя срединная щель* (рис. 20, А). По середине задней поверхности спинного мозга *проходит задняя срединная борозда* (рис. 20, Б). Сагиттальная плоскость, проходящая через срединную щель и заднюю срединную борозду, делит спинной мозг на правую и левую симметричные половины.

Латеральнее передней срединной щели находится *передняя латеральная борозда*, являющаяся местом выхода из спинного мозга *передних (двигательных) корешков*.

Латеральнее задней срединной борозды находится *задняя латеральная борозда*, место вхождения в спинной мозг *задних (чувствительных) корешков*. Задние и передние корешки спинного мозга соединяются и дают начало спинномозговым нервам. У места соединения корешков видны утолщения – *спинальные ганглии (спинномозговые узлы)*, содержащие тела чувствительных псевдоуниполярных нейронов.

На всём протяжении спинного мозга от него отходит с каждой стороны по 31 паре корешков. Отрезок спинного мозга, соответствующий четырём корешкам (по одному переднему и одному заднему с каждой стороны), называют *сегментом спинного мозга*. Соответственно, всего спинной мозг состоит из 31 сегмента, среди них различают 8 шейных, 12 грудных, 5 поясничных и 5 крестцовых и 1 копчиковый сегмент.

Протяженность спинного мозга значительно меньше длины позвоночного столба, так как длина каждого сегмента около 1 см, а это намного меньше высоты тел позвонков (рис. 19). По этой причине порядковый номер сегмента спинного мозга и уровень их положения, начиная с нижнего шейного отдела, не соответствует порядковым номерам одноименных позвонков. Это же объясняет тот факт, что спинномозговые нервы, начиная с грудных, направляются к месту выхода из позвоночного канала всё более вертикально вниз, а от мозгового конуса (в составе конского хвоста) идут почти вертикально.

Спинной мозг построен из серого и белого вещества (рис. 20). Серое вещество в спинном мозге занимает центральное положение. Снаружи от серого вещества располагается белое вещество спинного мозга.

5.2. Серое вещество спинного мозга

В сером веществе каждой половины спинного мозга условно выделяют три *серых столба* – *передний, задний и боковой (или промежуточный)* (рис. 20). Серое вещество правой и левой половины спинного мозга соединены поперечной пластинкой серого вещества – *серой спайкой*, в центре которой видно отверстие центрального канала. Часть серой спайки, расположенная кпереди от центрально-

го канала называется *передней спайкой спинного мозга*, а часть, расположенная кзади от него, – *задней спайкой*.

На поперечном разрезе спинного мозга серые столбы вместе с серой спайкой имеют форму буквы «Н» или бабочки с расправленными крыльями (рис. 21). Передние серые столбы на срезе называются *передними рогами*, а задние отделы – *задними рогами*. Между ними расположена *промежуточная зона серого вещества спинного мозга*, наиболее заметная в сегментах с VIII шейного по II поясничный и соответствующая боковым (промежуточным) столбам. В этих сегментах промежуточные зоны заметно выступают в стороны в виде *боковых рогов*.

Передние рога спинного мозга более широкие, в них расположены крупные нервные клетки – *двигательные нейроны (мотонейроны)*. Аксоны мотонейронов, направляющиеся к скелетным мышцам соответствующей части тела, образуют основную часть волокон передних корешков спинномозговых нервов. Нейроны, расположенные в каждом переднем роге, образуют *пять моторных ядер*: два медиальных и два латеральных, а также центральное ядро (рис. 22).

В задних рогах диффузно располагаются мультиполярные вставочные нейроны, на которых заканчиваются чувствительные волокна задних корешков. Среди них выделяют ассоциативные и комиссуральные клетки. Аксоны ассоциативных нейронов (или их ветви) направляются ипсилатерально (по одноимённой стороне) в передний или боковой рог того же сегмента, обеспечивая регуляцию двигательных и вегетативных функций на уровне спинного мозга, либо сообщаются с нейронами выше и ниже лежащих сегментов, обеспечивая слаженную работу нейронов разных сегментов. Комиссуральные волокна нейронов задних рогов переходят через переднюю белую спайку на противоположную сторону спинного мозга и обеспечивают координацию функций левой и правой половин спинного мозга (соответственно и тела).

В задних рогах спинного мозга наиболее заметны два скопления нейронов, образующих *собственное ядро заднего рога* и *грудное ядро*^{*} (рис. 22). Собственное ядро находится в середине заднего рога. Аксоны интернейронов собственного ядра, направляющиеся в составе боковых канатиков одноимённой и противоположной стороны к мозжечку и промежуточному мозгу, образуют передний спинно-мозжечковый и спинно-таламический тракты. Грудное ядро расположено в основании заднего рога в сегментах с восьмого шейного по второй поясничный. Сильно разветвлённые дендриты клеток этого ядра получают импульсы от чувствительных псевдоуниполярных нейронов задних корешков спинного мозга.

Аксоны клеток грудного ядра выходят на своей стороне в боковой канатик и образуют задний спинно-мозжечковый путь.

В промежуточной зоне серого вещества спинного мозга обычно выделяют три ядра, два из которых находятся на разных уровнях в латеральном промежуточном веществе, а третье – в медиальном промежуточном веществе (рис. 22):

1. *Латеральное промежуточное (симпатическое) ядро* находится в сегментах с восьмого шейного по второй поясничный (C₈–L₂), именно оно образует в

^{*} ядро Штиллинга–Кларка

них боковой рог. Это ядро является центром симпатического отдела вегетативной нервной системы. Клетки, образующие это ядро, являются первыми в эфферентной части симпатической рефлекторной дуги. Их аксоны (преганглионары), проходят через передние рога, затем направляются в составе передних корешков спинномозговых нервов к симпатическим ганглиям симпатического ствола.

2. *Крестцовые парасимпатические ядра* находятся в латеральном промежуточном веществе крестцовых сегментов со второго по четвёртый (S_2-S_4). В этих ядрах находится крестцовый (спинномозговой) центр парасимпатического отдела вегетативной нервной системы. От клеток, образующих эти ядра, отходят преганглионарные волокна к периферическим парасимпатическим узлам.

3. *Медиальное промежуточное ядро* расположено собственно между передними и задними рогами, вблизи центрального канала спинного мозга. Аксоны клеток этого ядра переходят на противоположную сторону и идут к мозжечку в боковом канатике в составе переднего спинно-мозжечкового пути.

5.3. Белое вещество спинного мозга

В белом веществе выделяют три парных канатика (рис. 21). Медиальной границей *переднего канатика* является срединная щель спинного мозга, а боковой границей – передняя латеральная борозда. *Задний канатик* находится между задней срединной и задней латеральной бороздами, *боковой канатик* – между передней и задней латеральными бороздами. Белое вещество состоит из нервных волокон трёх типов: восходящих, нисходящих и межсегментарных. Восходящие и нисходящие волокна спинного мозга объединяются в спинномозговые тракты (пути), соединяющие спинной мозг с различными структурами головного мозга. По *восходящим волокнам* вверх, в сторону головного мозга идут нервные импульсы от чувствительных и вставочных нейронов спинного мозга. По *нисходящим волокнам* нервные импульсы от нейронов головного мозга проводятся вниз – к нижерасположенным сегментам спинного мозга. В глубине всех канатиков, в непосредственной близости от серого вещества, лежат короткие *межсегментарные нервные волокна*, соединяющие соседние сегменты спинного мозга. Так как эти волокна не выходят за пределы спинного мозга и служат для координации работы нейронов из разных сегментов, их пучки выделяются в *собственный сегментарный аппарат спинного мозга*.

5.3.1. Восходящие пути спинного мозга

К восходящим путям спинного мозга относятся (рис. 23):

1-2. Тонкий и клиновидный пучки. Они находятся в заднем канатике: тонкий пучок располагается медиально, а клиновидный пучок – латерально. Границей между этими пучками является промежуточная борозда, проходящая между задней срединной и задней боковой бороздами. Оба этих пучка образованы аксонами псевдоуниполярных чувствительных нейронов спинномозговых ганглиев, направляющимися к одноимённым ядрам продолговатого мозга. Эти нейроны яв-

ляются первым звеном *лемнисковой сенсорной системы*. По тонкому и клиновидному пучкам проводятся импульсы от рецепторов кожи, суставов и мышц соответствующих частей тела, поступающие, в конечном счёте, в сенсорную кору головного мозга и обеспечивающие сознательную проприоцептивную*, кожную стереогностическую чувствительность**, а также тактильную чувствительность. Тонкий пучок проводит импульсы от рецепторов нижней конечности и нижней половины тела (до V грудного сегмента), клиновидный – от рецепторов верхней конечности и верхней половины тела.

3. Задний спинно-мозжечковый путь (тракт) проходит в задней части бокового канатика. Составляющие его волокна начинаются от клеток грудного ядра, расположенного на одноимённой стороне в медиальной части основания заднего рога.

4. Передний спинно-мозжечковый путь (тракт) проходит в передней части бокового канатика. Этот путь состоит из отростков вставочных нейронов медиального промежуточного ядра, расположенного на противоположной стороне.

Оба спинно-мозжечковых тракта проводят проприоцептивные импульсы от скелетных мышц к мозжечку (нейронам коры червя). На основании этой информации мозжечок осуществляет бессознательную*** координацию движений.

5. Передний спинно-таламический путь (тракт) проходит в переднем канатике спинного мозга латеральнее преддверно-спинномозгового пути. Этот путь образован аксонами клеток собственного ядра заднего рога, расположенного на противоположной стороне спинного мозга. Путь проводит к таламусу импульсы тактильной чувствительности (осязания и давления).

6. Латеральный спинно-таламический путь (тракт) проходит в боковом канатике медиальнее переднего спинно-мозжечкового тракта. Этот путь состоит из волокон вставочных нейронов собственного ядра заднего рога, расположенного на противоположной стороне. Нейроны, отростки которых образуют латеральный спинно-таламический тракт, являются первым звеном *экстралемнисковой сенсорной системы*, проводящей импульсы болевой и температурной чувствительности к промежуточному мозгу и далее к коре больших полушарий.

7. Спинно-покрышечный путь располагается в боковом канатике впереди от латерального спинно-таламического пути. Он проводит к покрышке среднего мозга проприоцептивные импульсы, используемые средним мозгом для рефлекторной регуляции движений и поддержания позы.

5.3.2. Нисходящие пути спинного мозга

К нисходящим путям спинного мозга относятся (рис. 23):

* Проприоцептивная (дословно переводится – «воспринимающая самого себя») чувствительность, называемая по-другому мышечно-суставной чувствительностью, обеспечивает формирование у человека образа собственного тела, на основе переработки информации от рецепторов мышц и суставов позволяет оценивать положение конечностей и туловища в пространстве.

** Стереогноз – распознавание предметов на ощупь

*** Бессознательные движения ещё называют произвольными, или рефлекторными.

1. Боковой корково-спинномозговой (латеральный кортикоспинальный) путь называется также основным перекрещенным пирамидным трактом, так как в его составе идёт большая часть волокон пирамидной системы. Он проходит в латеральном канатике медиальнее заднего спинно-мозжечкового пути. Этот путь образуют аксоны клеток, расположенных на противоположной стороне в двигательной коре большого мозга (в предцентральной извилине). По ходу пирамидного пути происходит его постепенное истончение, так как в каждом сегменте спинного мозга часть его волокон заканчивается на мотонейронах переднего рога. По пирамидным путям от коры проводятся импульсы, вызывающие произвольные (сознательные) движения.

2. Передний корково-спинномозговой (корткоспинальный) путь (прямой или неперекрещенный пирамидный тракт) лежит в переднем канатике спинного мозга. Он, как и латеральный пирамидный путь, состоит из аксонов клеток двигательной коры полушария, только расположенных ипсилатерально. Эти аксоны сначала спускаются до «своего» сегмента, затем переходят в составе *передней спайки спинного мозга* на противоположную сторону и оканчиваются здесь на мотонейронах переднего рога. Этот путь выполняет такую же функцию, что и латеральный пирамидный путь, и образует вместе с ним общую *пирамидную систему*.

3. Красноядерно-спинномозговой путь (руброспинальный тракт). Он берёт начало от красного ядра среднего мозга и спускается в боковом канатике противоположной стороны спинного мозга к двигательным нейронам передних рогов. Этот путь проводит бессознательные (непроизвольные) двигательные импульсы.

4. Покрышечно-спинномозговой путь (тектоспинальный тракт) лежит в переднем канатике медиальнее переднего пирамидного пути. Начинается этот путь в верхних и нижних холмиках крыши среднего мозга и заканчивается на мотонейронах передних рогов. Благодаря этому пути осуществляются рефлекторные (непроизвольные) защитные и ориентировочные движения при зрительных и слуховых раздражениях.

5. Преддверно-спинномозговой путь (вестибулоспинальный тракт) проходит в переднем канатике спинного мозга. Он идёт от вестибулярных ядер моста к передним рогам спинного мозга. По нему проводятся импульсы, обеспечивающие равновесие тела.

6. Ретикуло-спинномозговой путь (ретикулоспинальный тракт) проходит в средней части переднего канатика. По нему проводятся возбуждающие импульсы от ретикулярной формации к мотонейронам спинного мозга. За счёт этого повышается восприимчивость мотонейронов ко всем регуляторным стимулам.

6. Головной мозг

6.1. Общий обзор головного мозга

Головной мозг располагается в полости черепа. Мозг имеет сложную форму, которая соответствует рельефу свода черепа и черепных ямок (рис. 24, 25, 26).

Верхнебоковые отделы головного мозга выпуклые, основание уплощено и имеет многие неровности. В области основания от головного мозга отходят 12 пар черепных нервов.

Масса головного мозга у взрослого человека колеблется от 1100 до 2000 г. В среднем она равна у мужчин 1394 г, у женщин – 1245 г. Эта разница обусловлена меньшей массой тела у женщин.

Головной мозг состоит из пяти отделов: *продолговатого, заднего, среднего, промежуточного и конечного мозга.*

При внешнем осмотре головного мозга выделяют состоящий из продолговатого мозга, моста и среднего мозга *мозговой ствол* (рис. 27, 28, 29), *мозжечок* и *большой мозг* (рис. 24, 26). У человека *полушария большого мозга* накрывают остальные части мозга спереди, сверху и с боков, отделены они друг от друга *продольной щелью большого мозга*. В глубине этой щели находится *мозолистое тело*, которое соединяет оба полушария (рис. 25). Мозолистое тело, как и медиальные поверхности полушарий, можно разглядеть только после разведения верхних краёв полушарий и, соответственно, расширения продольной щели большого мозга. В обычном состоянии медиальные поверхности полушарий довольно близко прилежат друг к другу, в черепе их разделяет только большой серп твёрдой мозговой оболочки. Затылочные доли больших полушарий отделены от мозжечка *поперечной щелью большого мозга*.

Поверхности полушарий большого мозга исчерчены бороздами (рис. 24, 25, 26). Глубокие *первичные борозды* разделяют полушария на доли (*лобную, теменную, височную, затылочную*), мелкие *вторичные борозды* отделяют более узкие участки – *извилины*. Кроме того, различают также непостоянные и очень вариабельные у разных людей *третичные борозды*, которые делят поверхность извилин и долек на более мелкие участки.

При внешнем осмотре головного мозга сбоку (рис. 24) видны полушария большого мозга, снизу к ним прилегают мозжечок (дорсально) и мост (вентрально). Под ними виден продолговатый мозг, переходящий книзу в спинной мозг. Если отогнуть височную долю большого мозга вниз, то в глубине боковой (Сильвиевой) борозды можно увидеть самую маленькую долю большого мозга – *островковую долю (островок)*.

На нижней поверхности мозга (рис. 26) видны структуры, относящиеся ко всем пяти его отделам. В передней части находятся выступающие вперёд лобные доли, по бокам расположены височные доли. В средней части между височными долями (рис. 26) видна нижняя поверхность промежуточного мозга, среднего мозга и продолговатого мозга, переходящего в спинной мозг. По бокам от моста и продолговатого мозга видна нижняя поверхность полушарий мозжечка.

На нижней поверхности (основании) головного мозга видны следующие анатомические структуры (рис. 26). В *обонятельных бороздах* лобных долей располагаются *обонятельные луковицы*, которые кзади переходят в *обонятельные тракты* и *обонятельные треугольники*. К обонятельным луковицам подходят 15–20 *обонятельных нитей (обонятельные нервы)* – I пара черепных нервов. Кзади

от обонятельных треугольников с обеих сторон видно *переднее продырявленное вещество*, через которое в глубь мозга проходят кровеносные сосуды. Между обоими участками продырявленного вещества расположен *перекрёст зрительных нервов (зрительный перекрёст)*, являющихся II парой черепных нервов.

Кзади от зрительного перекрёста находится *серый бугор*, переходящий в *воронку*, соединённую с *гипофизом (мозговым придатком)*. Позади от серого бугра располагаются два *сосцевидных тела*. Эти образования принадлежат промежуточному мозгу, его вентральному отделу – *гипоталамусу*. За гипоталамусом следуют *ножки мозга* (структуры среднего мозга), а за ними в виде поперечного валика расположена вентральная часть заднего мозга – *мост мозга*. Между ножками мозга открывается *межножковая ямка*, дно которой продырявлено проникающими в глубь мозга сосудами – *заднее продырявленное вещество*. Лежащие по бокам от продырявленного вещества ножки мозга соединяют мост с полушариями большого мозга. На внутренней поверхности каждой ножки мозга возле переднего края моста выходит *глазодвигательный нерв* (III пара), а сбоку от ножки мозга – *блоковой нерв* (IV пара черепных нервов).

От моста кзади и латерально расходятся толстые *средние ножки мозжечка*. Из толщи средней ножки мозжечка выходит *тройничный нерв* (V пара).

Кзади от моста расположен продолговатый мозг. Из поперечной борозды, отделяющей продолговатый мозг от моста, медиально выходит *отводящий нерв* (VI пара), а латеральнее от него – *лицевой нерв* (VII пара) и *преддверно-улитковый (вестибулярный) нерв* (VIII пара черепных нервов). По бокам от *срединной борозды* продолговатого мозга, идущей продольно, видны продольные утолщения – *пирамиды*, а сбоку от каждой из них находятся *оливы*. Из борозды позади оливы из продолговатого мозга выходят последовательно черепные нервы – *языкоглоточный* (IX пара), *блуждающий* * (X пара), *добавочный* (XI пара), а из борозды между пирамидой и оливой – *подъязычный нерв* (XII пара черепных нервов).

6.2. Строение и функции ромбовидного мозга

6.2.1. Продолговатый мозг

Продолговатый мозг является непосредственным продолжением спинного мозга (рис. 26, 27, 28, 29). Нижней его границей считают место выхода корешков I-го шейного спинномозгового нерва или перекрёст пирамид, верхней границей является нижний (задний) край моста. Длина продолговатого мозга около 25 мм, форма его напоминает усечённый конус, обращенный основанием вверх, или луковичу **.

Переднюю поверхность продолговатого мозга (рис. 26, 27) разделяет *передняя срединная щель*, являющаяся продолжением передней срединной щели спин-

* блуждающий нерв (*nervus vagus*) часто для краткости называют «вагус».

** Луковица по-латыни *bulbus*, отсюда второе название продолговатого мозга – *бульбарный отдел мозга*

ного мозга. По бокам от этой щели располагаются продольные валики – *пирамиды*. Пирамиды образованы пучками нервных волокон пирамидных проводящих путей. Волокна пирамидных путей соединяют кору большого мозга с ядрами черепных нервов и передними рогами спинного мозга, обеспечивая сознательные движения. Сбоку от пирамиды с каждой стороны располагается *олива*, отделенная от пирамиды *передней латеральной бороздой*.

Задняя поверхность продолговатого мозга (рис. 29) разделена *задней срединной бороздой*, являющейся продолжением задней срединной борозды спинного мозга. По бокам от этой борозды расположены продолжения задних канатиков спинного мозга, которые кверху расходятся и переходят в *нижние мозжечковые ножки*. Медиальные края этих ножек ограничивают снизу *ромбовидную ямку*, а место их расхождения образует нижний угол указанной ямки. Каждый задний канатик в нижних отделах продолговатого мозга состоит из двух пучков – *клиновидного* (латеральнее) и *тонкого* (медиальнее), на которых вблизи нижнего угла ромбовидной ямки видны бугорки, содержащие ядра: *клиновидное* (латеральнее) и *тонкое* (медиальнее). В этих ядрах происходит переключение тактильных и проприоцептивных импульсов с аксонов чувствительных псевдоуниполярных нейронов на вставочные нейроны. Аксоны вставочных клеток в последующем переходят на противоположную сторону, образуя лемниск (лат. «*lemniscus*» – петля), и направляются к специфическим ядрам таламуса.

Продолговатый мозг построен из белого и серого вещества.

Белое вещество образовано нервными волокнами, составляющими соответствующие проводящие пути. Двигательные проводящие пути (нисходящие) располагаются в передних отделах продолговатого мозга, чувствительные (восходящие) лежат более дорсально.

Серое вещество продолговатого мозга представлено ядрами IX, X, XI, XII пар черепных нервов, ядрами олив, центрами дыхания, кровообращения и ретикулярной формацией.

Ретикулярная формация (лат. «*formatio reticularis*» – сетчатое образование) представляет собой совокупность клеток, клеточных скоплений (ядер) и нервных волокон, образующих сеть, расположенную медиально в стволе мозга (продолговатом мозге, мосту и в среднем мозге). Имеется ретикулярная формация, хотя и менее развитая, и в спинном мозге. Здесь она располагается в углу между задними и передними рогами (или боковыми рогами, если они в данном сегменте выражены).

Тела нейронов в ретикулярной формации (РФ) окружены массой спутанных волокон, представляющих собой начала и концы отростков, идущих к телам нейронов или отходящих от них. Так как при наблюдении в световой микроскоп они выглядят в виде спутанных волокон, эта часть серого вещества была названа *нейропилем* (лат. «*pilos*» – войлок). Аксоны в нейропиле слабо миелинизированы, а дендриты вообще не имеют миелиновой оболочки. В целом в ретикулярной формации медиально располагаются более крупные нейроны, образующие длинные

восходящие и нисходящие аксоны. Более мелкие нейроны, являющиеся в основном ассоциативными, находятся в РФ латерально.

Ретикулярная формация связана со всеми органами чувств, двигательными и чувствительными областями коры большого мозга, таламусом и гипоталамусом, спинным мозгом. Она регулирует уровень возбудимости и тонуса различных отделов нервной системы, включая кору полушарий большого мозга, участвует в регуляции уровня сознания, эмоций, сна и бодрствования, вегетативных функций, целенаправленных движений.

Выше продолговатого мозга располагаются структуры заднего мозга – мост (вентрально) и мозжечок (дорсально).

6.2.2. Мост

Мост (Варолиев мост), являющийся структурой заднего мозга, имеет вид поперечно лежащего утолщенного валика (рис. 24, 25, 26). От латеральных сторон мозжечка справа и слева назад, в глубь мозжечка, отходят *средние мозжечковые ножки*. Задняя поверхность моста, прикрытая мозжечком, участвует в образовании ромбовидной ямки. Ниже моста находится продолговатый мозг, границей между ними является нижний край моста. Выше моста располагается средний мозг, границей между ними считается верхний край моста.

Передняя поверхность моста поперечно исчерчена в связи с поперечным направлением волокон, которые идут от лежащих медиально собственных ядер моста в средние мозжечковые ножки и дальше – в мозжечок. На передней поверхности моста по средней линии расположена продольная *базиллярная борозда*, в которой лежит одноименная артерия (рис. 26). На фронтальном разрезе через мост видны две его части: передняя (основная, *базиллярная*) и задняя (*покрышка*). Границей между ними является *трапецевидное тело*, образованное поперечно идущими волокнами проводящего пути слухового анализатора.

В задней части моста (покрышке) располагается ретикулярная формация, залегают ядра V, VI, VII, VIII пар черепных нервов, проходят восходящие проводящие пути.

Передняя (базиллярная) часть моста состоит из нервных волокон, образующих нисходящие проводящие пути, среди которых находятся клеточные скопления – ядра. Проводящие пути передней (базиллярной) части связывают кору большого мозга со спинным мозгом, с двигательными ядрами черепных нервов и с корой полушарий мозжечка. Между нервными волокнами проводящих путей залегают *собственные ядра моста*.

6.2.3. Ромбовидная ямка

Задняя (дорсальная) поверхность моста и продолговатого мозга служит дном IV желудочка, который по своему происхождению является полостью ромбовидного мозга. Дно IV желудочка благодаря своей форме чаще называется *ромбовидной ямкой* (рис. 30, рис.29). Над ромбовидной ямкой натянуты две пластинки (*верхний и нижний мозговые паруса*) – одна между верхними ножками мозжечка,

вторая – между нижними. Соединяясь между собой под мозжечком, эти пластинки образуют крышу (шатёр) четвёртого желудочка. *IV желудочек* книзу продолжается в узкий центральный канал спинного мозга, а кверху – в *водопровод мозга** – полость среднего мозга.

Верхние стороны ромбовидной ямки ограничивают верхние мозжечковые ножки (их медиальные края), а нижние стороны образованы медиальными краями нижних мозжечковых ножек. *Срединная борозда* делит дно ромбовидной ямки на две симметричные половины. По обеим сторонам борозды видны *медиальные возвышения*, на которых в середине ямки находятся правый и левый *лицевые бугорки*. В толще каждого лицевого бугорка залегает ядро VI пары черепных нервов (отводящего нерва), а в глубине и чуть латеральнее лежит ядро VII пары (лицевого нерва). Внизу медиальное возвышение сужается и переходит в *треугольник подъязычного нерва*, латеральнее которого находится *треугольник блуждающего нерва*. В треугольниках, в толще вещества мозга, залегают ядра одноимённых нервов. Боковые отделы ромбовидной ямки получили название *вестибулярных полей*, так как в их толще лежат слуховые и вестибулярные** ядра преддверно-улиткового нерва (VIII пара черепных нервов).

В толще ромбовидной ямки залегают ядра V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII пар черепных нервов. Двигательные ядра этих нервов в ромбовидной ямке располагаются медиально, сбоку к ним прилежат вегетативные ядра. Чувствительные ядра черепных нервов располагаются в толще ромбовидной ямки латерально, вблизи краёв ромбовидной ямки. Чтобы понять расположение ядер в толще ромбовидной ямки, нужно учесть, что замкнутая нервная трубка в месте перехода спинного мозга в продолговатый мозг раскрылась на своей дорсальной стороне и развернулась, образовав ромбовидную ямку. Вследствие этого задние (чувствительные) рога спинного мозга как бы разошлись в стороны. Заложенные в задних рогах вставочные нейроны чувствительных ядер расположились в ромбовидной ямке латерально, а соответствующие передним рогам двигательные нейроны (двигательные ядра) остались лежать медиально. Что касается вегетативных ядер, заложенных в боковых рогах спинного мозга, то, соответственно положению боковых рогов между задними и передними, эти ядра при разворачивании нервной трубки оказались в веществе ромбовидной ямки между чувствительными и вегетативными ядрами.

Тройничный нерв (V) имеет четыре ядра: двигательное и три чувствительных (мостовое ядро, ядро среднемозгового пути тройничного нерва и ядро спинномозгового пути тройничного нерва).

Отводящий нерв (VI пара) имеет только одно двигательное ядро.

У лицевого нерва (VII пара) три ядра: двигательное ядро, чувствительное ядро одиночного пути и парасимпатическое – верхнее слюноотделительное ядро.

* Водопровод среднего мозга называется по имени автора, впервые его описавшего, Сильвиевым водопроводом.

** Вестибулярные – преддверные.

*Преддверно-улитковый** нерв (VIII пара) имеет две группы ядер: два слуховых улитковых (переднее и заднее) и четыре вестибулярных: медиальное, латеральное, верхнее и нижнее.

Языкоглоточный нерв (IX пара) имеет три ядра: двигательное двойное (общее для IX и X пар), чувствительное ядро одиночного пути (общее для VII, IX и X пар) и парасимпатическое – нижнее слюноотделительное.

У блуждающего нерва (X пары) три ядра: двигательное двойное (общее с IX парой), чувствительное, а также парасимпатическое – заднее ядро блуждающего нерва.

Добавочный нерв (XI пара) имеет только двигательное ядро.

У подъязычного нерва (XII пары) тоже одно двигательное ядро.

6.2.4. Функции продолговатого мозга и моста

Функции продолговатого мозга и моста целесообразно рассматривать вместе, так как оба этих отдела являются производными ромбовидного мозга и выполняют сходные функции, связанные с расположением в них проводящих путей, ядер черепных нервов, олив, а также центров важнейших жизнеобеспечивающих функций.

В чувствительные ядра черепных нервов, расположенные в этих отделах мозга, поступают нервные импульсы от кожи головы, слизистых оболочек рта и полости носа, глотки и гортани, от органов пищеварения и дыхания, от органа зрения и органа слуха, от вестибулярного аппарата, сердца и сосудов. По аксонам клеток двигательных и вегетативных (парасимпатических) ядер продолговатого мозга и моста импульсы следуют не только к скелетным мышцам головы (жевательным, мимическим, мышцам языка и глотки), но и к гладкой мускулатуре органов пищеварения, дыхания и сердечно-сосудистой системы, к слюнным и другим многочисленным железам.

Ядра продолговатого мозга участвуют в выполнении многих рефлекторных актов, в том числе защитные (кашель, мигание, слёзоотделение, чихание). Нервные центры (ядра) продолговатого мозга участвуют в рефлекторных актах глотания, регулируют секреторную активность пищеварительных желёз. Вестибулярные (преддверные) ядра, в которых берёт начало преддверно-спинномозговой путь, выполняют сложнорефлекторные акты перераспределения тонуса скелетных мышц с целью поддержания равновесия тела и обеспечения «позы стояния». Эти рефлексы получили название установочных рефлексов.

Расположенные в продолговатом мозге важнейшие дыхательный и сосудодвигательный* центры участвуют в регуляции функции дыхания (вентиляции

* Преддверно-улитковый нерв в специальной литературе чаще называется вестибулокохлеарным.

* Сосудодвигательный центр иногда называют сердечно-сосудистым, так как он регулирует работу сердца и сосудов, образующих единую систему кровоснабжения.

легких), деятельности сердца и сосудов. Повреждение этих центров моментально приводит к смерти.

6.2.5. Мозжечок

Мозжечок является структурой заднего мозга, он располагается дорсальнее моста, под затылочными полюсами больших полушарий, с которыми его разделяет поперечная щель большого мозга (рис. 24, 25). У мозжечка различают *два выпуклых полушария* и *червь* – непарную срединную часть (рис. 31). Червь является наиболее древней частью мозжечка, полушария сформировались значительно позднее (у млекопитающих).

Поверхности полушарий и червя разделяют поперечные параллельные *борозды (щели)*, между которыми расположены узкие и длинные мозжечковые извилины – *листки мозжечка*. Благодаря этому его поверхность у взрослого человека составляет в среднем 850 см². У мозжечка различают *верхнюю* и *нижнюю поверхности*. Границей между этими поверхностями является глубокая *горизонтальная щель*, проходящая по заднему краю мозжечка. Горизонтальная щель берёт начало в боковых отделах мозжечка у места вхождения в него средних ножек. Группы листков, разделенные глубокими бороздами, образуют *дольки мозжечка*. Поскольку борозды мозжечка сплошные и переходят с червя на полушария, каждая долька червя связана с правой и левой стороны с симметричными дольками полушарий мозжечка.

На разрезе мозжечок состоит из серого и белого вещества (рис. 32). *Серое вещество* мозжечка представлено *корой мозжечка* и *мозжечковыми ядрами*. *Кора мозжечка* находится на его поверхности, её толщина составляет 1–2,5 мм. *Белое вещество* и *ядра мозжечка* находятся внутри мозжечка.

Серое вещество. Нейроны в коре мозжечка располагаются в три слоя: наружный – *молекулярный*, средний – *слой грушевидных нейронов (ганглионарный)* и внутренний – *зернистый*. В молекулярном и зернистом слоях залегают, в основном, мелкие нейроны. Крупные грушевидные нейроны (клетки Пуркинье), размерами до 80 мкм (в среднем 60 мкм), располагаются в среднем слое в один ряд. Это эфферентные нейроны коры мозжечка. Дендриты клеток Пуркинье располагаются в поверхностном молекулярном слое, а аксоны направляются к нейронам ядер мозжечка и таламуса. Остальные нейроны коры мозжечка являются вставочными (ассоциативными), они передают импульсы грушевидным нейронам.

В толще белого вещества мозжечка имеются скопления серого вещества – парные ядра (рис. 32). В каждой половине мозжечка ближе всего к срединной линии располагается *ядро шатра*. Латеральнее его находится *шаровидное ядро*. Ещё латеральнее находится *пробковидное ядро*. Самое крупное и самое латеральное ядро мозжечка, *зубчатое ядро*, располагается в пределах полушария мозжечка.

Белое вещество мозжечка. Афферентные и эфферентные волокна, связывающие мозжечок с другими отделами мозга, образуют три пары мозжечковых ножек (рис. 28). *Нижние ножки* соединяют мозжечок с продолговатым мозгом,

средние – с мостом, *верхние* – со структурами среднего, промежуточного и конечного мозга.

6.2.6. Функции мозжечка

Мозжечок выполняет функции координации быстрых целенаправленных произвольных движений, регуляции позы и мышечного тонуса, поддержания равновесия тела.

К мозжечку направляются восходящие (чувствительные) проводящие пути, по которым идут проприоцептивные импульсы от мышц, сухожилий, капсул суставов, связок. Нисходящие пути приходят в мозжечок от ядер четверохолмия, из коры (лобной, височной, теменной и затылочной долей) и подкорковых ядер полушарий большого мозга. В мозжечок приходят также импульсы от вестибулярных ядер моста. Из мозжечка, в свою очередь, выходят пучки нервных волокон ко всем отделам центральной нервной системы.

Имея обширные нервные связи с различными отделами мозга, мозжечок участвует в регуляции целенаправленных движений, делая их плавными и точными. При повреждении мозжечка и выпадении его функций нарушается соразмерное распределение тонуса мышц – сгибателей и разгибателей, движения становятся несоразмерными, резкими, размашистыми, нарушается анализ сигналов от проприорецепторов мышц и сухожилий, страдают вегетативные функции органов сердечно-сосудистой системы, пищеварительных и других органов.

6.2.7. Перешеек ромбовидного мозга

Выше и впереди от заднего мозга (моста и мозжечка) на границе его со средним мозгом находится перешеек ромбовидного мозга. Он образован *верхними мозжечковыми ножками, верхним мозговым парусом и треугольником петли*. Верхний мозговой парус представляет собой тонкую пластинку, расположенную между мозжечком сверху и верхними мозжечковыми ножками по бокам. Вместе с верхними мозжечковыми ножками парус формирует передне-верхнюю часть крыши IV желудочка мозга. Треугольник петли ограничен спереди ручкой нижнего холмика четверохолмия среднего мозга, сверху и сзади – верхней мозжечковой ножкой, сбоку – ножкой мозга. В толще треугольника петли проходит проводящий путь органа слуха.

6.3. Строение и функции среднего мозга

6.3.1. Внешнее и внутреннее строение среднего мозга

Средний мозг располагается между задним и промежуточным мозгом. Он состоит из двух основных отделов: *крыши среднего мозга и ножек большого мозга* (рис.25, 26, 29). Границей между ними считается плоскость, проходящая параллельно пластинке четверохолмия через водопровод мозга. *Водопровод мозга* является полостью среднего мозга, он представляет собой узкий канал длиной около 1,5 см, соединяющий полости III и IV желудочков.

Крыша среднего мозга, или пластинка четверохолмия является дорсальной частью среднего мозга (рис. 29). На целом мозге она не видна, так как сверху над ней нависает задняя часть мозолистого тела и затылочные доли полушарий большого мозга, а снизу – верхняя часть мозжечка (рис. 25). На наружной поверхности крыши среднего мозга располагаются четыре возвышения, бугорка – *холмики*. Различают верхнее и нижнее двуххолмие, каждое состоит из правого и левого холмика. Верхние холмики крупнее нижних.

В верхних холмиках располагаются подкорковые центры (переключающие ядра) зрительного анализатора, а в нижних – слухового анализатора. По бокам от каждого холмика к промежуточному мозгу отходят *ручки холмиков* (рис. 29). Ручка верхнего холмика направляется к *латеральному коленчатому телу**, а ручка нижнего холмика – к *медиальному коленчатому телу***.

Ножки мозга располагаются вентральнее крыши среднего мозга. Ножки мозга выглядят в виде толстых округлых тяжей белого цвета, выходящих из моста и направляющихся вперёд, вверх и немного в стороны друг от друга к полушариям большого мозга (рис. 26, 27). Между ножками находится *межножковая ямка*, на дне которой видно *заднее продырявленное вещество*. На медиальной поверхности каждой ножки выходит глазодвигательный нерв (III пара).

На фронтальных разрезах ножек мозга различают две части (рис. 33): *вентральную (основание ножки мозга)* и *дорсальную (покрышку ножки мозга)*. Гранницей между ними является *чёрное вещество*, состоящее из клеток, содержащих темный пигмент меланин.

Основания ножек мозга образованы нервными волокнами двигательных пирамидных путей, идущими от коры большого мозга к двигательным ядрам моста, продолговатого и спинного мозга.

Покрышки ножек мозга содержат, главным образом, восходящие (чувствительные) проводящие пути, направляющиеся к таламусу, а также крупные и мелкие скопления нейронов – *ядра покрышки среднего мозга*. Между покрышками правой и левой ножек мозга, медиально, располагаются *перекрёсты покрышки*. Они образованы пучками волокон красноядерно-спинномозгового, красноядерно-ретикулярного и покрышечно-спинномозгового путей, переходящих на уровне среднего мозга на противоположную сторону.

Большинство ядер покрышки (кроме срединного) являются парными – по одному в каждой покрышке ножек среднего мозга. Самыми крупными из ядер покрышки являются: 1) *красные ядра*, расположенные в центре покрышек, 2) ядра глазодвигательных нервов (III пара), расположенные дорсальнее красных ядер. Вокруг водопровода мозга располагаются 3) ядра блоковых нервов (IV пара), 4) парное добавочное вегетативное (Якубовича), 5) ядра среднемозгового пути трой-

* Латеральное коленчатое тело – структура заталамической области (см. Раздел 6.4.3.), является подкорковым центром зрительного анализатора.

** Медиальное коленчатое тело также относится к промежуточному мозгу (см. Раздел 6.4.3.), является подкорковым центром слухового анализатора.

ничного нерва (V пара), 6) промежуточные ядра дорсального продольного пучка и 7) ретикулярная формация.

6.3.2. Функции среднего мозга

Белое вещество среднего мозга, образованное восходящими и нисходящими проводящими путями, соединяет кору большого мозга с задним, продолговатым и спинным мозгом. Кроме транзитно проходящих пучков, в среднем мозге находятся пучки, соединяющие собственные ядра самого среднего мозга с другими отделами ЦНС.

Чувствительные, двигательные и вегетативные ядра среднего мозга участвуют в осуществлении важнейших рефлекторных актов. Ядра верхних и нижних холмиков являются рефлекторными центрами произвольных движений, возникающих при раздражении зрительных и слуховых рецепторов. От них к нейронам передних рогов спинного мозга идёт покрывающе-спинномозговой путь.

Ядра верхних холмиков получают сенсорные импульсы от рецепторов сетчатки глаза. Они участвуют в осуществлении зрительного ориентировочного рефлекса*, а также обеспечивают аккомодацию**.

Ядра нижних холмиков получают импульсацию от слуховых рецепторов. Они обеспечивают реализацию слухового ориентировочного рефлекса, заключающегося в повороте глаз и головы в сторону источника звука.

Красные ядра получают импульсацию от мозжечка и посылают управляющие импульсы к мотонейронам спинного мозга по красноядерно-спинномозговому пути. Они обеспечивают тонус скелетных мышц (особенно сгибателей), а также выполнение привычных повторяющихся (автоматических) движений.

6.4. Промежуточный мозг

Промежуточный мозг располагается выше среднего мозга, под мозолистым телом. Он состоит из таламуса, эпиталамуса, метаталамуса и гипоталамуса.

6.4.1. Таламус (зрительный бугор): строение и функциональное значение

Таламус, или зрительный бугор, представляет собой парное образование яйцевидной формы объёмом около $3,3 \text{ см}^3$, состоящее в основном из серого вещества. Передний конец таламуса (*передний бугорок*) заострён, а задний конец (*подушка*) закруглён.

Медиальная и задняя (дорсальная) поверхности таламуса свободны, поэтому хорошо видны на сагиттальном разрезе мозга (рис. 25). Медиальная поверхность правого и левого таламусов, обращённые друг к другу, образуют боковые стенки III мозгового желудочка (полость промежуточного мозга). На центральном сагиттальном разрезе на медиальных поверхностях таламусов видна *межталамическая*

* Ориентировочный рефлекс заключается в повороте глаз и головы в сторону зрительного стимула – света.

** Аккомодация – приспособление глаз к чёткому видению предметов на разном расстоянии и при разной интенсивности освещения.

спайка (сращение), состоящая из волокон, соединяющих зрительные бугры между собой.

Передняя (нижняя) поверхность таламусов сращена с гипоталамусом, через неё с каудальной стороны в промежуточный мозг входят проводящие пути из ножек мозга.

Латеральная поверхность таламуса прилежит к внутренней капсуле (структура полушария большого мозга, см. Раздел 6.5.2.2., 6.5.2.3.) (рис. 34).

На разрезах, проходящих через таламус, определяются участки серого вещества, отделённые друг от друга прослойками белого вещества (рис. 34). Это *ядра таламуса*, всего их более 40. По топографии ядра таламуса объединяют в группы: переднюю, центральную, медиальную, латеральную и несколько вентральных групп, кроме того, выделяют заднюю группу – ядра подушки таламуса. По функциям ядра таламуса делят на сенсорные (специфические и неспецифические), моторные и ассоциативные.

Соответственно, основными функциями таламуса являются:

- 1) переработка сенсорной информации от рецепторов и подкорковых переключающих центров с последующей передачей её коре;
- 2) участие в регуляции движений;
- 3) обеспечение связи и интеграции различных отделов мозга.

6.4.2. Эпиталамус: строение и функции

Эпиталамус (надталамическая область) включает *шишковидное тело (эпифиз), поводки и треугольники поводков* (рис. 29). В треугольниках поводков залегают ядра, относящиеся к обонятельному анализатору. Поводки отходят от треугольников поводков, идут каудально, соединяются посредством спайки и переходят в шишковидное тело. Последнее как бы подвешено на них и располагается между верхними бугорками четверохолмия. Шишковидное тело является железой внутренней секреции. Его функции полностью не установлены, предполагается, что оно регулирует наступление полового созревания.

6.4.3. Метаталамус: строение и функции

Метаталамус (заталамическая область) образован парными *медиальными и латеральными коленчатыми телами*, расположенными позади каждого таламуса (рис. 29). В коленчатых телах располагаются ядра, в которых переключаются импульсы, идущие к корковым отделам зрительного и слухового анализатора.

Медиальное коленчатое тело находится позади подушки таламуса; вместе с нижними холмиками пластинки крыши среднего мозга оно является подкорковым центром слухового анализатора.

Латеральное коленчатое тело располагается книзу от подушки таламуса. Вместе с верхними бугорками четверохолмия оно образует подкорковый центр зрительного анализатора.

6.4.4. Гипоталамус: строение и функциональное значение

Гипоталамус (подталамическая область) является вентральной частью промежуточного мозга. Он располагается кпереди от заднего продырявленного вещества. К гипоталамусу относят *сосцевидные тела, серый бугор и зрительный перекрест* (рис. 25, 26).

Сосцевидные тела располагаются по бокам средней линии кпереди от заднего продырявленного вещества. Это образования неправильной шаровидной формы белого цвета. Внутри каждого сосцевидного тела находятся два ядра (латеральное и медиальное), они являются подкорковыми центрами обонятельного анализатора, а также входят в лимбическую систему (см. Раздел 6.5.2.1.1.).

Серый бугор располагается кпереди от сосцевидных тел, между зрительными трактами. Серый бугор является полым выступом нижней стенки III желудочка, образованной тонкой пластинкой серого вещества. Верхушка серого бугра вытянута в узкую полую *воронку*, на конце которой находится *мозговой придаток, гипофиз*. Гипофиз располагается в специальном углублении основания черепа, «*турецком седле*». В гипофизе выделяют *переднюю долю (аденогипофиз – железистый гипофиз), среднюю долю (метагипофиз) и заднюю долю (нейрогипофиз)*.

Спереди от серого бугра располагается *зрительный перекрест*. В нём происходит переход на противоположную сторону части волокон зрительного нерва, идущей от медиальной половины сетчатки. После перекрёста формируются зрительные тракты, направляющиеся кзади и латерально к правому и левому коллатеральному телу.

В сером веществе гипоталамуса выделяют 32 пары ядер, которые подразделяют на передние, средние и задние. В передней части гипоталамуса самыми крупными являются *супраоптическое (надзрительное) и паравентрикулярное (околожелудочковое) ядра*. В средней части (бугор и околобугорная область) *располагаются ядра серого бугра, воронки и другие*. В задней части гипоталамуса наиболее крупными ядрами являются *медиальное и латеральное ядра* в каждом сосцевидном теле, а также *заднее гипоталамическое ядро*.

В передних ядрах гипоталамуса находятся:

- 1) центр парасимпатического отдела вегетативной нервной системы;
- 2) центр теплоотдачи;
- 3) нейросекреторные клетки, продуцирующие вазопрессин (супраоптическое ядро) и окситоцин (паравентрикулярное ядро);
- 4) центр жажды.

В средних ядрах гипоталамуса находятся:

- 1) центр голода и насыщения;
- 2) центр полового поведения;
- 3) центр агрессии.

В задних ядрах гипоталамуса находятся:

- 1) центр симпатического отдела вегетативной нервной системы;
- 2) центр теплопродукции;

- 3) нейросекреторные клетки, продуцирующие рилизинг-гормоны (либерины и статины), регулирующие продукцию гипофизарных гормонов;
- 4) центр удовольствия.

Ядра гипоталамуса получают обильное кровоснабжение. Капиллярная сеть гипоталамуса по своей разветвлённости в несколько раз больше, чем в других отделах ЦНС. Одной из особенностей капилляров гипоталамуса является их высокая проницаемость, обусловленная истончённостью стенок капилляров и их фенестрированностью*. В результате этого в гипоталамусе слабо выражен гематоэнцефалический барьер (ГЭБ), и нейроны гипоталамуса способны воспринимать изменения состава спинномозговой жидкости и крови (температуру, содержание ионов, наличие и количество гормонов и т.д.).

Гипоталамус является центральным звеном, связующим нервные и гуморальные механизмы регуляции вегетативных функций организма. Управляющая функция гипоталамуса обусловлена способностью его клеток к секреции различных регуляторных веществ. Нейросекрет путём аксонального транспорта переносится в другие структуры мозга, спинномозговую жидкость, кровь или в гипофиз, изменяя функциональную активность органов-мишеней. Соответственно основным контурам регуляции, в гипоталамусе выделяют 4 нейроэндокринные системы.

1. *Гипоталамо-экстрагипоталамная система* представлена нейросекреторными клетками гипоталамуса, аксоны которых уходят в таламус, структуры лимбической системы, продолговатый мозг. Эти клетки выделяют эндогенные опиоиды, соматостатин и др.

2. *Гипоталамо-аденогипофизарная система* связывает ядра заднего гипоталамуса с передней долей гипофиза. По этому пути транспортируются рилизинг-гормоны (либерины и статины). Посредством их гипоталамус регулирует секрецию тропных гормонов аденогипофиза, определяющих секреторную активность желёз внутренней секреции (щитовидной, половых и других).

3. *Гипоталамо-метагипофизарная система* связывает нейросекреторные клетки гипоталамуса со средней долей гипофиза. По аксонам этих клеток транспортируются меланостатин и меланолиберин, которые регулируют синтез меланина – пигмента, определяющего окраску кожи, волос, радужки и других тканей организма.

4. *Гипоталамо-нейрогипофизарная система* связывает ядра переднего гипоталамуса с задней (железистой) долей гипофиза. По этим аксонам транспортируются вазопрессин и окситоцин, которые накапливаются в задней доле гипофиза и выделяются в кровоток по мере необходимости.

* Фенестрированность («окончатость») – наличие промежутков – «окон» – между смежными эндотелиальными клетками капилляров (лат. «fenestra» – окно).

6.5. Конечный мозг

6.5.1. Эволюция конечного мозга

Развитие конечного мозга обусловлено последовательным формированием трёх групп нервных центров и соединяющих их волокон (рис. 16).

1. Первая группа центров обозначается термином «обонятельный мозг». Это самые древние структуры конечного мозга, занимающие вентральное положение; в них находятся разные отделы обонятельного анализатора. Обонятельные участки коры имеют трёхслойное строение. У человека, в сравнении с другими животными, обонятельный мозг развит слабо, а остальные отделы полушарий (кора и подкорковые ядра) развиты очень сильно. По этой причине обонятельный мозг у человека является самой меньшей частью конечного мозга.

2. Вторая группа центров, образует так называемую старую часть конечного мозга. Эти центры располагаются в глубине больших полушарий, ближе к основанию мозга. В связи с этим их называют «базальные ганглии»*. Базальные ганглии (полосатое тело, ограда и миндалевидное тело) являются центрами регуляции инстинктивного поведения, основанного на врождённых (безусловных) рефлексах, закреплённых генетически.

3. Центры, входящие в третью группу, управляют поведением на основе индивидуального опыта. Они располагаются в коре больших полушарий (старая и новая кора). Самая молодая часть конечного мозга – новая кора – получила у человека наибольшее развитие, обеспечив возможность формирования сложноорганизованного поведения.

6.5.2. Строение конечного мозга

Конечный мозг, непосредственно граничит с промежуточным мозгом. Он является производным первого вторичного мозгового пузыря, у которого в процессе онтогенеза образуются два боковых выпячивания. Из их стенок в последующем образуются полушария мозга, а их полости образуют два боковых желудочка. Соответственно, конечный мозг человека состоит из двух полушарий мозга, соединённых между собой посредством пучков проводящих волокон, образующих спайки большого мозга.

Каждое полушарие большого мозга образовано серым и белым веществом. К серому веществу относится кора и базальные ганглии большого мозга, к белому веществу – прослойки между базальными ганглиями, образованные соединяющими их нервными волокнами, мозолистое тело, спайки мозга и свод мозга.

Периферическая часть полушария покрыта бороздами и извилинами. Снаружи она покрыта тонкой пластинкой серого вещества – *корой большого мозга (плащ мозга)*. Площадь коры большого мозга составляет около 220 000 мм², при этом на видимых поверхностях извилин находится только 1/3 коры, а 2/3 – на боковых и нижних стенках борозд. Под корой находится белое вещество, в глубине которого, ближе к основанию мозга, располагаются базальные ганг-

* Иногда их ещё называют подкорковыми ганглиями (ядрами), или, коротко, «подкоркой»

лии – крупные скопления серого вещества. Полостями полушарий большого мозга являются боковые желудочки (первый и второй).

6.5.2.1. Строение коры (плаща) большого мозга

6.5.2.1.1. Наружное строение плаща мозга: поверхности полушарий, основные борозды и извилины

В каждом полушарии выделяют три поверхности – *верхнелатеральную* (выпуклую) (рис. 24), *медиальную* (плоскую, обращённую к другому полушарию) (рис. 25) и *нижнюю* (имеющую сложный рельеф, соответствующий неровностям внутренней поверхности основания черепа) (рис. 26, рис. 35, 36). Границами между поверхностями полушарий являются края полушарий. *Верхний край* разделяет медиальную и латеральную поверхности полушарий, *нижний медиальный край* – медиальную и нижнюю, а *нижний латеральный* – латеральную и нижнюю. Наиболее выступающие вперёд и назад участки полушарий называют *передним (лобным) и задним (затылочным) полюсами*. Кроме того, выделяют *височный полюс* – наиболее выступающую часть височной доли.

На поверхностях полушарий видны многочисленные разнонаправленные *борозды и извилины*. Их форма и размеры характеризуются значительной индивидуальной вариабельностью, постоянными являются только самые крупные (первичные) извилины и борозды.

У человека выделяют три главных борозды, которые делят полушария на четыре доли (рис. 37):

- 1) *центральная (Роландова) борозда* отделяет лобную долю от теменной;
- 2) *латеральная (Сильвиева) борозда* отделяет височную долю от лобной и теменной;
- 3) *теменно-затылочная борозда* разделяет теменную и затылочную доли.

Самая маленькая (пятая) доля полушария – островок – располагается в глубине латеральной борозды и снаружи не видна (рис. 38).

Верхнелатеральная поверхность полушария большого мозга (рис.24, 37). **В лобной доле** спереди от центральной борозды и параллельно ей проходит *предцентральная борозда*, которая отделяет *предцентральную, или переднюю центральную, извилину*. От центральной борозды вперёд, почти горизонтально, идут две параллельные *лобные борозды (верхняя и нижняя)*. Эти борозды разделяют *верхнюю, среднюю и нижнюю лобные извилины*.

В теменной доле сзади от центральной борозды, параллельно ей, проходит *постцентральная борозда*. Она отделяет *постцентральную, или заднюю центральную, извилину*. От постцентральной извилины кзади, параллельно верхнему краю полушария, отходит *внутритеменная борозда*. Она разделяет *верхнюю и нижнюю теменные дольки*, в которых выделяют более мелкие извилины и борозды. В нижней теменной долке выделяют *надкраевую извилину*, огибающую верхний край латеральной (Сильвиевой) борозды, а также *угловую извилину*, огибающую верхний край верхней височной борозды.

В височной доле параллельно латеральной борозде проходят *верхняя и нижняя височные борозды*. Они делят височную долю на *три височные извилины*: *верхнюю, среднюю и нижнюю*.

Затылочная доля отделяется от теменной небольшой теменно-затылочной бороздой, и её условным продолжением на верхнелатеральной поверхности. Борозды и извилины на затылочной доле очень вариабельны. У большинства людей лучше всего выражена *поперечная затылочная борозда*, являющаяся как бы продолжением кзади внутритеменной борозды.

Островковая доля (рис. 38) отделена от других структур глубокой *круговой бороздой островка* и несёт на себе *длинную и несколько коротких извилин островка*.

Медиальная поверхность полушария большого мозга (рис. 39, рис.25, 36). В образовании медиальной поверхности полушарий принимают участие все доли большого мозга, кроме височной и островковой. Вокруг мозолистого тела залегает длинная дугообразная *борозда мозолистого тела*. Над ней проходит *поясная борозда*, которая начинается кпереди и книзу от клюва мозолистого тела, поднимается вверх, поворачивается назад, идёт вдоль борозды мозолистого тала и заканчивается кзади от утолщения мозолистого тела. Между поясной бороздой и бороздой мозолистого тела располагается *поясная извилина*, которая кзади и книзу переходит в *парагиппокампальную (окологиппокампальную) извилину*. Границей между этими извилинами считается *перешеек поясной извилины*. Парагиппокампальная извилина идёт вниз и вперёд и заканчивается *крючком*, верхней границей её является *борозда гиппокампа*. В глубине борозды гиппокампа располагается небольшая *зубчатая извилина*. Поясную извилину, её перешеек и парагиппокампальную извилину объединяют под названием *сводчатой извилины*.

Участок медиальной поверхности полушария, находящийся между поясной бороздой и верхним краем полушария, относится к лобной и теменной долям. От заднего полюса полушария до перешейка сводчатой извилины проходит *шпорная борозда*. Сверху к этой борозде подходит *теменно-затылочная борозда*, отделяющая на медиальной поверхности теменную долю от затылочной. Между этими бороздами располагается *клин*, обращённый острым углом вперёд.

Нижняя поверхность полушария большого мозга (рис. 40, рис. 26) Спереди располагается нижняя поверхность лобной доли, позади неё – височный полюс и нижняя поверхность височной и затылочной долей, между которыми нет чёткой границы. На нижней поверхности лобной доли параллельно продольной щели мозга проходит *обонятельная борозда*, к которой снизу прилежит *обонятельная луковича и обонятельный тракт*, переходящий кзади в *обонятельный треугольник*.

Между продольной щелью и обонятельной бороздой расположена *прямая извилина*. Латеральнее обонятельной борозды проходят *глазничные извилины*, разделённые *глазничными бороздами*.

На нижней поверхности височной доли *коллатеральная (окольная) борозда* отделяет *медиальную затылочно-височную извилину* от парагиппокампальной. Ла-

теральнее окольной борозды проходит *затылочно-височная борозда*, которая отделяет медиальную затылочно-височную извилину от *латеральной затылочно-височной извилины*.

На медиальной и нижней поверхности больших полушарий выделяют ряд образований, относящихся к *лимбической системе мозга*. На нижней поверхности полушарий к этой системе относятся: обонятельная луковица, обонятельный тракт, обонятельный треугольник и переднее продырявленное вещество. На медиальной поверхности полушария к лимбической системе относятся: поясная, парагиппокампальная и зубчатая извилины.

6.5.2.1.2. Лимбическая система: входящие в неё структуры, функциональное значение системы

Лимбическая система (лат. «*limbus*» – край), отвечающая за формирование эмоций, представляет собой расположенную по краю новой коры цепь нервных структур среднего, промежуточного и конечного мозга (рис. 41). Лимбическая система объединяет в себе: структуры обонятельного мозга (обонятельную луковицу, обонятельный тракт, обонятельный треугольник и обонятельную кору), перегородку, ядра таламуса, гипоталамус, поясную извилину, гиппокамп и парагиппокампальную извилину.

Филогенетически это очень древняя система, в которой условно выделяют «сердцевину» с внутренними интегративными центрами (таламус, гипоталамус, миндалина и перегородка) и ряд «внешних» интегративных центров (поясная извилина, гиппокамп и парагиппокампальная извилина). В процессе формирования эмоций у человека и высших приматов с лимбической системой непосредственно взаимодействуют также и некоторые отделы новой коры (лобные и височные области). Таким образом, можно отметить, что лимбическая система не имеет чётких границ, она перекрывается и взаимодействует со многими другими системами головного мозга.

Связи внутри системы очень сложны и не до конца изучены. Использование методов окраски с помощью пероксидазы хрена и метода меченных аминокислот позволили выявить основные связи внутри лимбической системы, лежащие в основе переработки поступающей информации и выработки ответной реакции (рис. 42). Предполагается, что поступающие в лимбическую систему сигналы многократно перерабатываются её структурами, циркулируя между ними по нескольким контурам (внешний и внутренний), связанным между собой. В результате происходит анализ и оценка информации и формируется соответствующее поведение.

6.5.2.1.3. Гистологическое строение коры большого мозга

Толщина коры (поверхностного слоя серого вещества мозга) в различных участках полушарий колеблется от 1,3 мм (в обонятельной коре) до 5 мм (в новой коре). Кора состоит приблизительно из 12–18 млрд. нейронов. Строение и распре-

деление нервных клеток в коре большого мозга обозначается термином «цитоархитектоника».

Кора полушарий большого мозга в основном состоит из шести слоёв (пластинок), различающихся между собой, главным образом, по форме и размерам входящих в них нервных клеток. Толщина слоев, плотность расположения в них клеток, а также характер границ между слоями в различных отделах коры варьируют. Наиболее типичной является следующая последовательность слоёв (рис.43).

1) Самым наружным является *молекулярный слой*, который лежит непосредственно под сосудистой мозговой оболочкой. Он образован сетевидно переплетёнными концевыми разветвлениями отростков нервных клеток, расположенных в подлежащих слоях.

2) Второй слой – *наружный зернистый* – называется так потому, что в его состав входят многочисленные мелкие мультиполярные нейроны, тела которых при окрашивании срезов серебром под микроскопом похожи на зёрна;

3) Третий слой – *наружный пирамидный* – самый широкий. Он состоит из малых и средних пирамидных нервных клеток, тела которых имеют размеры от 10 до 40 мкм. Пирамидными эти клетки называются из-за того, что их тела расширяются в направлении сверху вниз (снаружи внутрь) и выглядят в виде пирамид;

4) Четвёртый слой – *внутренний зернистый* – так же как и наружный зернистый, состоит из маленьких мультиполярных клеток-зёрен;

5) Пятый слой – *внутренний пирамидный, или ганглионарный* – содержит большие пирамидные клетки достигающие в длину до 125 мкм и в ширину до 80 мкм*. Этот слой наиболее хорошо развит в предцентральной извилине (моторная кора);

6) В шестом – *полиморфном* – слое располагаются нейроны различной формы и размеров. Этот слой граничит с белым веществом мозга.

Из этих шести слоёв два нижних (пятый и шестой) являются преимущественно началом эфферентных путей; в частности, пятый слой предцентральной извилины состоит из пирамидных клеток, аксоны которых составляют пирамидную систему. Средние слои (третий и четвёртый) связаны преимущественно с афферентными путями, а верхние (первый и второй) относятся к ассоциативным путям коры.

Нейроны, расположенные в разных слоях коры, в процессе переработки взаимодействуют между собой, образуя функциональную систему, называемую *кортикальной колонкой*. Кортикальная колонка считается самой мелкой функциональной единицей (модулем) коры, способной выполнять анализ и синтез определённой информации.

В каждом клеточном слое, помимо нервных клеток, располагаются нервные волокна. Строение и плотность их залегания также неодинаковы в различных отделах коры. Особенности распределения волокон в коре большого мозга определяют термином «миелоархитектоника» (рис. 43).

* Это самые крупные нейроны человека, они называются клетками Беца, в честь киевского анатома В.А. Беца, впервые их описавшего.

6.5.2.1.4. Локализация функций в коре полушарий большого мозга Понятие об анализаторе

В коре большого мозга происходит анализ информации, которая поступает по проводящим путям из внешней и внутренней среды. Наблюдения за больными с эпилепсией (Джексон), за людьми с локальными поражениями головного мозга (травмы и опухоли), а также эксперименты с удалением и разрушением разных участков головного мозга у животных, позволили установить связь различных функций с определёнными участками коры мозга. Гистологические исследования показали, что участки коры, выполняющие различные функции, имеют разное строение. Первым особенности цитоархитектоники и миелоархитектоники коры мозга начал исследовать киевский анатом В.А. Бец. В 1874 г. он первым, раньше Бродмана, составил цитоархитектоническую карту мозга. В настоящее время с помощью гистологических исследований выделено более 50 различных участков коры (полей), отличающихся друг от друга по строению и расположению нервных элементов, каждому полю присвоен свой номер.

И.П. Павлов всю совокупность нейронов, проводящих сенсорные импульсы и участвующих в анализе и синтезе информации в ЦНС, предложил называть «анализатором». Всю мозговую кору Павлов рассматривал как сплошную воспринимающую поверхность, совокупность корковых отделов анализаторов.

В настоящее время под термином «анализатор» понимают только системы нейронов, воспринимающих раздражители из внешнего мира и от внутренних органов. В связи с этим, наряду с термином «анализатор», всё чаще используется термин «сенсорная система», под которым понимается сложный комплекс анатомических структур, состоящий:

1. из периферического рецепторного (воспринимающего) аппарата (чувствительных нервных окончаний),
2. проводников нервных импульсов (афферентных проводящих путей),
3. переключающих нервных центров, где осуществляется начальная, самая простая оценка информации, и
4. коркового центра, расположенного в соответствующих участках коры большого мозга, где происходит высший анализ.

Выделяют несколько разновидностей анализаторов (сенсорных систем), каждый из которых воспринимает определённые характеристики (модальности) действующих стимулов (раздражителей). Функция анализаторов осуществляется в два этапа. Сначала многочисленные сложные стимулы, поступающие из внешнего и внутреннего мира, разлагаются анализаторами на отдельные составляющие, характеристики (анализ), и производится параллельная переработка информации. Затем, в результате общения анализаторов через ассоциативную кору между собой и с другими отделами ЦНС (например, со структурами, отвечающими за память), происходит синтез информации, создаётся внутренний образ мира. В последующем, в соответствии с этим образом вырабатываются программы поведения.

Кроме анализаторов, воспринимающих сенсорную информацию, в коре мозга находятся центры, управляющие движениями и вегетативными реакциями организма, центры памяти, центры, отвечающие за формирование эмоций и т.д. Все эти функциональные блоки объединяются воедино ассоциативной корой, которая сильнее всего развита у человека и занимает до 70–75% поверхности коры.

Клинические и экспериментальные исследования позволили установить, что корковые нервные центры, обеспечивающие выполнение различных функций, состоят из ядерной и рассеянной частей. «Ядро» представляет собой проекционную зону в коре, где компактно расположено наибольшее количество нейронов, обеспечивающих определённую функцию. К рассеянной части относят одиночные или образующие мелкие группы кортикальные колонки, которые выполняют сходную с нейронами «ядра» функцию, но находятся за пределами ядерной части. Эти рассеянные элементы (колонки) могут располагаться либо на периферии ядра, либо на значительном от него расстоянии. Зоны «рассеянных элементов» различных корковых центров не имеют чётких границ и наслаиваются друг на друга.

Разница в функциональном значении ядра и периферической части корковых центров наглядно проявляется при поражении корковых отделов анализаторов. В ядре анализаторов осуществляется высший анализ и синтез информации, поэтому разрушение участка коры, в котором находится ядро определённого анализатора, приводит к выпадению данного вида чувствительности. В рассеянной части осуществляются более простой и элементарный анализ и синтез, поэтому при поражении ядерной части анализатора рассеянные элементы могут частично компенсировать выпавшую функцию ядра. Поражение рассеянной части анализатора обычно проходит с малыми кратковременными нарушениями. Часто эти нарушения остаются вообще не замеченными, так как ядро и сохранившиеся рассеянные элементы легко компенсируют и восстанавливают нарушенную функцию.

Локализация корковых центров функций у человека в настоящее время остаётся недостаточно изученной. Это связано как с трудностями их обнаружения, так и со значительной вариабельностью их локализации у разных индивидуумов. Тем не менее, наука накопила данные от наиболее типичной локализации корковых центров (ядер) основных функций.

При рассмотрении этого вопроса целесообразно разделить функции, выполняемые корковыми центрами на неспецифические для человека, то есть присутствующие и в коре других животных (например, у обезьян), а также на специфические центры, которые имеются только у человека.

6.5.2.1.4.1. Локализация у человека корковых центров неспецифических функций

1. В коре постцентральной извилины и верхней теменной доли располагаются ядра, обеспечивающие *проприоцептивную* и *кожную чувствительность* (осозательная, болевая и температурная чувствительность), а также *чувство стереогноза* (узнавание предметов на ощупь) (рис. 37). Нейроны, расположенные в этих участках коры, получают импульсы, идущие по лемнисковому пути от ре-

цепторов противоположной половины тела. При этом в верхние участки постцентральной извилины поступает информация от нижней половины тела, в нижние участки – от верхней половины. Представительство каждого органа* зависит от плотности расположения в нём рецепторов, поэтому представительство в чувствительной коре участков тела не пропорционально их размерам (рис. 44).

2. *Ядро слухового анализатора* располагается в височной коре, на поверхности, обращённой к островку, в средней части верхней височной извилины (извилина Гешля) (рис. 38). Каждая слуховая область получает импульсы от правого и левого уха.

3. *Ядро зрительного анализатора* располагается на медиальной поверхности затылочной доли полушария по обеим сторонам шпорной борозды (поля 17, 18, 19) (рис. 39). Зрительные ядра получают импульсы от латеральной половины сетчатки глаза, расположенного на одноимённой стороне, и от медиальной половины сетчатки противоположного глаза.

При поражении 17 поля зрительного анализатора наступает слепота. При поражении 18 поля, расположенного выше 17 поля, зрение сохраняется, но только теряется зрительная память. Ещё выше находится поле 19, при поражении которого утрачивается ориентация в непривычной обстановке.

4. *Корковый отдел обонятельного анализатора* находится в коре крючка, зубчатой извилины и в гиппокампе (рис. 35, 36, 39, 40).

5. *Ядро вкусового анализатора*, по одним данным, находится в нижней части постцентральной извилины, рядом с центрами в предцентральной извилине, управляющими мышцами рта и языка (рис. 37). По другим данным это ядро этого анализатора локализуется в крючке, рядом с корковым отделом обонятельного анализатора (рис. 39, 40). Этим объясняется тесная связь обонятельных и вкусовых ощущений. Установлено, что расстройство вкуса наступает при поражении поля 43.

Анализаторы обоняния и вкуса каждого полушария связаны с рецепторами соответствующих органов обеих сторон тела.

6. *Двигательная область коры*, управляющая движениями противоположной половины тела, располагается, главным образом, в предцентральной извилине и в парацентральной дольке на медиальной поверхности полушария (рис. 37). В верхних участках предцентральной извилины располагаются двигательные центры мышц нижних конечностей и нижних отделов туловища. В нижних участках этой извилины располагаются нейроны, управляющие мышцами лица и головы (рис. 45).

В двигательной коре каждая кортикальная колонка иннервирует не отдельную мышцу, а группу мышц, одновременное сокращение которых осуществляет одно простое движение. В связи с этим представительство тела в предцентральной извилине пропорционально не размерам органа, а количеству возможных вариантов движений. Так, зона кисти и лица занимают значительно большее место, чем зоны туловища и нижней конечности вместе взятые.

* Под представительством органа в коре понимается площадь поверхности коры, перерабатывающей сигналы от данного органа.

6.5.2.1.4.2. Локализация корковых центров функций, специфичных для человека

Кроме выше перечисленных центров, аналоги которых имеются и у животных, в коре большого мозга человека сформировались специфические человеческие центры, связанные с формированием речи (второй сигнальной системы по Павлову). У правшей эти центры располагаются, как правило, в левом полушарии, а у левшей – в правом.

1. *Двигательный центр устной речи* находится в коре задних отделов нижней лобной извилины (зона Брокá), рядом с отделами предцентральной извилины, управляющими мышцами головы и шеи (рис. 37). Этот центр контролирует произношение слов и предложений, его поражение приводит к двигательной афазии («*fasis*» – речь), т.е. к неспособности правильно произносить слова.

Кпереди от зоны Брокá, в центральных отделах нижней лобной извилины, находится ядро речевого центра, связанного с пением. При поражении этого участка наблюдается *аграмматизм* (отсутствие способности к составлению осмысленных предложений из отдельных слов, которые произносятся правильно) и *амузии* (неспособность к составлению и воспроизведению музыкальных фраз).

2. *Двигательный центр письменной речи* находится в заднем отделе средней лобной извилины (поле 40) и прилежит к участкам предцентральной извилины, управляющим движениями руки и сочѳтанными поворотами головы и глаз (рис. 37). Поражение данной области не сопровождается неподвижностью указанных групп мышц, теряется только способность производить тонкие точные движения при написании букв и слов, развивается *аграфия* (неспособность к письму, лат. «*grafeo*» – пишу).

3. *Корковые центры анализаторов слуховых образов речи и музыки* расположены рядом с корковыми зонами слуха (рис. 37). На поверхности задней трети верхней височной извилины располагается ядро, отвечающее за способность понимать слова, речь. Его поражение приводит к словесной глухоте, или *сенсорной афазии*, когда человек слышит свою и чужую речь как несвязанный набор звуков. Во время разговора эти люди часто искажают слова, так как у них нарушается слуховой контроль за собственным произношением. В средней трети верхней височной извилины располагается слуховой центр восприятия музыки. При его поражении человек воспринимает мелодии как бессмысленный набор звуков.

4. *Зрительный анализатор письменной речи* располагается в угловой извилине нижней теменной доли, рядом с ядром зрительного анализатора (рис. 37). При поражении этого центра зрение не страдает, но утрачивается способность узнавать буквы, слова и их значение. Человек не может читать и воспринимать написанный текст, формируется *алексия*.

6.5.2.2. Базальные ядра конечного мозга

В толще белого вещества каждого полушария большого мозга, ближе к их основаниям, располагаются скопления серого вещества, образующие базальные ядра (рис. 46, 47, рис. 34). К базальным, подкорковым ядрам, или узлам, относятся:

1. *полосатое тело (corpus striatum)*, состоящее из *хвостатого* и *чечевицеобразного ядер*. Чечевицеобразное ядро, в свою очередь, состоит из *бледного шара* и *скорлупы*,

2. *ограда* и

3. *миндалевидное тело**.

Хвостатое ядро (рис. 46, 47) располагается выше и латеральнее таламуса и отделено от него *пограничной (терминальной) полоской*, состоящей из белого вещества. Хвостатое ядро имеет *головку*, образующую латеральную стенку переднего рога бокового желудочка, *тело*, лежащее под теменной долей, и *хвост*, участвующий в образовании крыши нижнего рога бокового желудочка. Предполагается, что хвостатое ядро участвует в регуляции активности мозга и регуляции некоторых видов движений; у человека при поражении хвостатого ядра также наблюдаются расстройства памяти.

Чечевицеобразное ядро (рис. 46, 47, рис. 34) расположено латеральнее хвостатого ядра. У чечевицеобразного ядра выделяют внутреннюю его часть – *бледный шар (globus pallidus)* и наружную – *скорлупу*. Эти ядра являются подкорковыми двигательными центрами.

Между хвостатым ядром и таламусом медиально и чечевицеобразным ядром латерально располагается прослойка белого вещества – *внутренняя капсула* (рис. 34). В ней выделяют *переднее плечо*, расположенное между чечевицеобразным ядром и головкой хвостатого ядра, *заднее плечо*, лежащее между чечевицеобразным ядром и таламусом, и соединяющее их *колени внутренней капсулы*. Эта капсула образована основными восходящими и нисходящими проводящими путями головного мозга, соединяющими кору полушарий большого мозга со стволом и спинным мозгом (рис. 48). Латерально к чечевицеобразному ядру прилегает *наружная капсула* (рис. 34), также являющаяся прослойкой белого вещества.

За наружной капсулой, латеральнее чечевицеобразного ядра, лежит тонкое ядро – *ограда (claustrum)* (рис. 34, 46). Таким образом, ограда расположена в белом веществе полушария, между чечевицеобразным ядром и корой островка. Прослойка белого вещества, разделяющая ограду и кору островка, называется *самой наружной капсулой*. Функции ограды мало изучены. Предполагается, что ограда, совместно с полосатым телом, принимает участие в организации движения (в том числе речевой моторики), в обеспечении вегетативных реакций, а также отвечает за ориентацию в пространстве.

Миндалевидное тело (рис. 46) залегает в белом веществе передней части височной доли полушария, на 1,5–2 см кзади от её височного полюса. Главной функцией миндалевидных ядер считается участие в формировании эмоций и регуляция на их основе поведения.

* Иногда миндалевидное ядро коротко называют «миндалиной».

6.5.2.3. Белое вещество полушарий большого мозга Основные проводящие системы конечного мозга

Белое вещество занимает всё пространство между корой мозга и базальными ганглиями. К белому веществу полушарий относятся:

1. *внутренняя, наружная и самая наружная капсулы*, разделяющие базальные ганглии друг от друга;
2. волоконные структуры, расположенные между корой и базальными узлами, соединяющие различные участки коры либо между собой, либо с нижележащими структурами;
3. *мозолистое тело, передняя спайка, свод мозга и спайка свода (задняя спайка мозга)*. В них проходят системы нервных волокон, соединяющих участки коры и подкорковые центры как в пределах одной половины мозга, так и центры правого и левого полушарий большого мозга.

Самой большой спайкой является *мозолистое тело*, расположенное в глубине продольной щели мозга. На сагиттальном разрезе мозолистое тело выглядит в виде толстой изогнутой пластинки (рис. 25). Средняя её часть называется *стволом мозолистого тела*, который кзади переходит в *утолщение мозолистого тела*. Передняя часть мозолистого тела изогнута вниз в виде *колена мозолистого тела*, которое книзу переходит в сужающуюся часть – *клюв мозолистого тела*, а затем – в *терминальную (концевую) пластинку*.

Под мозолистым телом находится *свод мозга* (рис. 49, рис. 36). Он образован нервными волокнами, сгруппированными в виде двух дугообразно изогнутых тяжей. Спереди и в средней части эти тяжи соединены между собой посредством поперечных волокон, а кзади расходятся вниз и в стороны в виде *ножек свода мозга*. Под утолщением мозолистого тела ножки свода соединяются поперечными нервными волокнами, которые на сагиттальном разрезе образуют *спайку свода (заднюю спайку мозга)*. Дистальные части ножек постепенно уплощаются и переходят в *бахромки гиппокампов*, которые в области нижнего рога боковых желудочков присоединяются одним своим краем к *гиппокампам* (рис. 49).

Передняя часть свода постепенно отходит от мозолистого тела, направляется вниз и образует *столбы свода мозга*. Столбы свода идут через медиальные зоны таламусов и заканчиваются в сосцевидных телах промежуточного мозга. Спереди от столбов свода проходит овальный поперечный пучок нервных волокон – *передняя спайка мозга* (рис. 25, 36). Передняя, меньшая часть волокон передней спайки соединяют между собой серое вещество обонятельных треугольников, а большая часть волокон соединяет участки левой и правой височных долей, принадлежащие к обонятельному мозгу.

Между столбами свода и нижней поверхностью мозолистого тела в сагиттальной плоскости натянуты две *прозрачные перегородки* (рис. 25, 36), являющиеся медиальными стенками передних рогов боковых желудочков мозга. Между прозрачными перегородками находится узкая щель, заполненная спинномозговой жидкостью.

Средняя часть свода мозга (*тело свода*) прилежит к нижней поверхности задней части мозолистого тела. Под телом свода находится третий мозговой желудочек – полость промежуточного мозга.

Проводящие волокна, составляющие свод мозга, обеспечивают сообщение височных долей мозга и гиппокампа с промежуточным мозгом (сосцевидными телами и таламусом), образуя, таким образом, один из контуров циркуляции нервных импульсов в лимбической системе (см. Раздел 6.5.2.1.1.).

Нервные волокна, образующие белое вещество больших полушарий, составляют проводящие пути конечного мозга. Выделяют три типа нервных волокон большого мозга: 1. ассоциативные (связующие), 2. комиссуральные и 3. проекционные волокна*.

1. *Ассоциативные волокна* связывают между собой различные участки коры одного и того же полушария. Среди ассоциативных волокон выделяют короткие и длинные (рис. 50, 51). Короткие ассоциативные волокна (дугообразные) соединяют соседние извилины. Пучки длинных ассоциативных волокон соединяют отдалённые друг от друга участки коры, например зоны разных долей полушария.

2. *Комиссуральные волокна*. Они соединяют симметричные части обоих полушарий и образуют мозговые спайки (комиссуры) (рис. 25, 36, 51). Самая большая из них – *мозолистое тело* – соединяет молодые в филогенетическом плане области полушарий (структуры «нового мозга»). Меньшие по размерам спайки мозга – *передняя спайка* и *спайка свода* – относятся к обонятельному мозгу. Передняя спайка соединяет *обонятельные доли* и *парагиппокампальные извилины*, а спайка свода – *гиппокампы*.

3. *Проекционные волокна* больших полушарий связывают кору больших полушарий с ядрами промежуточного мозга, мозгового ствола и спинного мозга (рис. 52, рис. 51). По ним проводятся импульсы либо центростремительно (афферентные, чувствительные волокна, идущие к коре), либо центробежно (эфферентные, двигательные волокна, идущие от коры).

Проекционные волокна от разных отделов коры большого полушария сходятся во внутренней капсуле, образуя *лучистый венец*, а затем образуют проводящие пути ножки мозга.

7. Основные проводящие пути (системы) головного и спинного мозга

Проекционные волокна головного мозга и нейроны, от которых они отходят, вместе с нейронами спинного мозга и их аксонами, образуют *проводящие пути*

* Проекционные волокна называются так потому, что они упорядоченно передают импульсы от возбуждённых рецепторов строго определённым клеткам коры, либо от корковых нейронов к мышцам. В первом случае в кору проецируется (отражается) воспринимаемая информация о явлениях внешнего или внутреннего мира, на основе которой мозг оценивает реальность. Во втором случае нейроны коры специфически проецируют на нижележащие центры и, в конечном итоге, мышцы необходимое распределение (профиль) активности, обеспечивающее выполнение адекватных двигательных актов.

(системы) головного и спинного мозга. По этим системам импульсы передаются центrostремительно, либо центробежно, переключаясь с одного нейрона системы на другой в ядрах, расположенных на различных уровнях ЦНС. По направлению передачи импульсов различают *восходящие (афферентные, чувствительные, центrostремительные) проводящие пути* и *нисходящие (эфферентные, двигательные, центробежные) проводящие пути*.

7.1. Основные восходящие пути головного и спинного мозга

Восходящие (афферентные) пути (системы) проводят чувствительные импульсы от псевдоуниполярных нейронов спинномозговых ганглиев, нейронов спинного мозга и мозгового ствола к вышерасположенным центрам ствола мозга, промежуточного и конечного мозга. По характеру передаваемой информации восходящие системы можно разделить на *экстероцептивные, проприоцептивные и интероцептивные*.

Интероцептивные афферентные системы, воспринимающие раздражения от внутренних органов, в норме редко вызывают отчётливые ощущения, поэтому их относят к разделу висцеральной иннервации.

Проприоцептивные афферентные системы воспринимают и проводят импульсы от органов опорно-двигательного аппарата (мышц, сухожилий, суставов, связок, надкостницы) к коре мозжечка и большого мозга, а также к структурам ствола мозга (покрышке среднего мозга). На основании этой информации мозжечок и ствольные центры (красное и вестибулярное ядра) автоматически, без участия сознания, координируют работу мышц в покое (поддержание позы) и в движении, а в коре большого мозга, постцентральной извилине, формируется «мышечно-суставное чувство», называемое также «чувством положения и движения», вибрационное чувство и глубокое тактильное чувство, возникающее при сильном надавливании на.

Основными проприоцептивными системами головного и спинного мозга являются: спинно-кортикальный проприоцептивный путь, передний и задний спинно-мозжечковые пути и спинно-покрышечный путь.

1. *Спинно-кортикальный проприоцептивный путь* (рис. 53), называемый также *лемнисковой системой*. Последнее название эта система получила из-за того, что аксоны вторых в этой системе нейронов, направляющиеся в таламус, переходят на уровне ствола мозга на противоположную сторону с образованием петли (рис. 33), или лемниска (см. далее). Лемнисковая система обеспечивает оценку положения тела в пространстве, а также позволяет производить целенаправленные осознанные движения.

Первый нейрон этой системы располагается в спинномозговых ганглиях. Периферическая ветвь аксона этих псевдоуниполярных клеток заканчивается рецепторами, воспринимающими степень натяжения связок, суставных капсул, изменение длины мышц, а также сдавливание тканей, расположенных глубоко под кожей (тельца Гольджи, мышечные веретёна, тельца Фатера-Пачини).

Центральные ветви аксонов псевдоуниполярных клеток, проводящих проприоцептивные импульсы, входят в спинной мозг в составе задних корешков. В спинномозговых корешках проприоцептивные волокна располагаются медиальнее волокон, относящихся к переднему и заднему спинно-таламическому пути, и отличаются от них большим диаметром и степенью миелинизации. В спинном мозгу проприоцептивные аксоны сразу Т-образно делятся на нисходящую и восходящую ветви.

Нисходящие ветви направляются к вставочным нейронам задних рогов шести–семи нижележащих сегментов, обеспечивая рефлекторную регуляцию на уровне спинного мозга простейших движений (защитных, фазных и др.). Восходящие ветви центральных отростков псевдоуниполярных нейронов, собственно относящиеся к лемнисковой системе, не заходя в серое вещество спинного мозга, выходят в задний канатик и направляются вверх, к продолговатому мозгу. В заднем канатике проприоцептивные волокна, идущие от нижней половины тела образуют тонкий пучок, а от верхней половины – клиновидный пучок (см. Раздел 5.3.1.).

Заканчиваются отростки первого нейрона на уровне продолговатого мозга в тонком и клиновидном ядрах, где располагаются тела нейронов второго порядка. Аксоны этих нейронов на уровне нижнего угла ромбовидной ямки дугообразно изгибаясь вперед и медиально переходят на противоположную сторону. Эти изогнутые волокна, идущие от продолговатого мозга к таламусу, называются за их форму *внутренними дугообразными волокнами*. Все вместе они составляют бульбо-таламический тракт, к которому на уровне моста сбоку присоединяются спинно-таламические пути, а также волокна чувствительных ядер черепных нервов (также после перекреста). В результате образуется *медиальная петля*, располагающаяся в среднем этаже мозгового ствола. В её составе идут аксоны вторых нейронов всех видов чувствительности противоположной стороны, которые дают коллатерали к ретикулярной формации ствола мозга.

Заканчиваются волокна бульбо-таламического тракта в дорсальном латеральном ядре таламуса, где располагаются нейроны третьего порядка. Их аксоны выходят через заднюю ножку внутренней капсулы, идут в составе лучистого венца и заканчиваются в коре постцентральной извилины большого мозга.

Необходимо отметить, что аксоны нейронов второго порядка лемнисковой системы дают коллатерали и к мозжечку. Можно предположить, что этот путь бессознательной регуляции является эволюционно более древним, а лемнисковая система сформировалась на базе его позднее, обеспечив усложнение и увеличение разнообразия двигательных программ. На это указывает тот факт, что эти коллатерали, идущие в виде *передних и задних наружных дугообразных волокон*, направляются в нижние ножки мозжечка и заканчиваются в коре червя мозжечка – эволюционно наиболее древней мозжечковой структуре.

2. *Задний спинно-мозжечковый путь* проводит проприоцептивные импульсы в мозжечок (рис. 54). Первые нейроны этой системы находятся в спинномозговых ганглиях, их центральные отростки в составе задних корешков заходят в задний

рог спинного мозга, где заканчиваются на нейронах грудного ядра (второй нейрон системы). Аксоны нейронов второго порядка выходят на своей стороне в заднюю часть бокового канатика, образуя задний спинно-мозжечковый тракт спинного мозга (рис. 23). Через нижнюю ножку мозжечка эти волокна входят в мозжечок и заканчиваются на нейронах коры червя.

3. *Передний спинно-мозжечковый путь* (рис. 55) выполняет ту же функцию, что и задний спинно-мозжечковый путь. Расположение и ход волокон первого нейрона этих систем почти совпадает, так как тела вторых нейронов переднего спинно-мозжечкового пути залегают в задних рогах несколько латеральнее грудного ядра.

Аксоны нейронов второго порядка через переднюю серую спайку идут на противоположную сторону, выходят в боковой канатик и поднимаются вверх, образуя передний спинно-мозжечковый тракт спинного мозга (рис. 23). Проходя через покрывочные части отделов мозгового ствола, эти аксоны достигают перешейка ромбовидного мозга, где вновь перекрещиваются, возвращаясь на свою сторону. После этого они входят в мозжечок через верхние мозжечковые ножки и заканчиваются на нейронах передне-верхней части коры червя.

Из коры червя информация, поступившая по переднему и заднему спинно-мозжечковым путям, после предварительной переработки поступает по ассоциативным волокнам в кору полушарий мозжечка.

4. *Спинно-покрывочный путь* передаёт в покрывку среднего мозга проприоцептивные импульсы, обеспечивая автоматическую регуляцию движений. Центральные отростки нейронов спинномозговых ганглиев (первый нейрон) переключаются на вторые нейроны в задних рогах спинного мозга. Аксоны вторых нейронов вместе с боковым спинно-таламическим путём переходят на противоположную сторону и образуют в боковом канатике противоположной стороны спинно-покрывочный тракт спинного мозга (рис. 23), который заканчивается в ядрах покрывки среднего мозга.

Экстероцептивные системы проводят импульсы от рецепторов, воспринимающих стимулы из внешнего мира: кожных рецепторов давления, осязания, боли, температуры, а также от зрительных, слуховых, вкусовых и обонятельных рецепторов*. Сенсорные системы зрительного, слухового, вкусового и обонятельного анализаторов, не включают в себя ядра и пути спинного мозга. Традиционно они рассматриваются при описании сенсорных черепных нервов (Раздел 7.1.1.), либо при изучении анатомии этих органов чувств (анализаторов), поэтому в данном разделе мы остановимся только на экстероцептивных системах, включающих в себя нейроны и пути как головного, так и спинного мозга.

* Рецепторы давления, осязания, боли, температуры и вкуса воспринимают стимулы, поступающие извне и действующие непосредственно на ткани организма, поэтому их объединяют в группу контактных экстероцепторов. Зрительные, слуховые и обонятельные рецепторы, воспринимающие раздражения от источников, расположенных на расстоянии от них, называют дистантными экстероцепторами.

1. *Передний спинно-таламический путь* (рис. 56) проводит импульсы от кожных рецепторов давления и осязания в постцентральную извилину большого мозга. Первыми нейронами этой системы являются псевдоуниполярные нейроны, тела которых находятся в спинномозговых ганглиях. Чувствительные окончания (рецепторы) периферических (дистальных) отростков этих нейронов располагаются в коже. Сенсорные импульсы, возникшие в рецепторах, идут сначала по периферической ветви аксона псевдоуниполярных клеток, а затем по их центральной ветви, в составе задних корешков спинного мозга. Центральные отростки входят в задний рог (столб) серого вещества, где в собственном ядре заднего рога оканчиваются синапсами на нейронах второго порядка.

Аксоны нейронов второго порядка через переднюю серую спайку переходят на противоположную сторону, выходят в передний канатик спинного мозга и направляются к таламусу, образуя передний спинно-таламический тракт спинного мозга (рис. 23). Проходя через ствол мозга, волокна этого пути прилежат к волокнами медиальной петли (лемнисковой системы) с латеральной стороны. В таламусе, в его дорсальном латеральном ядре, происходит переключение нервных импульсов с отростков нейрона второго порядка на нейрон третьего порядка. Аксоны третьего нейрона переднего спинно-таламического пути, вместе с аналогичными аксонами латерального спинно-таламического пути образуют таламотеменные волокна. Они проходят через заднюю ножку внутренней капсулы (рис. 48), затем в составе лучистого венца направляются в постцентральную извилину, где заканчиваются на нейронах внутреннего зернистого (четвёртого) слоя коры.

2. *Латеральный спинно-таламический путь* проводит импульсы от болевых и температурных рецепторов кожи к коре постцентральной извилины (рис. 56). Расположение и ход отростков первого нейрона этого пути аналогично таковым у первого нейрона переднего спинно-таламического пути, с тем исключением, что их периферические отростки заканчиваются болевыми и температурными рецепторами, а не тактильными.

Вторые нейроны латеральной спинно-таламической системы также располагаются в собственном ядре задних рогов. Их аксоны через переднюю серую спайку переходят на противоположную сторону и выходят в боковой канатик спинного мозга. Направляясь вверх, эти отростки образуют боковой спинно-таламический путь спинного мозга (рис. 23). Заканчиваются аксоны нейронов второго порядка в дорсальном латеральном ядре таламуса, где происходит их переключение на нейроны третьего порядка. Ход отростков третьего нейрона латерального спинно-таламического пути совпадает с ходом волокон третьего нейрона переднего спинно-таламического пути.

Учитывая, что передний и латеральный спинно-таламические пути не перекрещиваются на уровне среднего мозга и не входят в состав медиальной петли (лемниска) ствола мозга, а также принимая во внимание близость расположения

нейронов и волокон, образующих эти системы, их часто объединяют под общим термином *экстралемнисковая система* *.

7.2. Основные нисходящие пути головного и спинного мозга

Нисходящие (эфферентные, эффекторные, двигательные) пути головного и спинного мозга проводят импульсы от коры большого мозга, мозжечка, подкорковых и стволовых центров к нижележащим двигательным ядрам мозгового ствола и спинного мозга.

Высшим двигательным центром у человека является кора большого мозга. Она управляет мотонейронами мозгового ствола и спинного мозга двумя путями: напрямую посредством корково-ядерного, переднего и бокового корково-спинномозговых (пирамидных) путей, либо опосредованно, через нижележащие двигательные центры. В последнем случае роль коры сводится к запуску, поддержанию или прекращению выполнения двигательных программ, хранящихся в этих центрах. Соответственно нисходящие пути можно разделить на две группы.

Первая группа двигательных путей головного и спинного мозга, носящая общее название *пирамидная система*, обеспечивает выполнение точных целенаправленных сознательных движений, подстраивает дыхание, обеспечивая произнесение слов. В неё входят корково-ядерный, передний и боковой корково-спинномозговые (пирамидные) пути (рис. 57).

Корково-ядерный путь начинается в нижней трети предцентральной извилины большого мозга. Здесь располагаются пирамидные клетки (1 нейрон), аксоны которых проходят через колено внутренней капсулы в ствол мозга и направляются в базальной его части вниз к двигательным ядрам черепных нервов противоположной стороны (III–VII, IX–XII). Здесь располагаются тела вторых нейронов этой системы, являющиеся аналогами двигательных нейронов передних рогов спинного мозга. Их аксоны идут в составе черепных нервов к иннервируемым мышцам головы и шеи.

Передний и боковой корково-спинномозговые (пирамидные) тракты проводят двигательные импульсы от пирамидных клеток, расположенных в верхних двух третях предцентральной извилины, к мышцам туловища и конечностей противоположной стороны (рис. 52, 57).

Аксоны первых нейронов этих путей вместе идут в составе лучистого венца, проходят через заднюю ножку внутренней капсулы в ствол мозга, где располагаются вентрально. В продолговатом мозге они образуют пирамидные возвышения (пирамиды); и с этого уровня данные пути расходятся. Волокна переднего пирамидного пути спускаются по ипсилатеральной стороне в переднем канатике, образуя соответствующий тракт спинного мозга (рис. 23), а затем на уровне своего сегмента переходят на противоположную сторону и заканчиваются на мотонейронах передних рогов спинного мозга (второй нейрон системы). Волокна боково-

* Термин «экстралемнисковая» дословно переводится как «внепетельная», то есть находящаяся за пределами медиальной петли ствола мозга.

го пирамидного пути, в отличие от переднего, переходят на противоположную сторону на уровне продолговатого мозга, образуя перекрест пирамид. Далее они идут в задней части бокового канатика (рис. 23) до «своего» сегмента и заканчиваются на мотонейронах передних рогов спинного мозга (второй нейрон системы).

Вторая группа двигательных путей головного и спинного мозга в литературе часто объединяется термином *экстрапирамидная система*. К ней относятся:

1. *Корково-таламический путь*, проводящий двигательные импульсы от коры к двигательным ядрам таламуса.

2. *Лучистость полосатого тела* – группа волокон, соединяющая эти подкорковые центры с корой мозга и таламусом.

3. *Корково-красноядерный путь*, проводит импульсы от коры большого мозга к красному ядру, которое является двигательным центром среднего мозга.

4. *Красноядерно-спинномозговой путь* (рис. 58) проводит двигательные импульсы от красного ядра к мотонейронам передних рогов на противоположной стороне (подробнее см. Раздел 5.3.2.).

5. *Покрышечно-спинномозговой путь*. Его прохождение в общих чертах схоже с предыдущим путём, с той разницей, что начинается он не в красных ядрах, в ядрах крыши среднего мозга. Первые нейроны этой системы располагаются в бугорках четверохолмия среднего мозга. Их аксоны переходят на противоположную сторону и в составе передних канатиков спинного мозга спускаются до соответствующих сегментов спинного мозга (рис. 23). Далее они входят в передние рога и заканчиваются на мотонейронах спинного мозга (второй нейрон системы).

6. *Преддверно-спинномозговой путь* соединяет вестибулярные ядра заднего мозга (моста) и обеспечивает регуляцию тонуса мышц тела (см. Раздел 5.3.2.).

7. *Ретикуло-спинномозговой путь* соединяет нейроны РФ и нейроны спинного мозга, обеспечивая регуляцию чувствительности их к управляющим импульсам (см. Раздел 5.3.2.).

8. *Корково-мосто-мозжечковый путь* позволяют коре управлять функциями мозжечка. Первые нейроны этой системы располагаются в коре лобной, височной, затылочной или теменной доли. Их нейроны (корково-мостовые волокна) проходят через внутреннюю капсулу и направляются в базилярную часть моста, к собственным ядрам моста. Здесь происходит переключение на вторые нейроны этой системы. Их аксоны (мосто-мозжечковые волокна) переходят на противоположную сторону и через среднюю мозжечковую ножку направляются в контрлатеральное полушарие мозжечка.

8. Желудочки мозга.

Оболочки головного и спинного мозга, подболобочные пространства. Спинномозговая жидкость

8.1. Система желудочков головного мозга

Внутри всех отделов головного мозга имеются полости, заполненные спинномозговой жидкостью – *мозговые желудочки* (рис. 59, 60, 25). Они являются производными полостей вторичных мозговых пузырей. Внутренняя поверхность стенок желудочков покрыта эпендимой. Всего выделяют четыре мозговых желудочка.

Два симметричных боковых желудочка (1-й – левый и 2-й – правый) являются полостями полушарий большого мозга, они расположены в толще белого вещества под мозолистым телом (рис. 59, 60). В каждом боковом желудочке выделяют четыре части, расположенные в одной из основных долей полушария. *Центральная часть* боковых желудочков (самая узкая), расположенная в теменной доле, огибает сверху таламус и переходит кпереди в *передний рог бокового желудочка* (*передняя часть*), кзади – в *задний рог* (*задняя часть*), а книзу – в *нижний рог* (*нижняя часть*). Передний рог бокового желудочка залегает в лобной доле, задний рог – в затылочной, а нижний рог – в височной доле. Передние рога обоих боковых желудочков располагаются очень близко друг от друга и разделяются только двумя пластинками *прозрачной перегородки* (рис. 60).

Каждый передний рог сообщается посредством *межжелудочкового отверстия* с третьим мозговым желудочком. В нижний рог каждого бокового желудочка с медиальной стороны вдаётся часть сосудистой оболочки головного мозга, образующая *сосудистое сплетение бокового желудочка* (рис. 61), которое простирается в центральную часть желудочка. Через межжелудочковое отверстие сосудистые сплетения боковых желудочков соединяются с сосудистым сплетением третьего желудочка.

Третий мозговой желудочек, являющийся полостью промежуточного мозга, представляет собой узкое щелевидное пространство, расположенное в сагиттальной плоскости (рис. 25, 59, 60). Боковыми стенками третьего желудочка являются медиальные поверхности таламусов, нижнюю стенку образует гипоталамус. Переднюю стенку желудочка составляет снизу тонкая *пограничная пластинка*, которая кверху переходит в *столбики свода*. Задняя стенка в нижней части вдаётся в каудальную сторону и образует *надшишковидное углубление*. Верхняя стенка III желудочка, лежит под сводом мозга и мозолистым телом, она образована *сосудистой основой сплетения III желудочка*, ворсинки которой образуют *сосудистое сплетение III желудочка*. Полость III желудочка кзади переходит в *водопровод мозга*, являющийся полостью среднего мозга и соединяющий III желудочек с IV.

Четвёртый мозговой желудочек является полостью моста и продолговатого мозга (ромбовидного мозга в эмбриогенезе) (рис. 25, 59). Дном IV желудочка является ромбовидная ямка. Над четвертым желудочком, находится мозжечок. Крыша IV желудочка напоминает палатку (*шатёр*) с двумя скатами, называемыми мозговыми парусами. Паруса – это пластинки мозгового вещества; один из них – *верхний*

мозговой парус – натянут между верхними мозжечковыми ножками и образует задневерхнюю часть крыши. *Нижний мозговой парус* (задненижняя часть крыши) прикрепляется к нижним ножкам мозжечка и к *клочку* – дольке мозжечка (рис. 26). Паруса, соединяясь вверху, образуют угол (*купол, шатёр*), который вдаётся в мозжечок. Изнутри к нижнему парусу прилежит *сосудистая основа IV желудочка*, в толще которой имеется *сосудистое сплетение IV желудочка*, продуцирующее спинномозговую жидкость. Снизу (в области нижнего угла ромбовидной ямки) полость IV желудочка сообщается со спинномозговым каналом.

В задненижней части крыши IV желудочка имеются три отверстия (рис. 62, рис. 59) – срединное и два боковых. Срединное отверстие самое большое, оно расположено в центре нижнего паруса; боковые отверстия находятся в области боковых углов ромбовидной ямки. Через эти отверстия полость IV желудочка сообщается с подпаутинным пространством головного мозга (мозжечково-мозговой цистерной, см. далее).

8.2. Оболочки спинного и головного мозга

Спинной и головной мозг покрыты тремя оболочками (рис. 63, 64).

1. Непосредственно к наружной поверхности мозга прилежит *мягкая, или сосудистая оболочка*, которая заходит во все щели и борозды. Мягкая оболочка очень тонкая, образована рыхлой соединительной тканью, богатой тонкими эластическими волокнами и кровеносными сосудами. От неё в сопровождении соединительнотканых волокон в вещество мозга отходят кровеносные сосуды, питающие клетки мозга.

В области медиальных стенок нижних рогов боковых желудочков, между бахромками гиппокампа и хвостом хвостатого ядра, сосудистая оболочка вдаётся в их просвет и образует сосудистые сплетения желудочков, которые вырабатывают спинномозговую жидкость. Она также соединяется с сосудистым сплетением IV желудочка через отверстия в нижнем мозговом парусе.

Таким образом, сосудистая оболочка головного и спинного мозга выполняет трофическую функцию. Кроме того, за счёт снабжения кровью сосудистых сплетений желудочков, она участвует в секреции спинномозговой жидкости (ликвора).

2. Кнаружи от сосудистой оболочки располагается *паутинная оболочка*. Вместе со спинномозговой жидкостью она выполняет, в основном, защитную функцию, предохраняя от сотрясения ткани головного и спинного мозга. Паутинная оболочка не заходит в глубину борозд и углублений мозга, как сосудистая оболочка, а перекидывается через них в виде мостиков. Вследствие этого между паутинной и мягкой оболочкой находится *подпаутинное (субарахноидальное) пространство*. Оно заполнено спинномозговой жидкостью, средний объём которой равен 120–140 мл.

В некоторых местах, преимущественно на основании мозга, подпаутинное пространство развито особенно сильно, образуя широкие и глубокие вместилища спинномозговой жидкости, называемые *цистернами*. Самые большие цистерны расположены:

1) между мозжечком и продолговатым мозгом – *мозжечково-мозговая цистерна*;

2) в области латеральной борозды головного мозга – *цистерна латеральной ямки*;

3) впереди от зрительного перекреста – *цистерна зрительного перекреста*;

4) между ножками мозга – *межножковая цистерна*.

Над спинным мозгом подпаутинное пространство наиболее выражено в нижней части позвоночного канала, где в ликворе свободно плавают корешки нижних (крестцовых) спинномозговых нервов. Подпаутинные пространства головного и спинного мозга сообщаются между собой в месте перехода спинного мозга в головной.

3. Снаружи от паутинной оболочки находится *твёрдая оболочка мозга*, которая образована плотной волокнистой соединительной тканью и отличается большой прочностью. Твёрдая оболочка, вместе с черепом и позвонками, образующими позвоночный столб, защищает центральную нервную систему от механических повреждений. В позвоночном канале твёрдая оболочка спинного мозга представляет собой длинный мешок, содержащий спинной мозг с корешками спинномозговых нервов, спинномозговыми узлами, мягкой и паутинной оболочками и спинномозговой жидкостью. Наружная поверхность твёрдой мозговой оболочки спинного мозга отделена от надкостницы, выстилающей изнутри позвоночный канал, *надоболочечным пространством*, заполненным жировой клетчаткой и венозным сплетением (рис. 64). Твёрдая оболочка спинного мозга вверху переходит в твёрдую оболочку головного мозга.

Твёрдая оболочка головного мозга срастается с надкостницей, поэтому она непосредственно покрывает внутреннюю поверхность костей черепа. С костями основания черепа твёрдая оболочка сращена прочно, а с костями свода черепа – рыхло. Между твёрдой оболочкой мозга и паутинной, оболочкой имеется узкое пространство, в котором находится небольшое количество жидкости.

В некоторых участках твёрдая оболочка головного мозга образует отростки, которые глубоко впячиваются в щели, отделяющие друг от друга части мозга. Каждый отросток у своего основания состоит из двух листков, между которыми образуются каналы треугольной формы – *синусы твёрдой мозговой оболочки*, выстланные эндотелием (рис. 65, рис. 63, 64). Листки, образующие стенки синусов, туго натянуты и не спадаются. В синусы твёрдой мозговой оболочки, оттекает из мозга по венам венозная кровь, а также через пахионовы грануляции паутинной оболочки (рис. 63) фильтруется ликвор. Из мозговых синусов венозная кровь поступает во внутренние яремные вены, а затем – в сердце.

1) Самым крупным отростком твёрдой мозговой оболочки, является *серп большого мозга* (рис. 65). Он расположен в сагиттальной плоскости и отделяет друг от друга полушария большого мозга. В основании серпа большого мозга находится *верхний сагиттальный синус*. В толще свободного нижнего края серпа находится *нижний сагиттальный синус*. Задние части верхнего и нижнего сагиттальных синусов соединяются посредством *прямого синуса*.

2) Другой крупный отросток – *намёт мозжечка*, внедряется сзади в поперечную щель большого мозга и отделяет затылочные доли полушарий от мозжечка. Намёт мозжечка прикрепляется спереди к верхним краям височных костей, а сзади – к затылочной кости. По линии прикрепления к затылочной кости намёта мозжечка между его листками образуется *поперечный синус*, который по сторонам продолжается в парный *сигмовидный синус*. С каждой стороны сигмовидный синус, лежащий в сигмовидной борозде, переходит во внутреннюю яремную вену.

3) Между полушариями мозжечка сагиттально располагается *серп мозжечка*, прикрепляющийся сзади к внутренней поверхности затылочной кости (к затылочному гребню). По линии прикрепления серпа мозжечка к кости в его основании находится *затылочный синус*, сообщающийся вверху с поперечным синусом. В нижней своей части затылочный синус разделяется на две ветви, огибающие большое затылочное отверстие черепа и впадающие в сигмовидный синус одноимённой стороны.

Над гипофизом твёрдая оболочка образует *диафрагму седла* (турецкого), которая отделяет гипофизарную ямку от полости черепа.

По бокам от турецкого седла расположен *пещеристый синус*. Через этот синус проходит внутренняя сонная артерия, а также глазодвигательный, блоковый и отводящий черепные нервы и глазная ветвь тройничного нерва.

Оба пещеристых синуса соединяются между собой *поперечными межпещеристыми синусами*. Парные *верхний и нижний каменистые синусы*, лежат вдоль одноимённых краёв пирамиды височной кости. Впереди они соединяются с соответствующим пещеристым синусом, а сзади и латерально с поперечным и сигмовидным синусами.

8.3. Происхождение, циркуляция и роль спинномозговой жидкости

Спинномозговая жидкость (ликвор) образуется в *сосудистых сплетениях* желудочков головного мозга в результате фильтрации через стенки капилляров жидкой части крови – плазмы с последующей секрецией в неё нейросекреторными и эпендимными клетками различных веществ. Сосудистые сплетения состоят из рыхлой волокнистой соединительной ткани, пронизанной большим количеством мелких кровеносных сосудов (капилляров), которые со стороны желудочков покрыты кубическим эпителием (эпендимой).

Из боковых желудочков (первого и второго) через межжелудочковые отверстия жидкость оттекает в третий желудочек, из третьего по водопроводу мозга – в четвертый, а из четвертого желудочка через три отверстия в нижнем парусе (среднее и боковые) – в мозжечково-мозговую цистерну подпаутинного пространства. В подпаутинном пространстве циркуляция спинномозговой жидкости происходит в разных направлениях, осуществляется она медленно и зависит от пульсации мозговых сосудов, от частоты дыхания, от движений головы и позвоночника

Спинномозговая жидкость из подпаутинного пространства оттекает в кровь через *пахионовы грануляции (выпячивания) паутинной оболочки*, проникающие в

просвет венозных синусов твердой оболочки головного мозга (рис. 63), а также через кровеносные капилляры, расположенные у места выхода корешков черепных и спинномозговых нервов из полости черепа и из позвоночного канала. В норме спинномозговая жидкость образуется в желудочках и всасывается в кровь с одинаковой скоростью, благодаря чему объём её остаётся относительно постоянным.

Роль цереброспинальной жидкости в поддержании нормальной деятельности ЦНС очень значительна.

1) Окружая головной и спинной мозг снаружи, она является для них дополнительной механической защитой от толчков и сотрясений.

2) За счёт соответствующих перемещений жидкость компенсирует колебания объёма мозга в разные фазы сокращений сердца.

3) Цереброспинальная жидкость участвует в питании клеток мозга, в создании осмотического равновесия в тканях мозга и в регуляции обмена веществ в мозговых структурах. По ликвору переносятся различные регуляторные молекулы, изменяющие функциональную активность разных отделов ЦНС.

4) Ткани, разграничивающие кровь и ликвор, выполняют барьерную функцию. Этот гематоэнцефалический барьер (ГЭБ), обеспечивает бесперебойное поступление из крови в спинномозговую жидкость необходимых ингредиентов и задерживает вредные вещества.

9. Кровоснабжение головного и спинного мозга

Сосуды головного и спинного мозга обеспечивают нормальную деятельность этих структур. Артерии, приносящие в ткани питательные вещества, по мере их ветвления постепенно становятся более мелкими, и, в конечном итоге, переходят в капилляры. Это самые мелкие сосуды, образующие в тканях мозга густую сеть, имеющие тонкую стенку, что обеспечивает обмен веществ между кровью и окружающими тканями. Капилляры переходят в мелкие вены, которые постепенно соединяются с образованием более крупных вен и обеспечивают отток крови от тканей головного и спинного мозга.

9.1. Кровоснабжение головного мозга

9.1.1. Артерии головного мозга

Артериальная кровь поступает в головной мозг в основном по двум парам артерий: внутренним сонным и позвоночным артериям (рис. 66).

*Внутренние сонные артерии** (правая и левая) имеют диаметр 9–10 мм. Каждая артерия отходит от общей сонной артерии, поднимается вверх между глоткой и внутренней яремной веной и входит в сонный канал пирамиды височной кости. Внутри канала от внутренней сонной артерии отходят веточки к органам бара-

* Сонными эти артерии называются из-за того, что при их сдавливании резко уменьшается приток крови к мозгу, и человек теряет сознание – «засыпает».

банной полости. После выхода из сонного канала артерия попадает в полость черепа и направляется вперёд, отдавая мелкие веточки к гипофизу и соседним структурам. Далее внутренняя сонная артерия направляется вверх, проходит через твёрдую оболочку мозга, отдаёт веточки к глазу и его вспомогательным структурам (*глазничная артерия*), к сосудистому сплетению бокового желудочка (*передняя артерия сосудистого сплетения*) и *заднюю соединительную артерию*, соединяющую бассейн внутренней сонной и позвоночной артерии. После этого внутренняя сонная артерия распадается на две конечные ветви – переднюю и среднюю мозговые артерии (рис. 67).

Передняя сонная артерия имеет диаметр 1,5–2,5 мм. Она идёт вперёд и медиально между обонятельным трактом и зрительным перекрёстом, образует анастомоз* с такой же артерией противоположной стороны, затем направляется по медиальной поверхности полушария вокруг мозолистого тела (рис. 68), отдаёт 5–10 ветвей к лобной и теменной долям и заканчивается анастомозом с ветвями задней мозговой артерии.

Средняя мозговая артерия является наиболее крупной ветвью внутренней сонной артерии, её диаметр достигает 5 мм (рис. 68). После отхождения от внутренней сонной артерии эта артерия направляется латерально и вверх и залегает в латеральной щели большого мозга. Здесь средняя мозговая артерия распадается на несколько ветвей, идущих к лобной, височной, теменной и островковой долям мозга. Таким образом, эта артерия кровоснабжает верхнелатеральную поверхность больших полушарий.

Позвоночные артерии (правая и левая) отходят от подключичных артерий, проходят через отверстия поперечных отростков 6–1 шейных позвонков, и входят в полость черепа через большое затылочное отверстие черепа, проходя при этом через твёрдую мозговую оболочку. В полости черепа эти артерии идут вперёд и медиально (рис. 66), при этом от каждой позвоночной артерии отходят (рис. 67) *оболочечная артерия, передняя и задняя спинномозговые артерии*, а также *задняя нижняя мозжечковая артерия* (к нижней части мозжечка). На уровне нижнего края моста позвоночные артерии сливаются с образованием *базиллярной (основной) артерии*, залегающей в одноимённой борозде моста.

От базиллярной артерии симметрично отходят следующие ветви (рис. 69): *передняя нижняя мозжечковая артерия* (к нижней части мозжечка), *артерии лабиринта* (к внутреннему уху), *артерии моста* (к мосту), *среднемозговые артерии* (к среднему мозгу) и *верхняя мозжечковая артерия* (к верхним отделам мозжечка, а также к сосудистому сплетению III мозгового желудочка). У верхнего края моста базиллярная артерия заканчивается, распадаясь на две *задние мозговые артерии* (рис. 69).

Каждая из этих артерий поворачивает назад и вверх, огибая ножку мозга. На этом участке от задней мозговой артерии отходят артерии к среднему мозгу, базальным ганглиям и сосудистому сплетению III желудочка (*центральные ветви*). Основной ствол задней мозговой артерии выходит на поверхность затылочной

* Анастомоз – соустье.

доли большого мозга и распадается на 3–5 *корковых ветвей* (*височные, затылочные, теменно-затылочные, шпорная артерии*). Эти ветви идут к медиальной поверхности затылочной доли, а также к нижней и латеральной поверхностям больших полушарий (рис. 67, 68).

К задней мозговой артерии, вскоре после её образования, присоединяется задняя соединительная артерия (ветвь внутренней сонной артерии, см. выше). В результате вокруг структур промежуточного мозга замыкается артериальный круг, названный по автору, его описавшему, *Виллизиевым кругом*. В него входят (рис. 67, 69) парные задние мозговые артерии, задние соединительные артерии, внутренние сонные и передние мозговые артерии, а также непарная передняя соединительная артерия. Наличие этого круга обеспечивает уравнивание давления и бесперебойное кровоснабжение разных участков мозга при окклюзии* любой из сонных или позвоночных артерий.

9.1.2. Вены головного мозга

Отток венозной крови от структур головного мозга обеспечивается густой сетью вен, пронизывающих все ткани мозга. Самые мелкие вены, венулы, собирают кровь из капилляров. После их слияния образуются более крупные вены, которые, последовательно соединяясь, образуют всё более крупные вены мозга. Венозные сосуды отличаются от артериальных большей вариабельностью их расположения и бóльшим количеством анастомозов. Особенностью венозного кровотока головного мозга является также то, что многие вены самостоятельно впадают в синусы твёрдой мозговой оболочки, являющиеся коллекторами венозной крови от мозга, оболочек, костей и кожи головы. Из системы синусов, а также из некоторых крупных внутренних вен головы кровь, в конечном итоге, попадает во *внутреннюю яремную вену*. По ней кровь поступает в подключичную вену, а затем в верхнюю полую вену и правый желудочек сердца.

Вены головного мозга подразделяют на внутренние и поверхностные вены.

Поверхностные вены головного мозга образуются в результате слияния *кортикальных вен*, собирающих венозную кровь от коры мозга и непосредственно прилежащих участков белого вещества мозга. Поверхностные вены верхнелатеральной поверхности мозга, располагающиеся в мозговых бороздах, называются *верхними венами мозга*. Большая их часть самостоятельно направляется к верхнему краю полушарий, где они соединяются с поверхностными венами верхней части медиальной поверхности полушарий. После этого они проходят через паутинную оболочку и впадают в верхний сагиттальный синус.

Меньшая часть верхних вен мозга впадают в *поверхностную среднюю вену* большого мозга, идущую вдоль латеральной борозды и впадающую в пещери-

* Окклюзия – закупорка или сужение сосудов – чаще всего происходит в результате формирования на его стенке атеросклеротической бляшки. При этом нарушается функция отделов мозга, получающих кровь по этой артерии.

стый синус. Кроме того, эта вена образует анастомозы с верхним сагиттальным синусом и поперечным синусом.

От поверхностных вен нижней поверхности мозга венозная кровь оттекает в короткую *большую мозговую вену*, расположенную в поперечной борозде над крышей среднего мозга, а из неё – в поперечный синус.

По поверхностным венам медиальной поверхности большого полушария кровь частично оттекает вверх, в верхний сагиттальный синус (см. выше), а частично в *переднюю вену* большого мозга, сопровождающую одноимённую артерию. Эта вена сообщается большой мозговой веной, нижним сагиттальным синусом и *глубокой средней веной*, залегающей в глубине боковой борозды.

Внутренние вены большого мозга собирают венозную кровь от белого вещества полушарий мозга (*медуллярные вены*), базальных ганглиев (*вены полосатого тела*), сосудистых сплетений мозговых желудочков (*вены сосудистых сплетений*). Кроме того, в них впадают вены, несущие венозную кровь от структур промежуточного и среднего мозга, мозжечка и затылочных долей полушарий. Внутренние вены вблизи четверохолмия среднего мозга впадают в большую вену мозга, из которой кровь поступает в прямой синус.

Вены продолговатого мозга впадают в переднюю и заднюю медиальные вены. Эти вены, являющиеся продолжением одноимённых вен спинного мозга, идут вдоль продолговатого мозга и впадают в нижний каменистый синус.

9.2. Кровоснабжение спинного мозга

Артериальное кровоснабжение спинного мозга осуществляется через три собственно спинномозговые артерии – переднюю спинномозговую артерию, две задние спинномозговые артерии, а также через сегментарные ветви шейных, межрёберных, поясничных и крестцовых вен (рис. 70).

Передняя спинномозговая артерия образована в результате слияния веточек правой и левой позвоночных артерий, отходящих от них на уровне продолговатого мозга (рис. 69). Она спускается вниз по передней поверхности спинного мозга, располагаясь вдоль передней щели спинного мозга. На всём своём протяжении эта артерия отдаёт *центральные ветви*, идущие через переднюю щель спинного мозга к его центру и распадающуюся на мелкие артерии, питающие изнутри передние и боковые рога, основание задних рогов серого вещества, а также передние и боковые канатики спинного мозга.

Правая и левая задние спинномозговые артерии отходят самостоятельно соответственно от правой и левой позвоночной артерии (рис. 69, 70), по диаметру они гораздо тоньше передней спинномозговой артерии. Они направляются вниз, располагаясь в правой и левой задних боковых бороздах спинного мозга. На своём протяжении эти артерии отдают веточки вглубь спинного мозга, которые снабжают кровью задние канатики спинного мозга, а также периферические части задних рогов серого вещества.

Задние спинномозговые артерии образуют большое количество веточек, сообщающих их между собой, а также с передней спинномозговой артерией. Эти

веточки называются *венечными артериями*, они опоясывают спинной мозг и отдают мелкие веточки, участвующие в образовании венечного артериального сплетения в мягкой оболочке спинного мозга. От этого сплетения, а также от венечных артерий в спинной мозг снаружи входят артерии, обеспечивающие питание преимущественно белого вещества спинного мозга.

Необходимо отметить, что по спинномозговым артериям кровь из позвоночных артерий стабильно поступает только до шейных сегментов спинного мозга. Дальше, по мере уменьшения их диаметра, роста сопротивления кровотоку и уменьшения пульсового давления крови, продвижение крови из позвоночных артерий затрудняется. Поэтому, начиная уже с шейных сегментов, всё больше возрастает вклад в кровоснабжение спинного мозга *сегментарных артерий*, образующих анастомозы со спинномозговыми артериями (рис. 70). Сегментарные артерии являются ветвями шейных, межрёберных, поясничных и крестцовых артерий, отходящих от аорты.

Венозная кровь оттекает от тканей спинного мозга во *внутримозговые вены*. Из них кровь поступает в *венозные каналы* спинного мозга (передний, задний, передне-латеральные и задне-латеральные) или в сосуды *венечного венозного сплетения* спинного мозга, образованного ветвями венозных каналов (рис. 71). Венозное сплетение спинного мозга образует большое количество анастомозов с эпидуральным венозным сплетением, расположенным между твёрдой мозговой оболочкой спинного мозга и надкостницей позвонков, образующих позвоночный канал (рис. 64). Из венозных каналов спинного мозга, как и из эпидурального венозного сплетения, кровь оттекает либо в верхнюю полую вену через переднюю и заднюю медиальные вены продолговатого мозга и позвоночную вену, либо в нижнюю полую вену через межрёберные, поясничные и крестцовые вены, сопровождающие одноимённые артерии.

10. Периферическая нервная система

Периферическая нервная система образована нервными узлами (спинномозговыми, черепными и вегетативными), нервами (31 пара спинномозговых и 12 пар черепных), их ветвями и нервными окончаниями (рецепторами и эффекторами).

Каждый нерв состоит из нервных волокон разных типов, миелинизированных и немиелинизированных (рис. 72). Каждое отдельное волокно покрыто собственной оболочкой – *эндоневрием*; группы волокон (нервные пучки) отграничиваются друг от друга общей оболочкой, которая называется *периневрием*. Снаружи нерв окружён соединительнотканной оболочкой – *эпиневрием*, в котором располагаются питающие нерв кровеносные сосуды.

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

10.1. Черепные нервы

Черепные нервы в количестве 12 пар отходят от ствола головного мозга (рис. 73, рис. 26). Все черепные нервы имеют собственные названия и порядковый номер, обозначаемый римской цифрой:

I – обонятельные (ольфакторные) нервы, II – зрительные, III – глазодвигательные, IV – блоковые, V – тройничные, VI – отводящие, VII – лицевые, VIII – преддверно-улитковые, IX – языкоглоточные, X – блуждающие, XI – добавочные, XII – подъязычные.

По составу волокон выделяют три группы черепных нервов: чувствительные, двигательные, смешанные (табл. 2).

Таблица 2

Черепные нервы, их функции и иннервируемые органы

Черепной нерв	Название	Тип	Иннервируемый орган	Функция
1	2	3	4	5
I	Обонятельный	Сенсорный	Орган обоняния (обонятельные луковицы)	Обоняние
II	Зрительный	Сенсорный	Сетчатка глаза	Зрение
III	Глазодвигательный	Моторный	Четыре глазодвигательные мышцы	Движения глаз
IV	Блоковый	Моторный	Верхняя косая (блоковая) мышца глаза	Движения глаз
V	Тройничный	Смешанный	Мышцы челюстей, зубы, кожа лица	Движения челюстей, рецепторы прикосновения и боли
VI	Отводящий	Моторный	Латеральная прямая мышца глаза	Движения глаз

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5
VII	Лицевой	Смешанный	Щёки, мышцы лица, язык	Слюноотделение, мимика, восприятие сладкого, кислого и солёного
VIII	Преддверно-	Сенсорный	Внутреннее ухо	Слух, равновесие

	улитковый		(улитка и полукружные каналы)	
IX	Языкоглоточный	Смешанный	Язык, мускулатура глотки	Восприятие горького вкуса, глотание
X	Блуждающий	Смешанный	Гортань, глотка, сердце, пищеварительный тракт	Речь, глотание, замедление ритма сердца, стимуляция перистальтики
XI	Добавочный	Моторный	Мышцы головы и шеи	Движения головы
XII	Подъязычный	Моторный	Мышцы языка и мышцы шей	Движения головы

10.1.1. Чувствительные черепные нервы

К чувствительным нервам относятся обонятельные (I пара черепных нервов), зрительные (II пара), преддверно-улитковые (VIII пара) черепные нервы.

Обонятельные нервы (I пара черепных нервов) состоят из центральных отростков чувствительных (рецепторных) клеток, располагающихся в слизистой оболочке обонятельной области полости носа, их число у человека колеблется от 15 до 20. Обонятельные нервы проходят в полость черепа через отверстия решётчатой пластинки верхней стенки полости носа. В полости черепа волокна обонятельных нервов входят в обонятельные луковицы. Здесь происходит передача возбуждения с чувствительных нейронов на вставочные (нейроны второго порядка). По аксонам нейронов второго порядка обонятельные нервные импульсы в составе обонятельных трактов и других структур обонятельного мозга направляются в полушария большого мозга, кору крючка, зубчатой извилины и гиппокампа, где происходит окончательный анализ запахов.

Зрительные нервы (II пара черепных нервов) образованы отростками ганглиозных клеток сетчатки глаза. После вхождения в полость черепа через глазничную щель, правый и левый зрительные нервы впереди турецкого седла частично перекрещиваются (обмениваются нервными волокнами, идущими от медиальных частей сетчаток) и преобразуются в зрительные тракты. *Зрительные тракты* направляются к подкорковым зрительным центрам (латеральным коленчатым телам, верхним бугоркам пластинки четверохолмия среднего мозга и подушке (задней части) таламуса) Отсюда по волокнам зрительной лучистости импульсы достигают коркового отдела зрительного анализатора, расположенного на медиальной поверхности затылочных долей.

Преддверно-улитковые нервы (VIII пара черепных нервов) образованы центральными отростками биполярных нейронов, залегающих в преддверном (вестибулярном) и улитковом (кохлеарном) узлах. Периферические отростки этих клеток заканчиваются на рецепторах, расположенных, соответственно, в вестибуляр-

ной части перепончатого лабиринта внутреннего уха и в спиральном органе улитки. Центральные отростки направляются в мозг к преддверным (вестибулярным) и улитковым ядрам, расположенным в покрышке моста у границы с продолговатым мозгом.

От улитковых ядер покрышки моста импульсы направляются к подкорковым центрам слуха (медиальным коленчатым телам и нижним бугоркам четверохолмия среднего мозга), а затем – к верхней височной извилине, где находится корковый отдел слухового анализатора.

От преддверных ядер покрышки моста импульсы идут главным образом к мозжечку и спинному мозгу. На основе этой информации осуществляется произвольная (рефлекторная) регуляция тонуса мышц.

10.1.2. Двигательные черепные нервы

Двигательными черепными нервами являются: глазодвигательные нервы (III пара), блоковые (IV пара), отводящие (VI пара), добавочные (XI пара) и подъязычные (XII пара) нервы.

Глазодвигательные нервы (III пара) в своем составе имеют двигательные и парасимпатические волокна, выходящие из двигательных и вегетативных (добавочных) ядер, расположенных в среднем мозге. В полость глазницы каждый нерв проходит через верхнюю глазничную щель. Двигательные волокна направляются к мышцам глазного яблока (верхней, нижней и медиальной прямым, нижней косой), а также к мышце, поднимающей верхнее веко. Парасимпатические волокна идут к ресничному узлу, расположенному в углу между зрительным нервом и боковой прямой мышцей глаза. В ресничном узле находятся нейроны, управляющие мышцей, суживающей зрачок, и ресничной мышцей (расширяет зрачок).

Блоковые нервы (IV пара) начинаются от двигательных ядер, лежащих в среднем мозге на уровне нижних холмиков. Каждый нерв проходит в глазницу через верхнюю глазничную щель и направляется к верхней косой (блоковой) мышце глаза.

Каждый **отводящий нерв** (VI пара) образован отростками двигательных клеток ядра, расположенного в покрышке моста. Нерв идет в глазницу через верхнюю глазничную щель, он иннервирует прямую боковую (отводящую) мышцу глаза.

Добавочные нервы (XI пара) образуются из нескольких двигательных корешков, выходящих из ядер, лежащих в продолговатом мозге и в верхних сегментах спинного мозга. Каждый добавочный нерв выходит из черепа через ярёмное отверстие (вместе с языкоглоточным и блуждающим нервами) и иннервирует кивательную (грудино-ключично-сосцевидную) и трапециевидную мышцы.

Подъязычные нервы (XII пара) начинаются в двигательных ядрах продолговатого мозга, выходят из полости черепа через каналы подъязычного нерва и иннервируют мышцы языка. К каждому подъязычному нерву присоединяются нервные волокна от первого спинномозгового нерва. Вместе эти волокна участвуют в образовании шейной (нервной) петли, иннервирующей мышцы шеи.

10.1.3. Смешанные черепные нервы

Смешанными черепными нервами являются тройничные, лицевые, языко-глоточные и блуждающие нервы.

Тройничные нервы (V пара) имеют по два корешка, выходящих из моста – чувствительный и двигательный. Чувствительный корешок образован центральными отростками клеток, находящихся в *узле тройничного нерва*, расположенного у вершины пирамиды височной кости. Узел тройничного нерва является аналогом чувствительных спинномозговых ганглиев, в нём также расположены чувствительные псевдоуниполярные нейроны. В составе двигательного корешка, идут отростки клеток двигательного ядра тройничного нерва.

Каждый тройничный нерв образует три крупные ветви: первую, вторую и третью. Первая и вторая ветви – чувствительные, они содержат периферические отростки псевдоуниполярных клеток узла тройничного нерва. Третья ветвь состоит из чувствительных и двигательных волокон.

Первая ветвь – *глазной нерв* через верхнюю глазничную щель проходит в глазницу, где делится на три ветви – *слёзный, лобный и носоресничный нервы*. Ветви этих нервов иннервируют глазное яблоко, верхнее веко, слизистую оболочку передней части полости носа и придаточных пазух (лобной, клиновидной и ячеек решётчатой кости), а также кожу лба.

Вторая ветвь – *верхнечелюстной нерв*, проходит через круглое отверстие в крыловидно-нёбную ямку, где он отдаёт подглазничные скуловые нервы и узловы ветви. Верхнечелюстной нерв своими *скуловыми ветвями* иннервирует слизистую оболочку полости носа, твёрдого и мягкого нёба, придаточных пазух носа (верхнечелюстной и ячеек решётчатой кости), кожу скуловой области и нижнего века, носа и верхней губы, зубы верхней челюсти, твёрдую оболочку головного мозга в области средней черепной ямки. *Узловые ветви* верхнечелюстного нерва идут к парасимпатическому крылонёбному узлу, расположенному в одноимённой ямке костей черепа. Отростки клеток этого узла в составе ветвей верхнечелюстного нерва идут к железам слизистой оболочки полости носа и полости рта, а также к слёзной железе.

Третья ветвь – *нижнечелюстной нерв*, смешанный, выходит через овальное отверстие из полости черепа и разделяется на *ушно-височный, щёчный, язычный и нижний альвеолярный нервы*. Нижнечелюстной нерв иннервирует твёрдую оболочку головного мозга в средней черепной ямке; жевательные мышцы (височную, медиальную и латеральную крыловидные и собственно жевательные); челюстно-подъязычную мышцу; переднее брюшко двубрюшной мышцы; мышцу, натягивающую мягкое небо, и мышцу, напрягающую барабанную перепонку.

Ушно-височный нерв иннервирует кожу височной области, ушной раковины и наружного слухового прохода. В составе этого нерва проходят парасимпатические волокна (из языкоглоточного нерва), направляющиеся к околоушной слюнной железе. *Щёчный нерв* иннервирует слизистую оболочку щеки. *Язычный нерв* содержит вкусовые волокна, заканчивающиеся на вкусовых рецепторах, распо-

женных на передних двух третях языка, а также парасимпатические волокна (из лицевого нерва). Парасимпатические волокна идут к поднижнечелюстному и подъязычному узлам, откуда иннервируются одноимённые слюнные железы.

Нижний альвеолярный нерв уходит в канал нижней челюсти, отдает веточки к зубным ячейкам нижней челюсти (альвеолам), нижним зубам и деснам, затем дистальная его часть через подбородочное отверстие выходит к коже подбородка.

Лицевые нервы (VII пара черепных нервов) по составу волокон являются смешанными. Каждый из них содержит двигательные, чувствительные и вегетативные (парасимпатические) волокна. Двигательные волокна являются отростками одноимённого ядра лицевого нерва, расположенного в покрышке моста. Тела чувствительных клеток находятся в узле коленца, который лежит в глубине канала лицевого нерва в пирамиде височной кости. Центральные отростки этих клеток заканчиваются на клетках чувствительного ядра, также расположенного в покрышке моста. Парасимпатические волокна являются аксонами клеток вегетативного ядра, лежащего медиальнее чувствительного ядра.

Лицевой нерв, выйдя из мозга, направляется во внутренний слуховой проход височной кости, где берёт начало канал этого нерва. В канале от лицевого нерва отходит большой каменистый нерв, выходящий через одноимённое отверстие на верхушке пирамиды и несущий парасимпатические волокна к крылонёбному узлу. Стременной нерв отходит к одноименной мышце, расположенной в барабанной полости. Изменяя тонус данной мышцы и, соответственно, подвижность стремечка, слуховой анализатор приспособливается к звукам разной интенсивности.

Барабанная струна, несущая вкусовые волокна к языку и парасимпатические волокна для иннервации подчелюстной и подъязычной слюнных желез, проходит транзитом (не отдавая ветвей) через барабанную полость височной кости. По выходе из барабанной полости струна присоединяется к язычному нерву.

Лицевой нерв, выйдя из своего канала через шилососцевидное отверстие, отдает ветви к заднему брюшку подчерепной мышцы, ушным мышцам, затем прободает околоушную слюнную железу и уходит своими конечными ветвями к мимическим мышцам, в том числе к подкожной мышце шеи.

Языкоглоточные нервы (IX пара черепных нервов) являются смешанными, они содержат двигательные, чувствительные и парасимпатические волокна. Из полости черепа каждый нерв выходит через ярёмное отверстие. Двигательные волокна являются отростками клеток двойного ядра (общего с блуждающим нервом), иннервирующих мышцы глотки. Чувствительные волокна, являющиеся отростками клеток, образующих верхний и нижний узлы языкоглоточного нерва, направляются к слизистой оболочке задней стенки глотки и задней трети языка, осуществляя иннервацию его тактильных, температурных и вкусовых рецепторов. Парасимпатические волокна, выходящие из нижнего слюноотделительного ядра, направляются к околоушной слюнной железе и регулируют её секреторную активность.

Блуждающие нервы (вагусы, X пара), также содержат двигательные, чувствительные и парасимпатические волокна. Каждый нерв на своей стороне выходит из

полости черепа через ярёмное отверстие вместе с языкоглоточным и добавочным нервами, а также с внутренней ярёмной веной. Двигательные волокна, выходящие из общего с языкоглоточным нервом добавочного ядра, иннервируют мышцы мягкого нёба, глотки и гортани. Чувствительные волокна являются отростками клеток, образующих верхний и нижний узлы блуждающего нерва. Эти волокна проводят чувствительные импульсы от внутренних органов, наружного уха и части твёрдой оболочки головного мозга, расположенной в задней черепной ямке. Парасимпатические волокна являются отростками заднего (дорсального) ядра блуждающего нерва.

На шее блуждающий нерв, располагающийся рядом с общей сонной артерией и внутренней ярёмной веной, отдаёт ветви к гортани, глотке, пищеводу. Далее левый блуждающий нерв идёт вниз, ложится на переднюю поверхность пищевода, а затем желудка. Правый блуждающий нерв проходит по задней поверхности пищевода и желудка.

Блуждающий нерв иннервирует сердце и органы дыхания, большую часть пищеварительной системы (до сигмовидной ободочной кишки), почки. Парасимпатические волокна блуждающих нервов в стенках внутренних органов проходят к внутриорганным парасимпатическим узлам, из которых осуществляется иннервация гладкой мускулатуры и желез внутренних органов.

10.2. Спинномозговые нервы: строение, образование нервных сплетений и области иннервации

10.2.1. Строение спинномозговых нервов, основные ветви

Спинномозговые нервы (31 пара) образуются из корешков, отходящих от спинного мозга (рис. 74). Выделяют 8 шейных спинномозговых нервов, 12 грудных, 5 поясничных, 5 крестцовых и 1 копчиковый (редко два). Спинномозговые нервы соответствуют сегментам спинного мозга и обозначаются латинскими заглавными буквами с указанием порядкового номера: C₁–C₈ (*nn. cervicales*) – шейные, Th₁–Th₁₂ (*nn. thoracici*) – грудные, L₁–L₅ (*nn. lumbales*) – поясничные, S₁–S₅ (*nn. sacrales*) – крестцовые и Co₁ (*n. coccygeus*) – копчиковый.

Каждый спинномозговой нерв формируется из двух корешков – *переднего* (выносящего, эфферентного) и *заднего* (приносящего, афферентного), которые соединяются друг с другом в межпозвоночном отверстии. К заднему корешку прилежит *чувствительный спинномозговой узел*, содержащий тела крупных псевдоуниполярных чувствительных нейронов.

Волокна переднего и заднего корешков образуют смешанные *спинномозговые нервы*, содержащие чувствительные (афферентные) и двигательные (эфферентные) волокна. Восьмой шейный, все грудные и два верхние поясничные спинномозговые нервы (C₈–L₂) содержат также симпатические волокна, являющиеся отростками клеток, расположенных в боковых рогах и выходящих из спинного мозга в составе передних корешков. Спинномозговые крестцовые нервы со второго по четвёртый (S₂–S₄) содержат парасимпатические волокна.

Каждый спинномозговой нерв сразу после выхода из межпозвоночного отверстия делится на три ветви (рис. 74): *оболочечную, заднюю и переднюю*. *Оболочечная ветвь* возвращается через межпозвоночное отверстие в позвоночный канал и иннервирует оболочки спинного мозга. *Задние ветви* уходят круто назад к мышцам и коже задней области шеи, спины, поясничной области и ягодиц. Наиболее толстые *передние ветви* идут кпереди, их волокна иннервируют кожу и мышцы шеи, груди, живота, верхних и нижних конечностей.

В шейном, поясничном и крестцовом отделах передние ветви обмениваются волокнами и образуют *сплетения: шейное, плечевое, поясничное и крестцовое**, от которых отходят периферические нервы. Обмен нервными волокнами, относящимися к разным сегментам спинного мозга, и образование сплетений связано с нарушением в процессе эволюции метамерности расположения мышц конечностей: мышцы, развившиеся из разных миотомов (первичных фрагментов мезодермы), иннервируемые разными, когда-то смежными с ними, сегментами, на конечностях соседствуют и работают согласованно. Поэтому нерв, идущий к мышцам одной области, выполняющим одинаковую функцию, «должен» содержать волокна от разных сегментов спинного мозга.

В грудном отделе передние ветви грудных спинномозговых нервов волокнами не обмениваются, проходят в стенках груди и живота обособленно и называются *межрёберными нервами*. Это объясняется простотой движений, выполняемых мышцами грудной и брюшной стенки и сохранением сегментарности их расположения и иннервации.

Грудные и верхнепоясничные нервы, кроме оболочечной, задней и передней ветвей, имеющих у всех спинномозговых нервов, имеют четвертую, *соединительная ветвь*. В составе этой ветви идут вегетативные волокна, соединяющие центральный отдел симпатической нервной системы с *симпатическим стволом*.

* поясничное и крестцовое сплетения часто объединяют в одно пояснично-крестцовое сплетение, так как они связаны между собой волокнами четвёртого спинномозгового поясничного нерва (L₄) и иннервируют тазовые органы, кости, связки и мышцы тазового пояса и нижней конечности.

10.2.2. Шейное сплетение

Шейное сплетение (рис. 75) образовано передними ветвями четырёх верхних шейных спинномозговых нервов (C_1-C_4). Оно расположено между глубокими мышцами шеи. Ветви шейного сплетения выходят из-под заднего края грудино-ключично-сосцевидной (кивательной) мышцы. Это короткие *мышечные ветви*, иннервирующие соседние мышцы: *большой ушной, малый затылочный, подключичный нервы, поперечный нерв шеи, диафрагмальный нерв*. Мышечные ветви, соединяясь с подъязычным нервом (XII пара черепных нервов), образуют *шейную петлю*, иннервирующую передние мышцы шеи ниже подъязычной кости. Таким образом, короткие нервы шейного сплетения иннервируют глубокие мышцы шеи, кожу ушной раковины и наружного слухового прохода, латеральной части затылка, передних отделов шеи, надключичной и подключичной областей.

Самый длинный нерв шейного сплетения – *диафрагмальный нерв* – спускается вниз в грудную полость, проходит между сердечной оболочкой (перикардом) и средостенной плеврой и разветвляется в диафрагме, разделяющей грудную и брюшную полости. Диафрагмальный нерв иннервирует перикард, средостенную плевру, а также диафрагмальную брюшину и брюшинные связки печени.

10.2.3. Плечевое сплетение

Плечевое сплетение (рис. 75) образовано передними ветвями четырех нижних шейных (C_5-C_8) и частично первого грудного спинномозговых нервов (Th_1). Расположено сплетение между передней и средней лестничными мышцами шеи, откуда оно позади ключицы спускается в подмышечную полость, где образует три пучка, окружающие подмышечную артерию. У сплетения выделяют надключичную и подключичную части.

От надключичной части плечевого сплетения отходят *короткие нервы*, иннервирующие часть мышц шеи, мышцы и кожу плечевого пояса, плечевой сустав.

К *надключичным ветвям плечевого сплетения* относятся: *задний (дорсальный) нерв лопатки*, идущий к мышцам спины; *надлопаточный нерв*, направляющийся к над- и подостным мышцам; *подлопаточный нерв*, разветвляющийся в одноимённой мышце; *грудные нервы*, иннервирующие большую и малую грудные мышцы; *длинный грудной нерв*, спускающийся к передней зубчатой мышце груди; *грудноспинной нерв*, идущий к широчайшей мышце спины, и *подмышечный нерв*, разветвляющийся в дельтовидной мышце, капсуле плечевого сустава и коже плеча.

От подключичной части плечевого сплетения, представленного тремя толстыми нервными стволами, отходят *длинные ветви* (нервы), идущие к коже, мышцам и суставам свободной верхней конечности.

К *длинным ветвям плечевого сплетения* относятся *медиальный кожный нерв плеча, медиальный кожный нерв предплечья* и другие крупные нервы.

Мышечно-кожный нерв снабжает своими ветвями передние мышцы плеча (двуглавую, клювовидно-плечевую и плечевую), а также кожу латеральной стороны предплечья.

Срединный нерв, идущий на плече рядом с плечевыми артерией и венами, направляется на предплечье и кисть. На предплечье этот нерв отдаёт ветви к передним мышцам предплечья (кроме локтевого сгибателя запястья и части глубокого сгибателя пальцев), а затем, через канал запястья, направляется на кисть. На кисти срединный нерв иннервирует мышцы возвышения большого пальца (кроме приводящей и части сгибателя большого пальца), две латеральные червеобразные мышцы, а также кожу большого, указательного, среднего и половины безымянного пальца.

Локтевой нерв проходит по медиальной стороне плеча, где он, как и срединный нерв, ветвей не отдаёт. На предплечье этот нерв проходит рядом с локтевой артерией и иннервирует локтевой сгибатель запястья и часть глубокого сгибателя пальцев, далее он уходит на кисть. На кисти локтевой нерв отдаёт ветви: к мышцам большого пальца, ко всем межкостным, двум медиальным червеобразным мышцам. Локтевой нерв также иннервирует кожу ладонной стороны мизинца и медиальной половины безымянного пальца. На тыльной стороне кисти локтевой нерв снабжает кожу двух с половиной пальцев, включая мизинец.

Лучевой нерв на плече проходит вместе с глубокой артерией плеча в плече-подмышечном канале на задней поверхности плечевой кости, где отдаёт ветви к трёхглавой мышце и коже задней поверхности плеча. Пройдя на предплечье, лучевой нерв иннервирует все мышцы-разгибатели предплечья, а также кожу задней поверхности предплечья, тыльной стороны кисти и двух с половиной пальцев, начиная с большого пальца.

10.2.4. Передние ветви грудных спинномозговых нервов

Передние ветви грудных спинномозговых нервов сплетений не образуют и уходят в межреберные промежутки в качестве *межрёберных нервов* (рис.74). Межрёберные нервы иннервируют кожу и мышцы боковых и передних отделов грудной клетки и брюшную стенку, париетальную плевру и брюшину, а также молочную железу у женщин.

10.2.5. Поясничное сплетение

Поясничное сплетение (рис. 76) располагается в толще большой поясничной мышцы, оно образовано передними ветвями трёх верхних поясничных нервов (L₁–L₃) и частично двенадцатого грудного (Th₁₂) и четвёртого поясничного (L₄).

От передних ветвей, образующих поясничное сплетение, до их соединения, выходят *короткие мышечные ветви* к большой и малой поясничным мышцам, а также к квадратной мышце поясницы. Непосредственно от поясничного сплетения отходят *длинные ветви*, которые образуют нервы, иннервирующие нижнюю часть брюшной стенки, половые органы и нижнюю конечность.

К длинным ветвям поясничного сплетения относятся следующие нервы.

Подвздошно-подчревный и *подвздошно-паховый* нервы иннервируют нижние отделы передней стенки живота, ее кожу и мышцы. Подвздошно-паховый нерв, кроме того, отдает ветви к коже наружных половых органов.

Бедренно-половой нерв спускается вниз по передней поверхности большой поясничной мышцы. Одна его ветвь разветвляется и иннервирует кожу бедра ниже паховой складки, а другая иннервирует семенной канатик и оболочки яичек (у мужчин), а у женщин – круглую связку матки и кожу наружных половых органов.

Латеральный кожный нерв бедра идет вниз по передней поверхности подвздошной мышцы. Затем он выходит на бедро медиальнее передней верхней ости подвздошной кости и иннервирует кожу боковой поверхности бедра.

Запирательный нерв проходит по стенке малого таза к запирательному каналу, выходит через него к приводящим мышцам бедра и покрывающей их коже.

Бедренный нерв, самый крупный нерв поясничного сплетения, спускается вниз и через мышечную лауну под паховой связкой выходит на бедро. Этот нерв иннервирует кожу передней поверхности бедра и передние мышцы бедра (четырехглавую и портняжную). Длинная ветвь бедренного нерва – *подкожный нерв* – проходит вниз рядом с большой подкожной веной ноги и отдает ветви к коже переднемедиальной поверхности коленного сустава, голени и стопы.

10.2.6. Крестцовое сплетение

Крестцовое (крестцово-копчиковое) сплетение (рис. 76) образовано передними ветвями пятого поясничного (L_5), всех крестцовых (S_1-S_5) и копчиковых нервов (Co_1), а также частью волокон четвертого поясничного спинномозгового нерва (L_4). Располагается крестцовое сплетение на передней поверхности крестца.

Из крестцового сплетения выходят короткие и длинные ветви. Короткие ветви заканчиваются в области тазового пояса, они иннервируют мышцы и органы полости таза и промежности. Длинные ветви иннервируют кости, мышцы, суставы и кожу свободной нижней конечности.

К коротким ветвям крестцового сплетения относятся ветви к мышцам таза (грушевидной, близнецовым, внутренней запирательной), квадратной мышце бедра, *ягодичные нервы* (верхний и нижний) к ягодичным мышцам, *половой нерв*, идущий к коже и мышцам промежности, к наружным половым органам.

К длинным ветвям крестцового сплетения относятся задний кожный нерв бедра и седалищный нерв.

Задний кожный нерв бедра выходит из полости таза вместе с седалищным, нижним ягодичным и половым нервами через подгрушевидное отверстие и иннервирует кожу задней поверхности бедра и ягодичной области.

Седалищный нерв, самый крупный нерв в теле человека, выходит на заднюю поверхность бедра, где отдает ветви к мышцам ноги (двуглавой мышце бедра, полусухожильной и полуперепончатой мышцам). В подколенной ямке седалищный нерв разделяется на крупные большеберцовый и общий малоберцовый нервы.

Большеберцовый нерв, отдав *медиальный кожный нерв икры* (к коже медиальной поверхности голени), уходит вниз между поверхностными и глубокими мышцами голени (в голено-подколенном канале) и иннервирует все задние мышцы голени. Затем большеберцовый нерв огибает медиальную лодыжку сзади и уходит на подошву стопы, где делится на *медиальный* и *латеральный подошвенный нервы*, иннервирующие мышцы и кожу стопы.

Общий малоберцовый нерв из подколенной ямки идёт латерально, отдаёт *латеральный кожный нерв икры* (к коже заднелатеральной поверхности голени) и на уровне головки малоберцовой кости делится на поверхностный и глубокий малоберцовый нервы.

Поверхностный малоберцовый нерв иннервирует длинную и короткую малоберцовые мышцы и кожу тыла стопы (кроме кожи в области большого пальца и первого межпальцевого промежутка). *Глубокий малоберцовый нерв* проходит вместе с передней большеберцовой артерией между мышцами передней группы голени, иннервирует эти мышцы. На стопе глубокий малоберцовый нерв иннервирует короткие разгибатели пальцев и кожу в области первого межпальцевого промежутка.

Медиальный и латеральный нервы икры (ветви большеберцового и общего малоберцового нервов) соединяются на задней поверхности голени, образуют *подкожный нерв*, иннервирующий кожу латерального края стопы.

11. Вегетативная (автономная) нервная система: общие вопросы

Вегетативная (растительная), или *автономная* (греч. *autos* – сам, *nomos* – закон; то есть действующая по своим законам, не подчиняющаяся сознанию), *система* из всей нервной системы выделена в связи с особенностями её строения и выполняемых функций (см. раздел 3).

По структуре вегетативная нервная система отличается от соматической:

1. локальным расположением мозговых вегетативных центров в трёх отделах ЦНС: в стволе мозга (вегетативные ядра черепных нервов), в грудных и крестцовых сегментах спинного мозга (боковые столбы серого вещества) (рис. 77);

2. отсутствием сегментарности (метамерности) в иннервации органов.

3. наличием вегетативных ганглиев* за пределами ЦНС, образующих вегетативные нервные сплетения и симпатические стволы;

4. двухнейронностью эфферентного пути (рис. 78): первый эфферентный нейрон расположен в ЦНС, второй нейрон – в вегетативном ганглии**;

* Вегетативные ганглии представляют собой скопления тел нервных клеток, располагающихся менее компактно, чем в спинномозговых узлах. Они образованы мультиполярными, а не псевдоуниполярными нейронами, как спинномозговые узлы. Каждый нейрон вегетативного ганглия может «общаться» со многими другими нейронами, как вставочными, так и эфферентными. Это объясняет меньшую специфичность и большую генерализованность воздействия ЦНС на рабочие органы.

5. нервные волокна вегетативной нервной системы тонкие, немиелинизированные (тип С) или слабо миелинизированные (тип В), что обуславливает медленную, по сравнению с соматической системой, передачу нервных импульсов;

Вегетативная нервная система отвечает за поддержание важнейших функций жизнеобеспечения организма. Она иннервирует все внутренние органы (дыхательную, пищеварительную и выделительную системы), эндокринные железы, определяющие интенсивность обменных процессов в организме, сердечно-сосудистую систему (в том числе сосуды поперечно-полосатой мускулатуры) и половые органы.

Вегетативные функции регулируются рефлекторно, без участия сознания. *Простейшая рефлекторная дуга* вегетативного рефлекса, как и соматическая рефлекторная дуга, состоит из трёх звеньев: чувствительного (афферентного), вставочного (кондукторного, переключательного) и двигательного или секреторного (эффекторного) (рис. 78).

Вегетативные афференты проводят импульсы от хемо- и механорецепторов, расположенных в стенках и на внутренней поверхности слизистых оболочек органов желудочно-кишечного тракта, бронхиального дерева, мочеполовой системы, на внутренней поверхности сосудов (в дуге аорты и в месте разделения общей сонной артерии на внутреннюю и наружную сонные артерии). Эти рецепторы воспринимают параметры работы внутренних органов (степень растяжения стенок полых органов – желудка, кишечника, желчного пузыря, мочевого пузыря и др.) и показатели гомеостаза (химический состав содержимого желудка и кишечника, содержание в крови кислорода, углекислого газа, рН и т.д.).

Так как большинство вегетативных чувствительных нейронов располагается в стенках внутренних органов, их относят к метасимпатической нервной системе. Однако некоторые из них передают импульсы в вышележащие центры, и поэтому одновременно могут являться афферентным звеном симпатических или парасимпатических рефлекторных дуг (рис. 79).

От вегетативных сенсорных нейронов импульсы могут передаваться (рис. 79):

- 1) вставочным или моторным нейронам метасимпатической (интрамуральной) системы,
- 2) афферентным нейронам симпатической системы, расположенным в вегетативных ганглиях,
- 3) нейронам вегетативных центров, расположенных в ЦНС (симпатические центры располагаются в боковых рогах грудно-поясничных сегментов С₈–L₂ (иногда и в сегменте L₃), парасимпатические – в вегетативных ядрах III, VII, IX и X пар черепных нервов, а также в боковых рогах крестцовых сегментов S₂–S₄)
- 4) нейронам ретикулярной формации и гипоталамуса.

Вставочные нейроны вегетативной рефлекторной дуги могут располагаться на разных уровнях: в стенках органов (в метасимпатической системе), в вегетативных ганглиях, а также в симпатических или парасимпатических центрах, рас-

** Парасимпатические ганглии обычно располагаются вблизи от иннервируемых органов, а симпатические удалены от них.

положенных в спинном и головном мозге (рис. 79). Чем выше их расположение, тем больше и разнообразнее объём перерабатываемой ими информации и обширнее область влияния.

Главные различия между метасимпатической, симпатической и парасимпатической системами заключается в уровне локализации их центральных и эфферентных нейронов, а также в количестве нейронов, составляющих эфферентный путь.

11.1. Метасимпатическая нервная система

Метасимпатическая (А.Д. Ноздрачёв), или энтеральная (Ленгли) нервная система является периферической, эволюционно самой древней частью вегетативной системы. У человека количество входящих в неё нейронов значительно превышает количество нейронов симпатической и парасимпатической систем; их около 10^8 , то есть примерно столько же, сколько в спинном мозге.

Нейроны метасимпатической системы рассеяны по всему организму. Во внутренних органах (желудочно-кишечный тракт, дыхательная, сердечно-сосудистая и мочеполовая система) они образуют интрамуральные (встроенные) нервные сети (сплетения), регулирующие работу этих органов за счёт местных рефлексов. Наибольшее число нейронов метасимпатической системы располагается в межмышечном (ауэрбаховом) и подслизистом (мейснеровском) сплетениях желудочно-кишечного тракта.

Вегетативная рефлекторная дуга метасимпатической системы состоит из сенсорных, вставочных и двигательных нейронов, которые за счёт многочисленных отростков контактируют с большим числом других клеток, образующих, в свою очередь, разные звенья других дуг.

Такая диффузная сеть нейронов реагирует как единое целое на местные стимулы. Например, воспринимаемое афферентными нейронами растяжение гладкой мускулатуры стенки кишечника или химическое раздражение слизистой оболочки, изменяет активность выше и ниже лежащих вставочных и эфферентных нейронов и согласовывает сократительную и секреторную активность участков кишечника, расположенных выше и ниже места стимуляции, а также непосредственно стимулируемого участка. В результате согласованного сокращения мускулатуры кишечника осуществляется продвижение пищевых масс со скоростью, оптимальной для их расщепления и последующего всасывания.

11.2. Симпатическая нервная система

Симпатическая часть вегетативной нервной системы состоит из центрального и периферического отделов. К центральному отделу симпатической части ВНС принадлежат ядра, расположенные в боковых рогах спинного мозга с VIII шейного (иногда I грудного) по II (реже III) поясничной сегмент (рис. 77). Здесь находятся центры вегетативных рефлексов, осуществляемых при участии ЦНС, а также тела первых эфферентных симпатических нейронов, аксоны которых в составе

спинномозговых нервов, а затем в составе *белых соединительных ветвей*, направляются к симпатическим ганглиям (преганглионарные волокна) (рис.80).

К периферическому отделу симпатической части относятся (рис. 77): паравертебральные* и превертебральные** симпатические ганглии, преганглионарные*** и постганглионарные**** нервные волокна, а также адренэргические нервные окончания.

Парные *паравертебральные симпатические ганглии* расположены по бокам от позвоночника (рис. 81). Посредством межузловых нервных волокон паравертебральные узлы с каждой стороны объединяются в цепочки узлов, идущие по бокам позвоночника от основания черепа до крестца, которые называются *симпатическими стволами* (рис. 80). Каждый симпатический ствол состоит из 2–3 шейных, 10–11 грудных, 4 поясничных и 4 крестцовых паравертебральных узлов, поясничные и крестцовые узлы правого и левого ствола соединяются между собой поперечными нервными волокнами.

В паравертебральные ганглии в виде белых соединительных ветвей входят преганглионарные волокна (рис. 80). Часть их здесь заканчивается на вторых эфферентных симпатических нейронах, образующих постганглионарные волокна, которые возвращаются в спинномозговые нервы в виде серых соединительных волокон. От шейных и верхнегрудных узлов постганглионарные волокна могут входить в состав спинномозговых нервов, выходящих из шейных сегментов, а также в состав черепных нервов. Постганглионарные волокна симпатической нервной системы иннервируют гладкие мышцы кровеносных сосудов, волосяных луковиц и потовых желёз. Существуют и самостоятельные симпатические нервы – сердечные, сонные, пищеводные, легочные и другие, осуществляющие симпатическую иннервацию сердца, органов головы, шеи, грудной и брюшной полостей.

Другая часть преганглионаров проходит через паравертебральные ганглии транзитом к постганглионарным нейронам, расположенным в выше или ниже лежащих паравертебральных ганглиях, либо в превертебральных ганглиях.

Непарные *превертебральные симпатические ганглии* расположены диффузно среди органов брюшной полости и полости таза. Обмениваясь между собой нервными волокнами, превертебральные ганглии образуют вегетативные сплетения брюшной и тазовой полостей. Самым крупным из них является *чревное или солнечное сплетение*, расположенное на передней поверхности брюшной аорты позади поджелудочной железы. Оно представляет собой конгломерат превертебральных узлов разных размеров неправильной формы, соединённых множеством нервных волокон. Большое число нервов, приходящих к чревному сплетению и отходящих от него, придают ему вид нарисованного солнца (отсюда его второе название). В связи с важной ролью в иннервации внутренних органов Н.И. Пирогов назвал это сплетение «мозгом брюшной полости».

* околопозвоночные

** предпозвоночные

*** доузловые

**** послеузловые

От симпатических сплетений, образованных превертебральными узлами, отходят нервы, состоящие из постганглионарных волокон, которые иннервируют внутренние органы и сосуды брюшной и тазовой полостей.

Постганглионарные симпатические волокна образуют на рабочих адренэргические нервные окончания, медиатором* которых является норадреналин. Под его влиянием (при активации симпатической нервной системы) увеличивается ритм и сила сердечных сокращений, происходит сужение всех сосудов, кроме сосудов сердца, лёгких и скелетных мышц, расширение бронхов, расширение зрачка, снижение секреции желёз желудка и кишечника, расслабление гладкой мускулатуры кишечника, усиление выработки муциновой** фракции слюны.

Симпатическая система выполняет эрготропную*** функцию. Её активация мобилизует срочные неспецифические механизмы адаптации организма. Выполняемая при этом работа осуществляется за счёт внутренних энергетических и пластических резервов организма.

11.3. Парасимпатическая нервная система

Парасимпатическая нервная система, также как и симпатическая, состоит из центрального и периферического отделов (рис. 77). *Центральный отдел парасимпатической части вегетативной нервной системы* расположен в стволе головного мозга в виде вегетативных ядер черепных нервов (глазодвигательного, лицевого, языкоглоточного, блуждающего) и в боковых рогах трёх крестцовых сегментов спинного мозга (S₂–S₄).

К *периферическому отделу парасимпатической системы* относят преганглионарные нервные волокна, идущие в составе черепных и тазовых нервов, ганглии, расположенные в стенках внутренних органов или непосредственно близости иннервируемых органов, а также нервные холинергические окончания.

Парасимпатические нервные волокна идут к органам головы и шеи в составе глазодвигательного, лицевого, языкоглоточного, блуждающего нервов. Последний, кроме того, иннервирует большинство органов грудной и брюшной полостей (см. Раздел 6.6.1.3.). Половые органы, мочевой пузырь и конечная часть толстой кишки получают парасимпатическую иннервацию из крестцового отдела спинного мозга.

В составе вышеперечисленных нервов идут преганглионарные нервные волокна. Они оканчиваются на парасимпатических ганглиях, расположенных, в отличие от симпатических ганглиев, вблизи иннервируемого органа, либо около органов, либо внутри их (интрамурально). В силу этого обстоятельства парасимпатические ганглии трудно определяются визуально, исключение составляют ганглии, расположенные на голове (ресничный, крылонёбный, ушной, поднижнечелюстной и подъязычный). Эти узлы располагаются вблизи лицевых нервов и об-

* медиатор – химический посредник передачи возбуждения

** Муцин – белковое вещество, содержащееся в слюне, придающее ей своеобразный слизистый вид и скользкость. Увеличение в слюне муцинового компонента делает её вязкой и густой.

*** Эрготропная – обеспечивающая выполнение работы

мениваются с ними вегетативными волокнами. Волокна, выходящие из ресничного узла, иннервируют мышцу, суживающую зрачок, а также ресничную мышцу, расширяющую зрачок. Отростки клеток, расположенных в остальных парасимпатических узлах, иннервируют секреторные клетки слюнных желёз и слизистой оболочки носовой и ротовой полостей.

В окончаниях парасимпатических нервных волокон образуется медиатор ацетилхолин. Увеличение выработки этого химического посредника при повышении тонуса парасимпатического отдела ВНС вызывает замедление ритма и уменьшение силы сердечных сокращений; сужение просвета бронхов; усиление моторики* желудка и кишечника; увеличение выработки жидкой фракции слюны, усиление секреторной и всасывательной функций желудочно-кишечного тракта.

Парасимпатическая система корригирует и поддерживает гомеостаз, обеспечивая восполнение резервов, используемых в случае необходимости симпатической системой.

Таким образом, чаще всего, парасимпатическая и симпатическая системы действуют сочетано на одни и те же внутренние органы, обеспечивая наиболее оптимальный режим их работы. В зависимости от уровня активности организма и величины функциональных нагрузок меняется тонус отделов вегетативной нервной системы, что проявляется в усилении или ослаблении функции тех или иных внутренних органов. Однако некоторые функции организма регулируются только одним отделом вегетативной системы. Например, сосуды скелетных мышц, кожи и органов брюшной полости иннервируются только симпатической нервной системой, а слёзные железы и сосуды половых органов – только парасимпатической.

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

* Моторика – двигательная активность, применительно к кишечнику и желудку в качестве синонима этого слова часто используется термин «перистальтика».

Экзаменационные вопросы по анатомии центральной нервной системы

1. Анатомия ЦНС: предмет изучения, положение среди других наук о человеке.
2. Функциональное значение центральной нервной системы. Отделы нервной системы: топографическая и анатомо-функциональная классификации.
3. Нейрон как основная структурная единица нервной системы. Строение и функции нейронов.
4. Классификация нейронов.
5. Типы нервных волокон и их основные характеристики.
6. Глиальные клетки: их разновидности и функции.
7. Филогенез нервной системы.
8. Онтогенетическое развитие центральной нервной системы
9. Спинной мозг: форма, топография, основные отделы.
10. Серое вещество спинного мозга: основные отделы, ядра спинного мозга.
11. Белое вещество спинного мозга: типы волокон спинного мозга, основные спинномозговые канатики.
12. Основные восходящие пути спинного мозга, их локализация и функциональное значение.
13. Основные нисходящие пути спинного мозга, их локализация и функциональное значение.
14. Корешки спинномозговых нервов. Сегмент спинного мозга. Концептуальная рефлекторная дуга.
15. Периферическая нервная система. Спинномозговые нервы, их образование, группировка по отделам. Шейное, плечевое, поясничное и крестцовое сплетение: зоны их иннервации и функциональное значение.
16. Периферическая нервная система. Черепно-мозговые нервы, их характеристика и описание, сравнение со спинномозговыми нервами. Чувствительные черепные нервы: ядра, ганглии, места выхода из мозга, основные ветви, состав волокон и функции.
17. Периферическая нервная система. Черепно-мозговые нервы, их характеристика и описание, сравнение со спинномозговыми нервами. Двигательные черепные нервы: ядра, места выхода из мозга, основные ветви и функции.
18. Периферическая нервная система. Черепно-мозговые нервы, их характеристика и описание, сравнение со спинномозговыми нервами. Смешанные черепные нервы: ядра, ганглии, места выхода из мозга, основные ветви, состав волокон и функции.
19. Вегетативная нервная система (ВНС). Строение и функции симпатического отдела ВНС, особенности рефлекторной дуги в вегетативной нервной системе.
20. Вегетативная нервная система (ВНС). Строение и функции парасимпатического отдела ВНС, особенности рефлекторной дуги в вегетативной нервной системе.
21. Общий обзор головного мозга.

22. Оболочки спинного и головного мозга.
23. Продолговатый мозг: внешнее и внутреннее строение, функции.
24. Ретикулярная формация: расположение, особенности образующих её нейронов, функциональное значение.
25. Мост: внешнее и внутреннее строение, функции.
26. Ромбовидная ямка: структуры её образующие, топография, залегающие ядра.
27. Мозжечок: внешнее и внутреннее строение, отделы, функциональное значение.
28. Средний мозг: внешнее и внутреннее строение, функциональное значение.
29. Промежуточный мозг: строение, главные отделы. Строение и функции гипоталамуса.
30. Промежуточный мозг: строение, главные отделы. Строение и функции таламуса.
31. Конечный мозг: наружное и внутреннее строение, главные отделы. Серое и белое вещество большого мозга. Основные проводящие системы полушарий конечного мозга.
32. Строение плаща мозга: поверхности полушарий, основные борозды и извилины.
33. Слои коры большого мозга и их функции, типы нейронов коры. Понятие о локализации функций в коре больших полушарий.
34. Локализация функций в коре большого мозга. Специфические человеческие зоны коры больших полушарий.
35. Базальные ядра головного мозга: расположение, строение и функциональное значение.
36. Лимбическая система мозга: структуры, её образующие, функциональное значение этой системы.
37. Оболочки головного и спинного мозга, их функциональное значение. Происхождение и роль спинномозговой жидкости.
38. Кровоснабжение головного мозга: основные артерии и вены.
39. Кровоснабжение спинного мозга.
40. Основные восходящие проводящие системы головного и спинного мозга.
41. Основные нисходящие проводящие системы головного и спинного мозга.
42. Желудочки мозга: расположение, связь между собой, с центральным каналом спинного мозга и с подпаутинным пространством. Происхождение и роль спинномозговой жидкости.

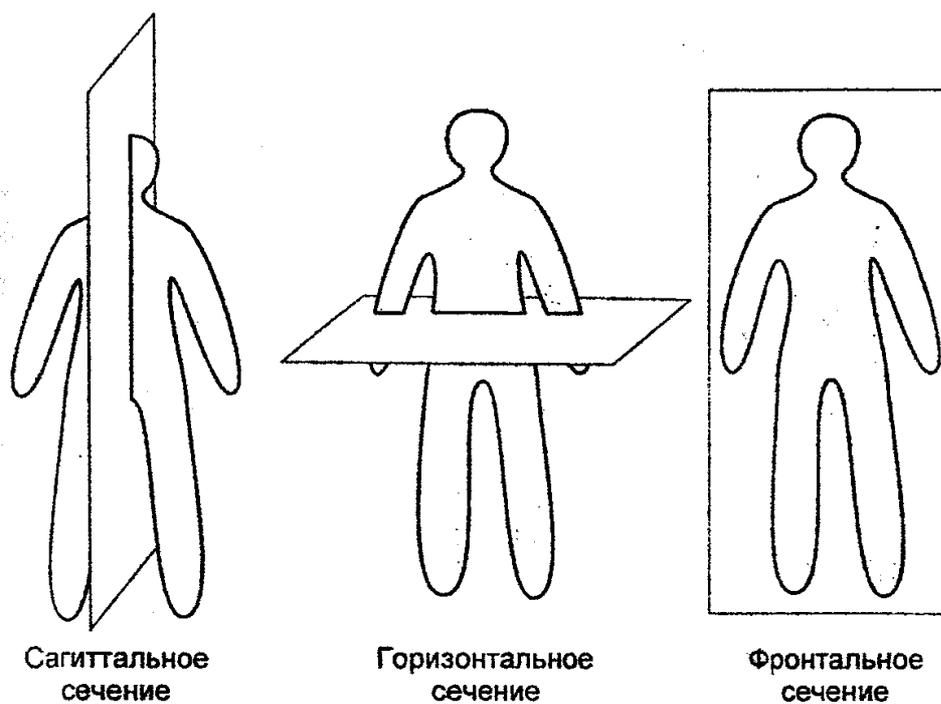


Рис. 1. Схема основных сечений (плоскостей) тела

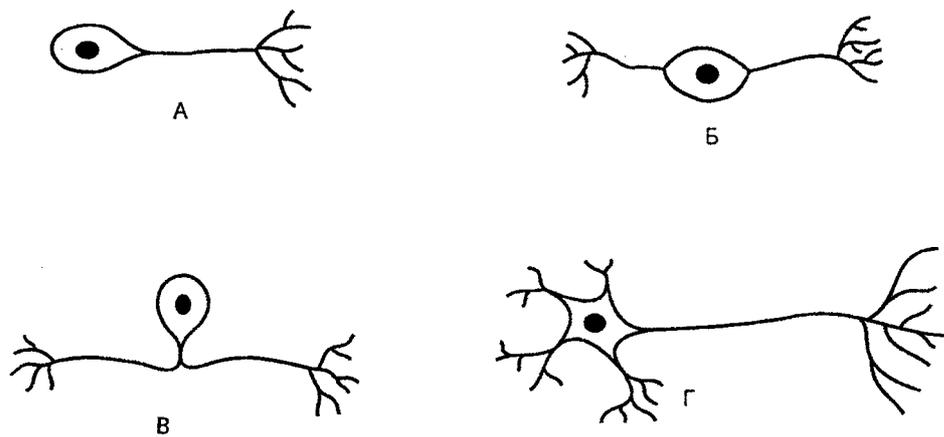


Рис. 2. Морфологические типы нейронов:
 А - униполярный, Б - биполярный, В - псевдоуниполярный,
 Г - мультиполярный

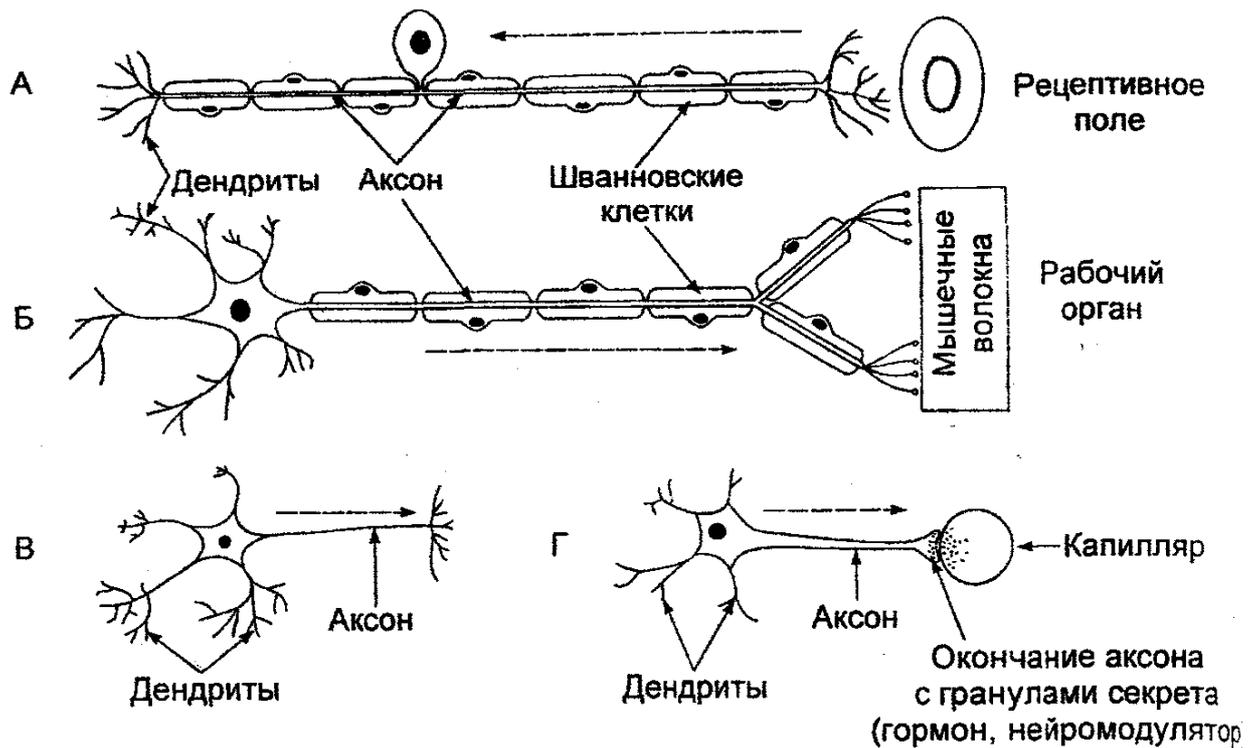


Рис. 3. Схема строения сенсорного (А), моторного (Б), вставочного (В) и секреторного (Г) нейронов. Пунктирной линией показано направление распространения по аксону клеток нервного импульса

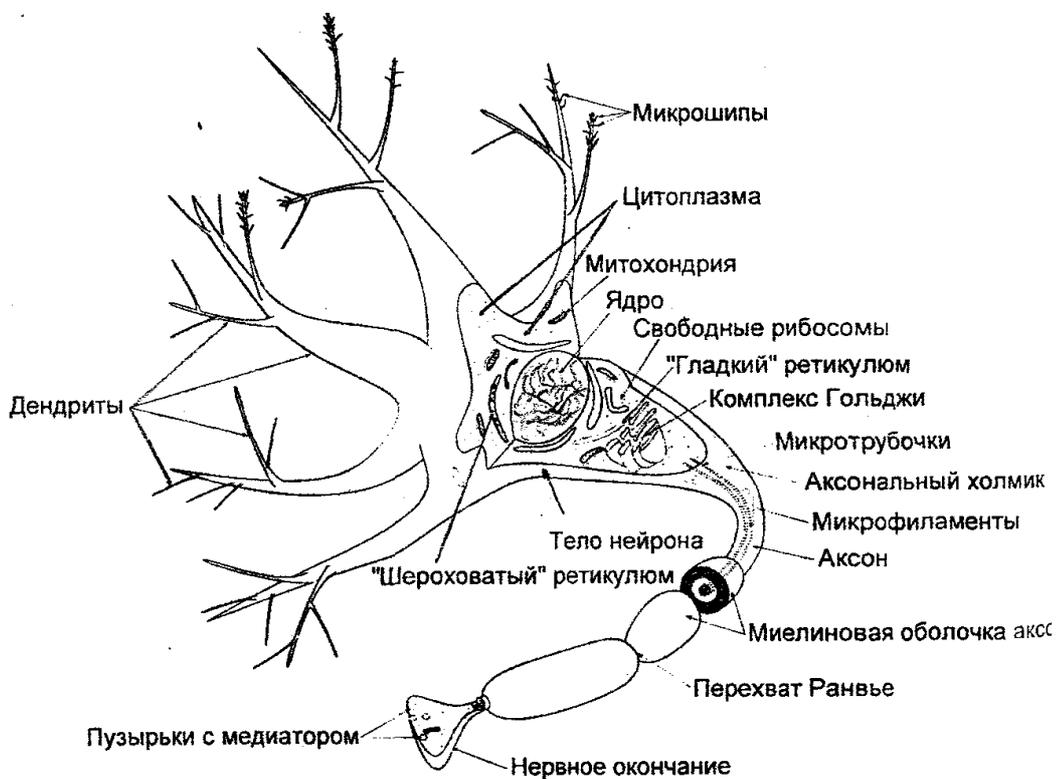


Рис. 4. Схема строения нейрона на клеточном и субклеточном уровнях

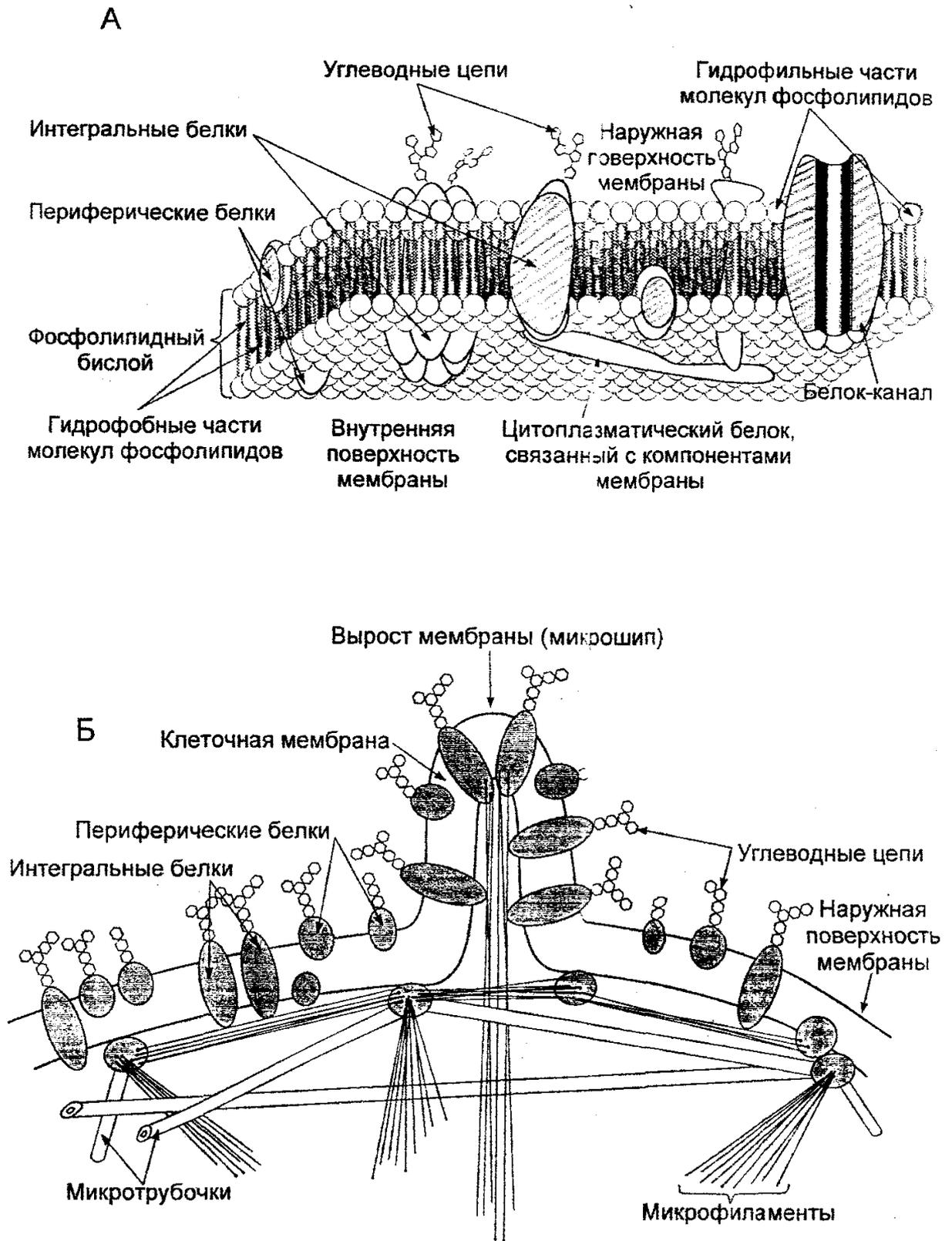


Рис. 5. Схема строения клеточной мембраны (А) и подлежащего цитоскелета (Б)

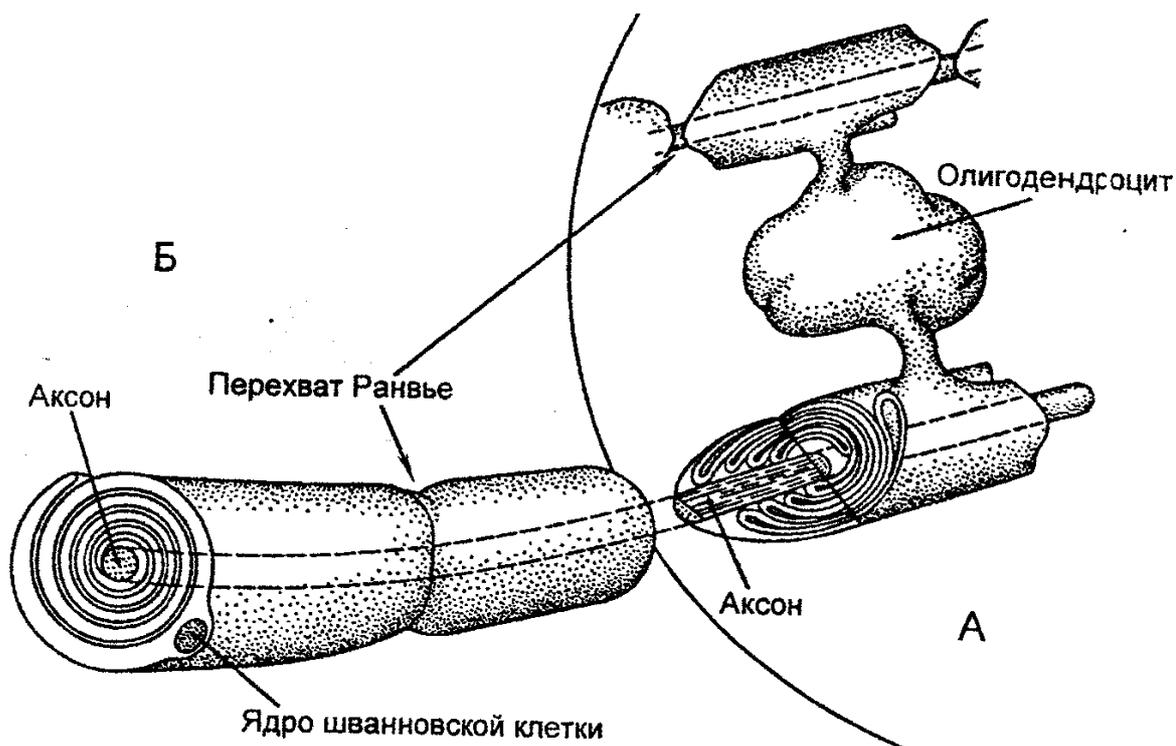


Рис. 6. Схема миелинизации в центральной (А) и периферической (Б) нервной системе

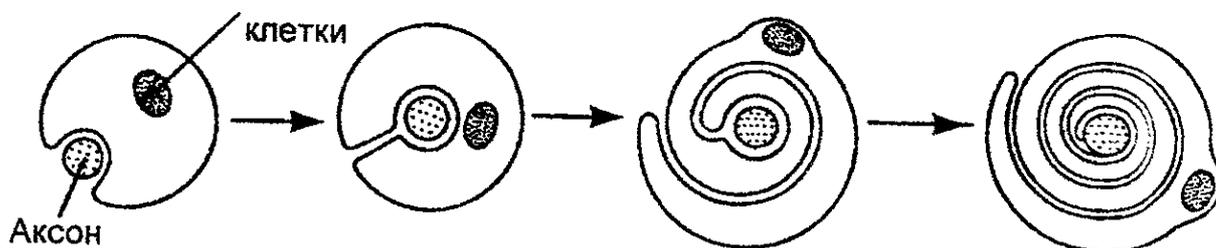


Рис. 7. Механизм формирования миелиновой оболочки

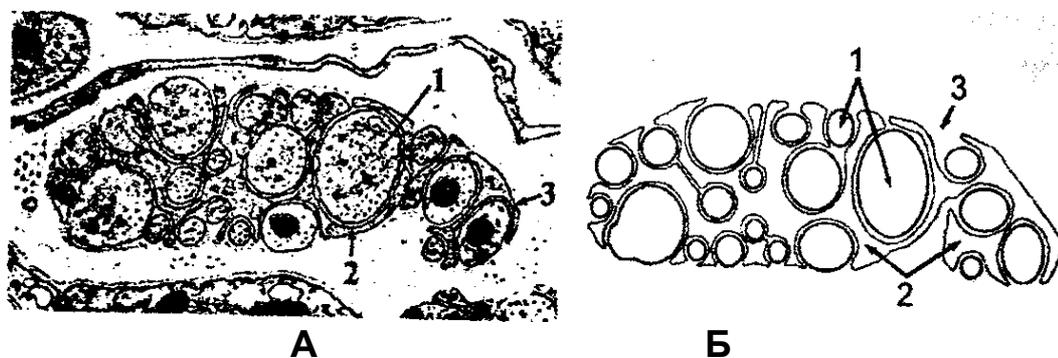


Рис. 8. Электронная микрофотография (А) и схема (Б) шванновской клетки; 1 - окружающей и изолирующей немиелинизированные нервные волокна; 2;3 - базальная пластинка шванновской клетки

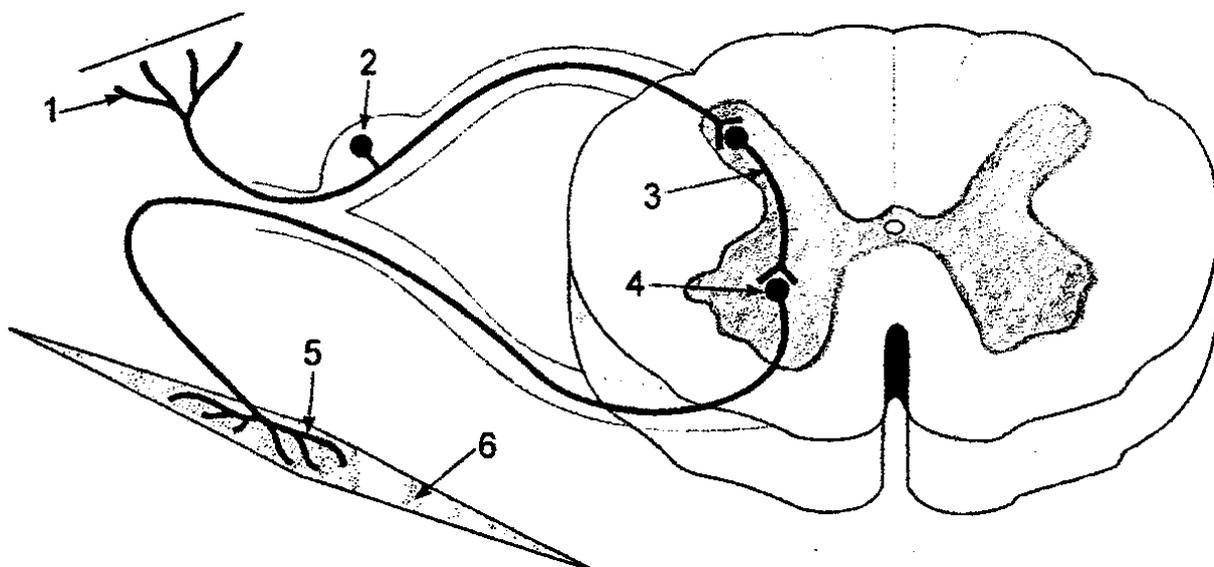


Рис. 9. Схема концептуальной рефлекторной дуги:
 1 - чувствительные окончания (рецепторы) афферентного нейрона;
 2-псевдоуниполярный чувствительный нейрон; 3-вставочный нейрон;
 4-мотонейрон; 5 -эфферторные окончания мотонейрона 1; 6-рабочий орган (мышца)

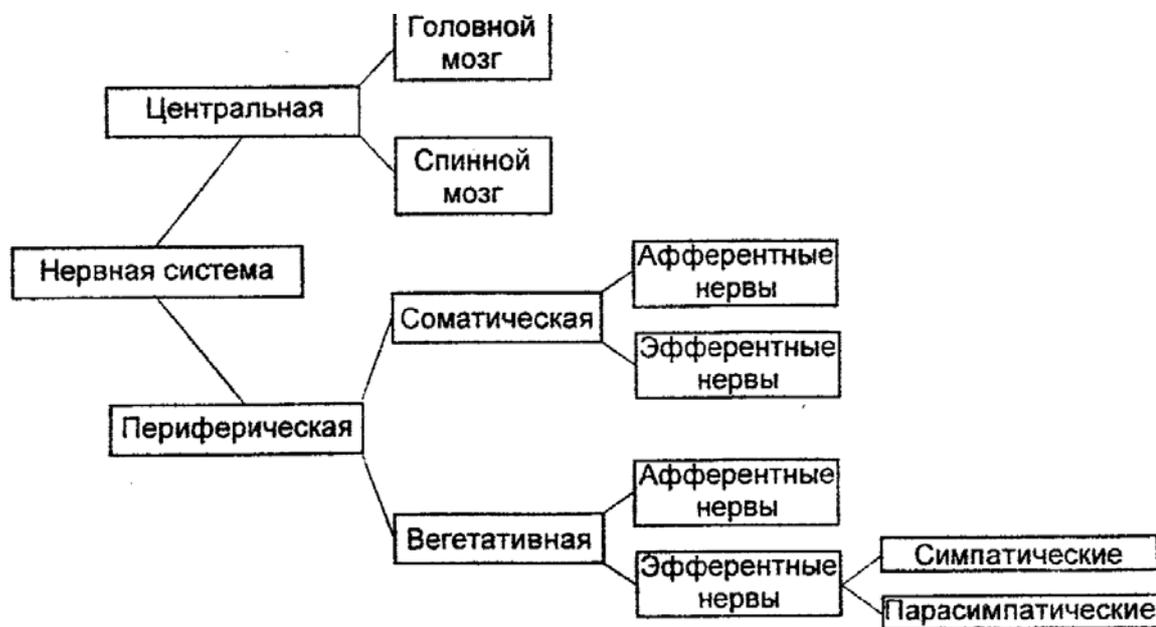


Рис. 10. Схема организации нервной системы

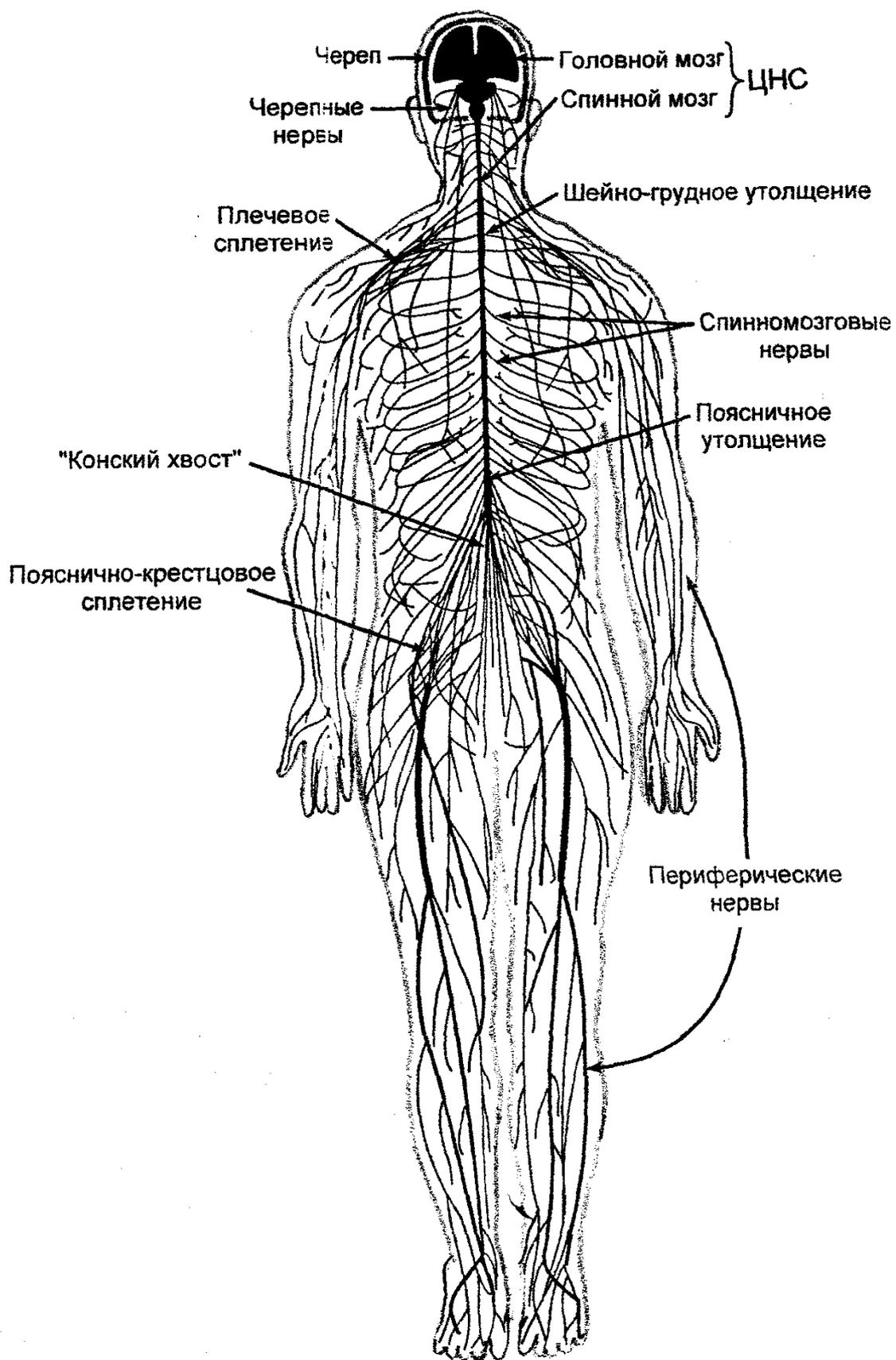


Рис. 11. Схема центральной и периферической нервной системы

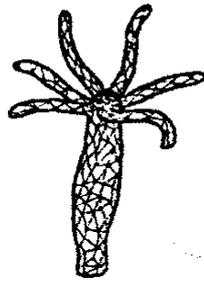


Рис. 12. Сетевидная нервная система гидры

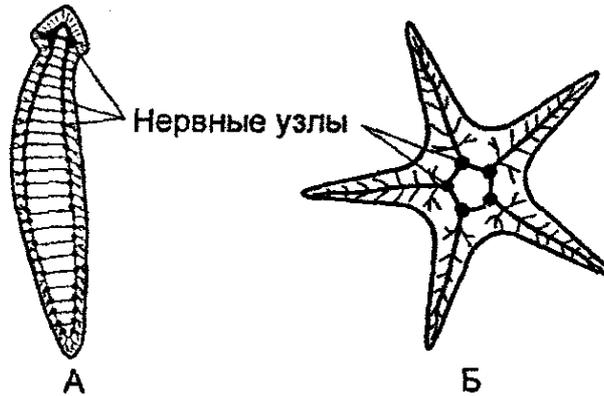


Рис. 13. Схема вариантов централизации нервной системы:
 А-симметричная (лестничная) ЦНС (планария);
 Б-несимметричная (радиальная) ЦНС (морская звезда)



Рис. 14. Схема трубчатой нервной системы ланцетника

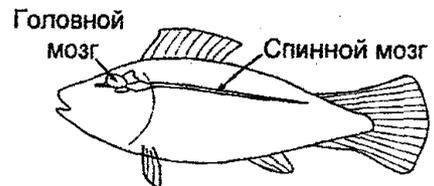
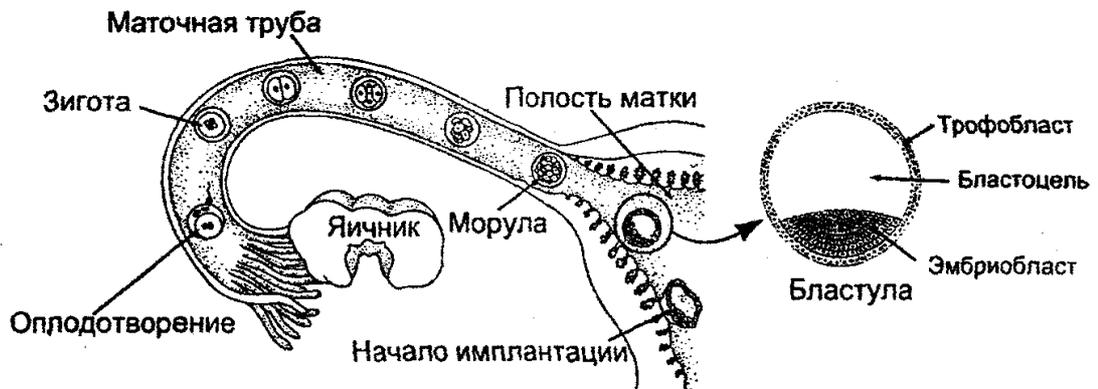


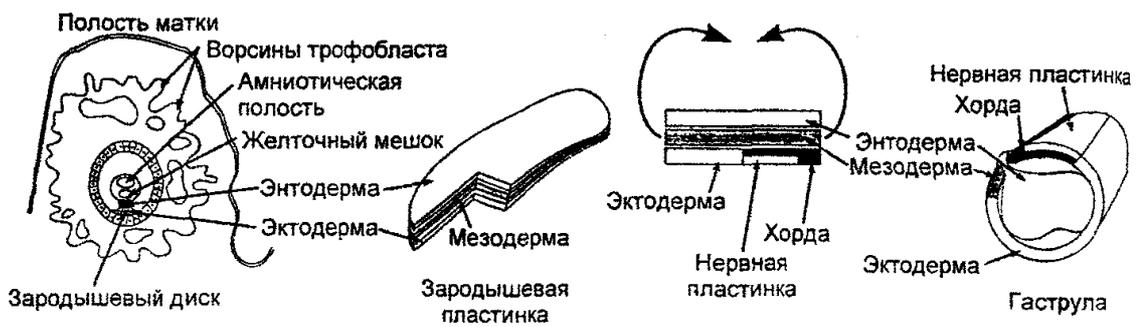
Рис. 15. Схема цефализации у рыб



Рис. 16. Схема эволюции коры мозга у позвоночных животных (По Romer, 1976)



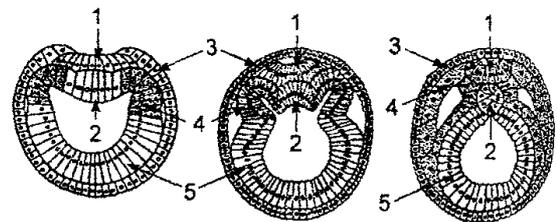
А. Развитие зародыша от оплодотворения до имплантации Б. Строение бластулы



В. Расположение зародышевых листков в зародышевом диске и пластинке

Г. Схема сворачивания зародышевой пластинки и образования гастрюлы

Д. Разные стадии нейрулы:
1 - нервная пластинка; 2 - хорда;
3 - эктодерма; 4 - мезодерма; 5 - энтодерма



Е. Этапы сворачивания нервной трубки



Рис. 17. Схема онтогенеза нервной системы до этапа формирования нервной трубки

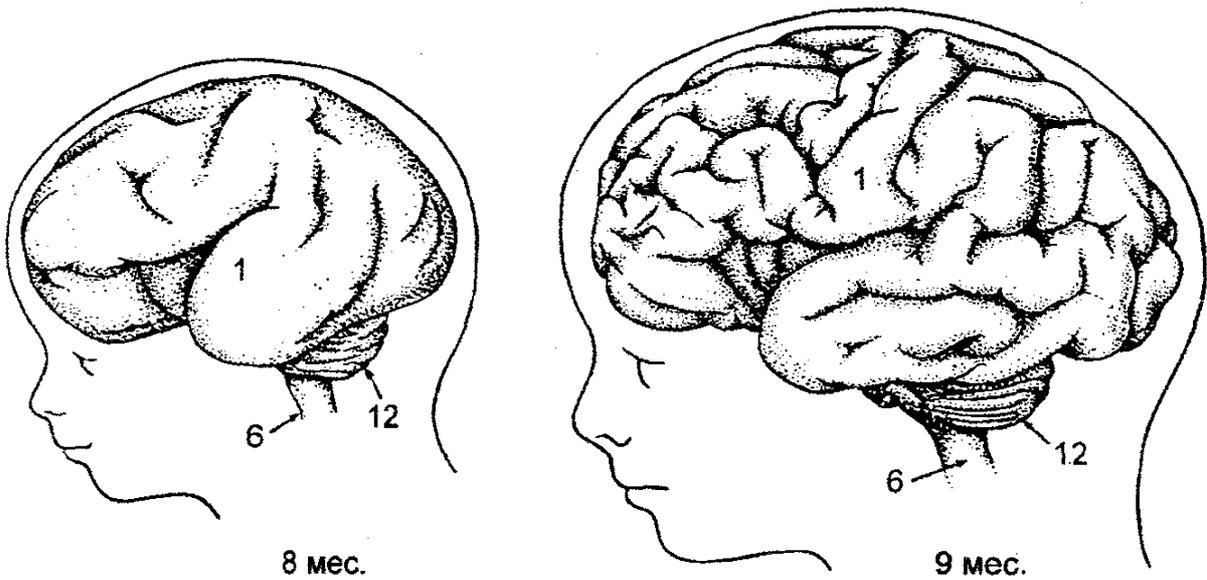
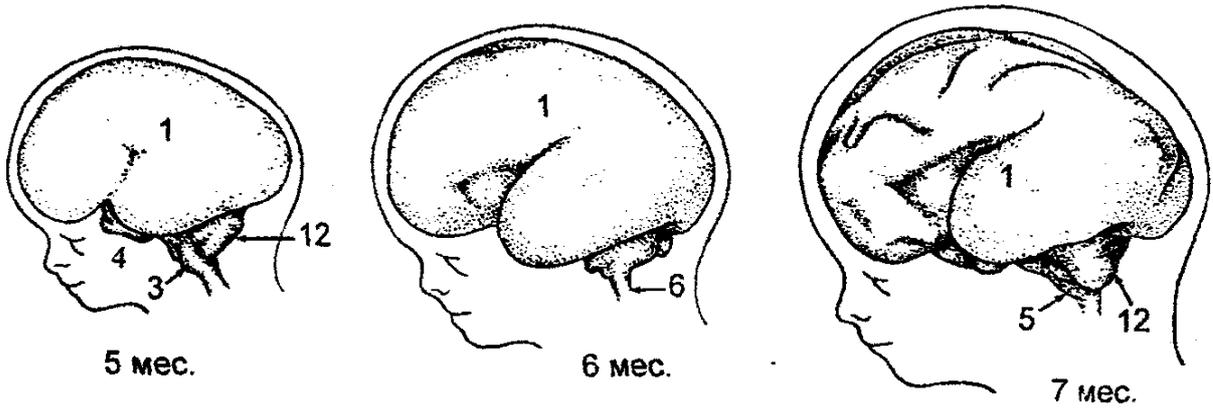
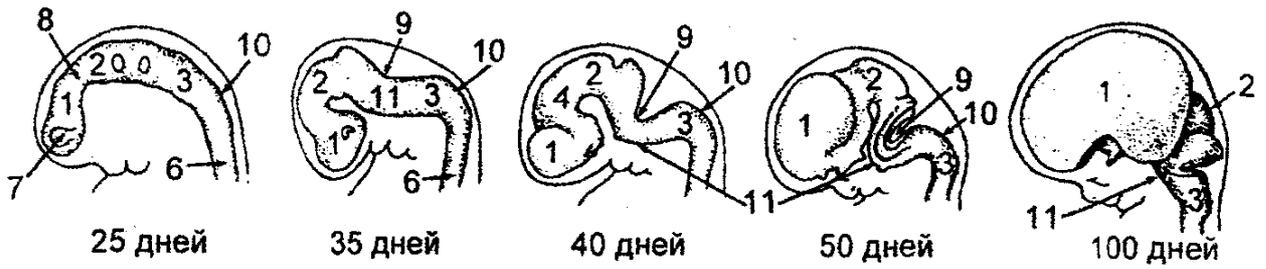


Рис. 18. Онтогенез нервной системы с момента формирования изгибов мозговой трубки до рождения:

1-передний мозг; 2-средний мозг; 3-задний мозг; 4-промежуточный мозг; 5-продолговаты и мозг; 6-спинной мозг; 7-зачаток глаза; 8-головной (теменной) изгиб; 9-мостовой изгиб; 10-шейный изгиб; 11 -мост, 12-мозжечок

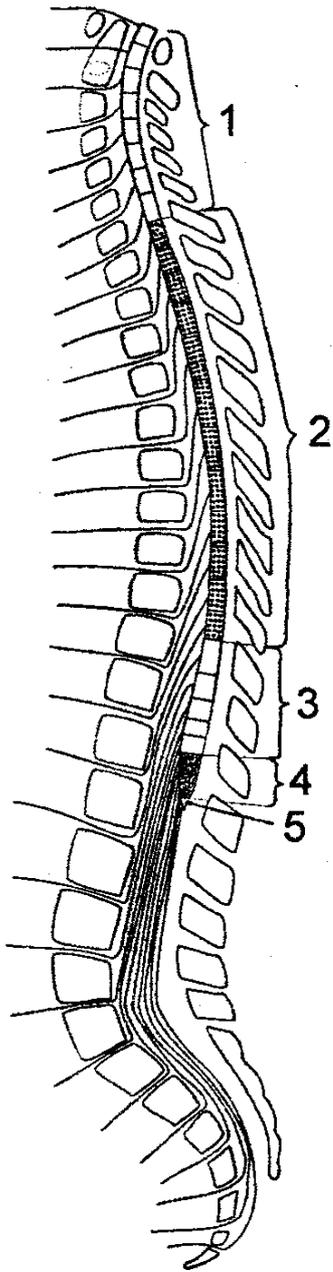


Рис. 19. Схема положения сегментов спинного мозга в позвоночном канале:
 1 — шейные сегменты;
 2- грудные сегменты;
 3 - поясничные сегменты;
 4 - крестцовые сегменты;
 5- копчиковый сегмент

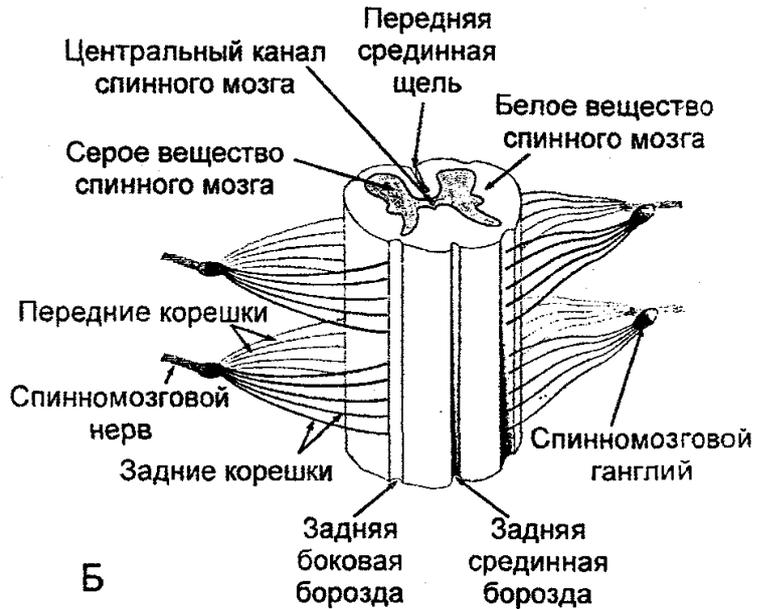
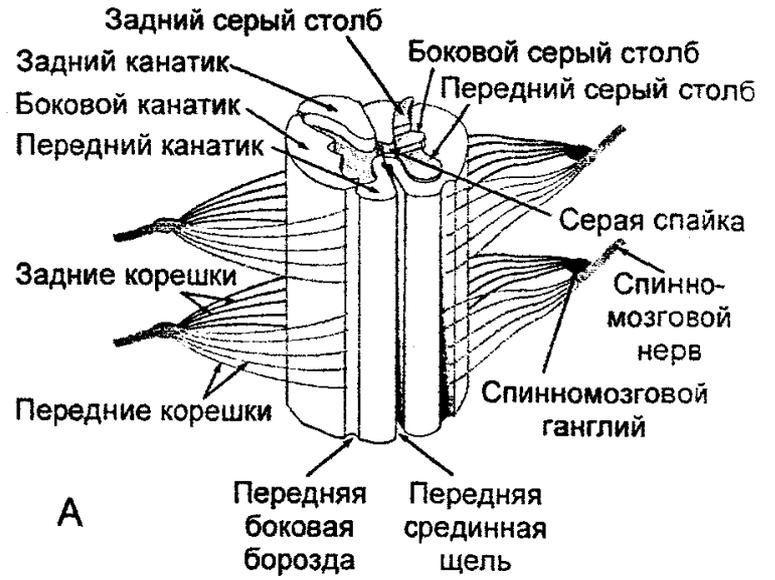


Рис. 20. Схема строения спинного мозга (2 сегмента): А-вид спереди, Б-вид сзади

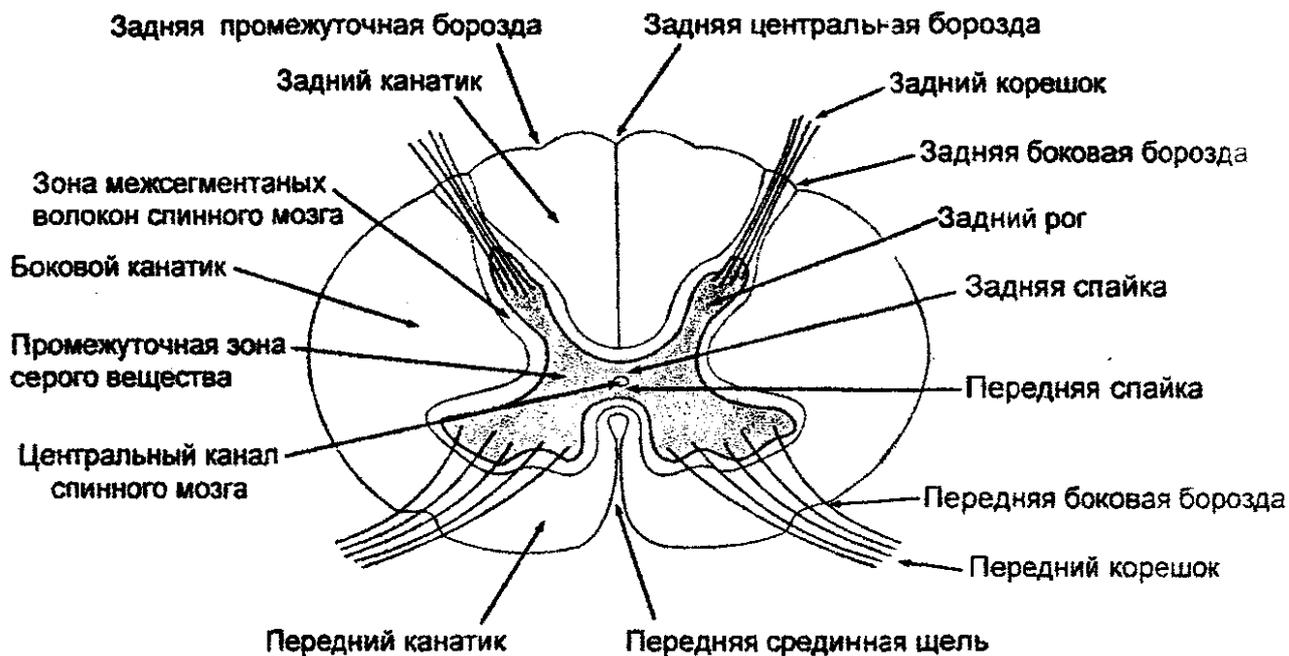


Рис. 21. Схема строения спинного мозга на поперечном разрезе

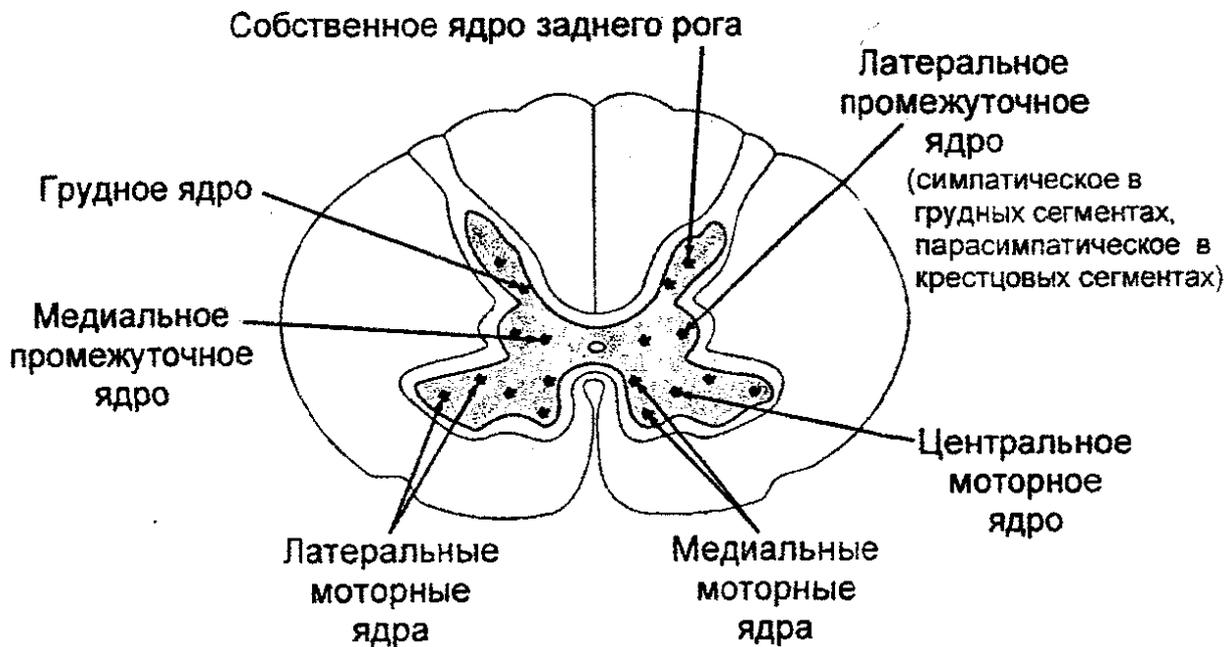


Рис. 22. Схема расположения ядер серого вещества спинного мозга на поперечном разрезе

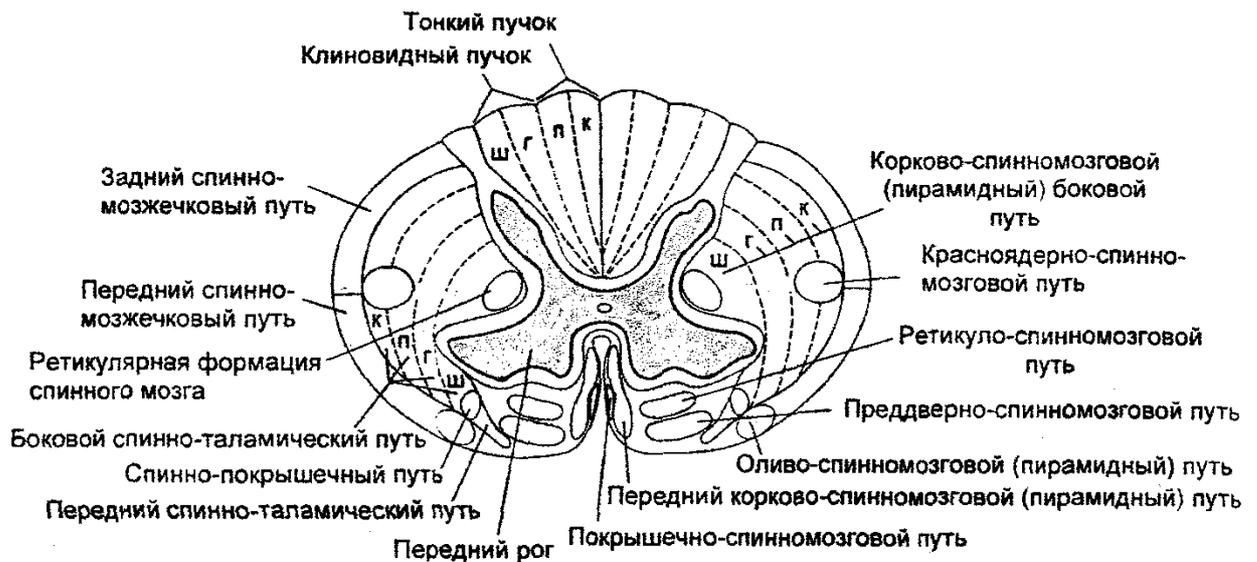


Рис. 23. Схема расположения основных проводящих путей спинного мозга. Слева показаны восходящие пути, справа — нисходящие. Заглавными буквами обозначены пучки волокон, соединяющие структуры головного мозга с сегментами спинного мозга: Ш—шейными, Г—грудными, П—поясничными, К—крестцовыми

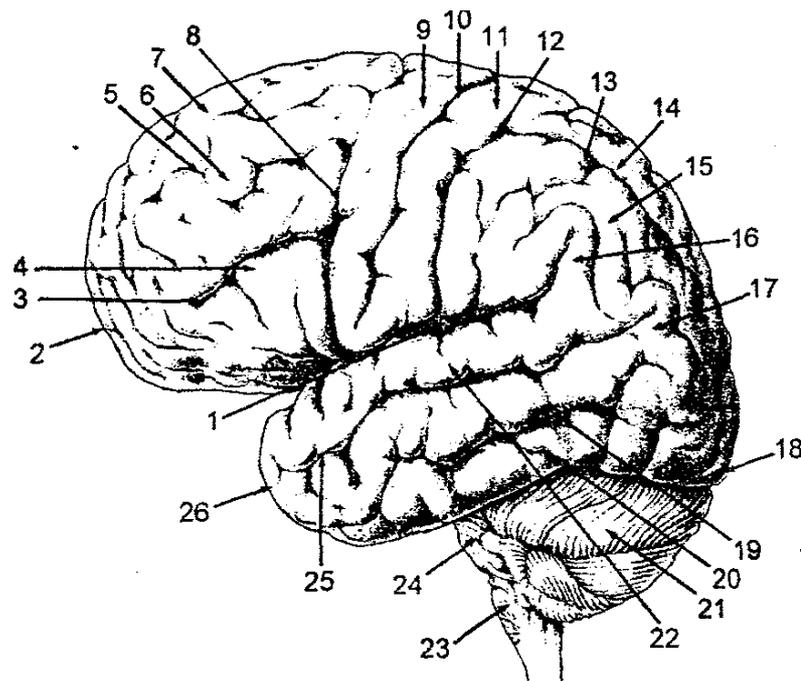


Рис. 24. Вид головного мозга сбоку, борозды и извилины верхнелатеральной поверхности головного мозга:
 1-латеральная борозда; 2-лобный полюс; 3-нижняя лобная борозда; 4-нижняя лобная извилина; 5 - верхняя лобная борозда; 6 - средняя лобная извилина; 7-верхняя лобная извилина; 8 - передняя центральная (предцентральной) борозда; 9-передняя центральная (предцентральной) извилина; 10-центральная борозда; 11-задняя центральная (постцентральной) извилина; 12-задняя центральная (постцентральной) борозда; 13-внутритеменная борозда; 14-верхняя теменная доля; 15- нижняя теменная доля; 16 - надкраевая извилина; 17- угловая извилина; 18-затылочный полюс; 19-нижняя височная борозда; 20-горизонтальная щель; 21-мозжечок; 22-верхняя височная извилина; 23-продолговатый и мозг; 24-мост; 25-верхняя височная борозда; 26-височный полюс

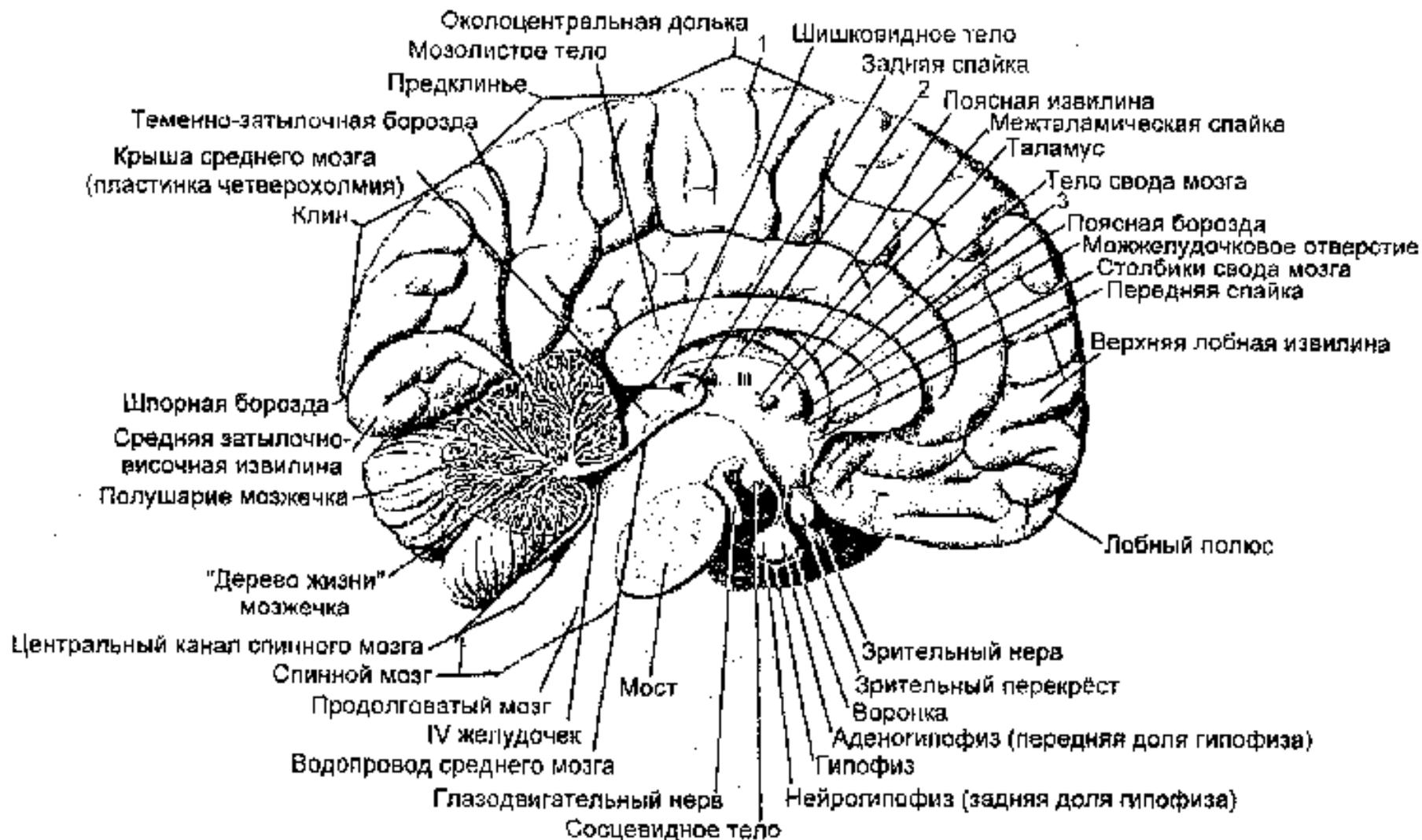


Рис. 25. Головной мозг на медиальном разрезе:

1 – центральная борозда; 2 – сосудистое сплетение III желудочка; 3 – пластинка прозрачной перегородки; III – третий желудочек мозга

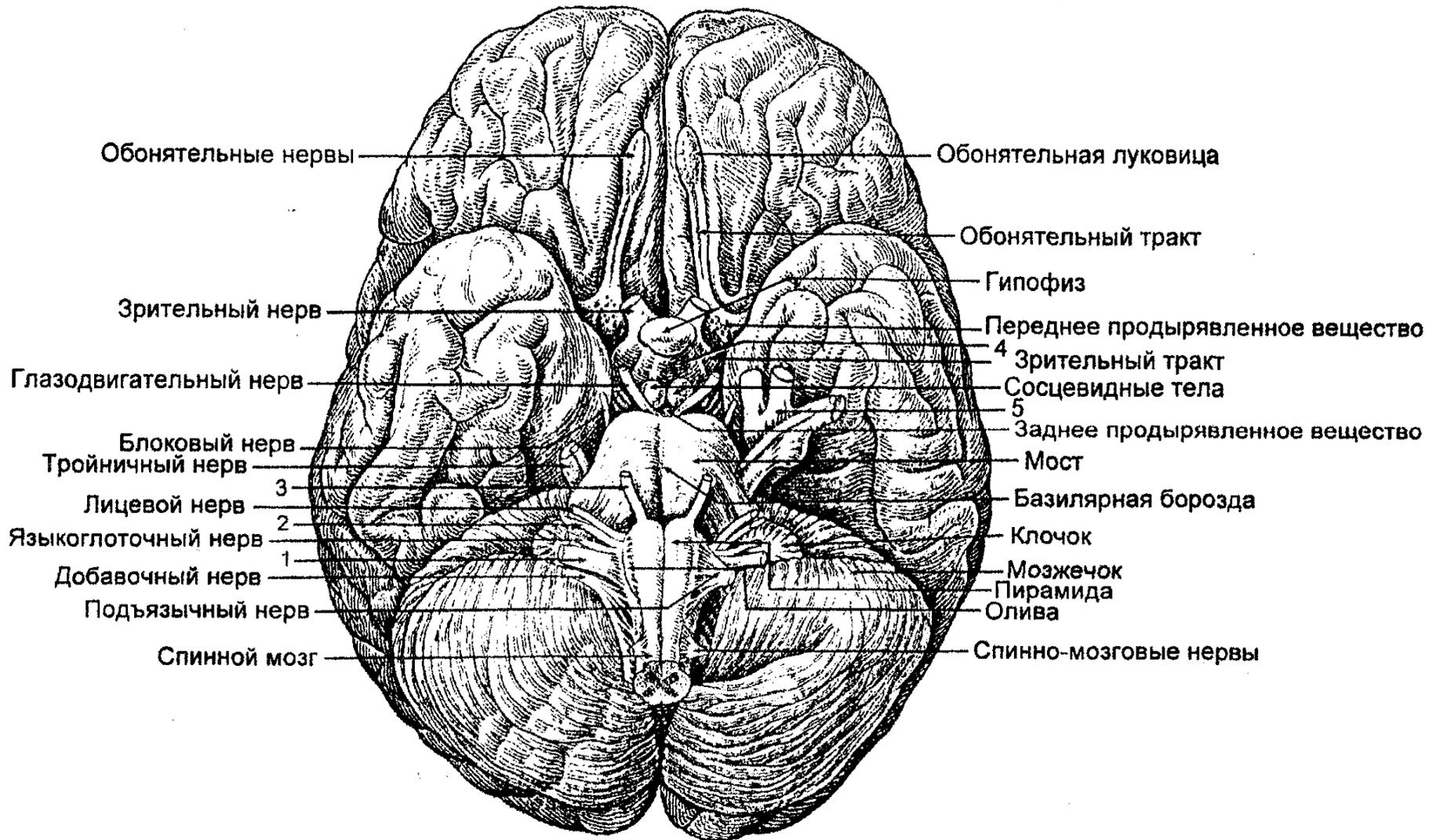


Рис. 26. Вид снизу головного мозга:

1-Блуждающий нерв; 2 - преддверно-улитковый нерв; 3-отводящий нерв; 4-серый бугор; 5-тройничный узел;

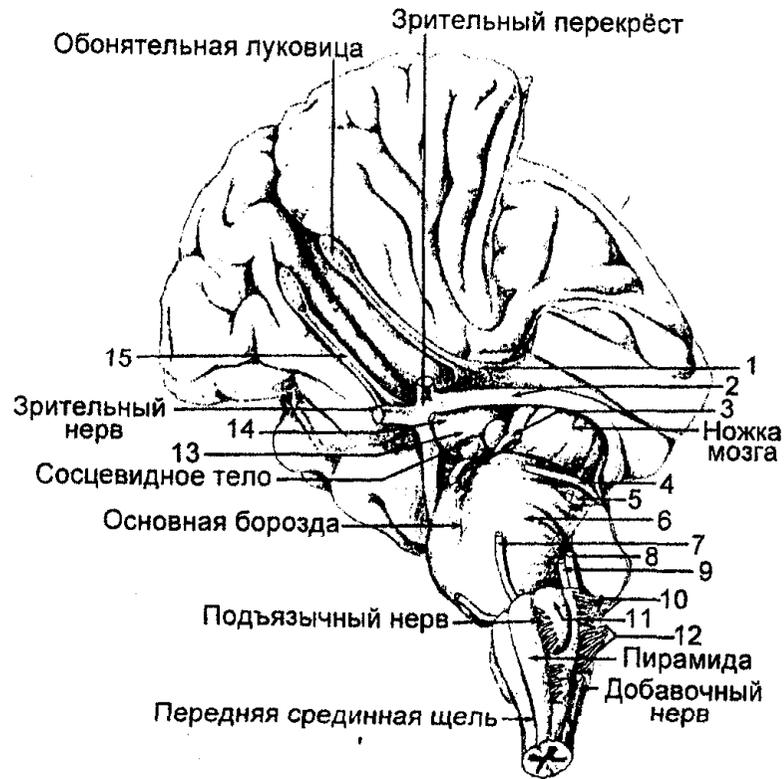


Рис. 27. Вентральные поверхности лобных долей больших полушарий, промежуточного, среднего, заднего и продолговатого мозга:

- 1 -переднее продырявленное вещество; 2-зрительный тракт; 3-глазодвигательный нерв; 4-блоковый нерв;
- 5-тройничный нерв; 6-мост; 7-отводящий нерв;
- 8-преддверно-улитковый нерв; 9-лицевой нерв;
- 10-языкоглоточный нерв; 11-олива; 12-блуждающий нерв;
- 13-серый бугор; 14-воронка; 15-обонятельный тракт



Рис. 28. Вид сбоку структур среднего, заднего и продолговатого мозга:

- 1-спинно-мозжечковый вентральный тракт;
- 2-латеральный лемниск; 3 - медиальный лемниск;
- 4 -покрышечно-спинномозговой тракт



Рис. 29. Ствол головного мозга, вид сзади; ромбовидная ямка (мозжечок удалён):
 1-верхняя ножка мозжечка; 2-средняя ножка мозжечка; 3-срединное возвышение;
 4-треугольник подъязычного нерва; 5-треугольник блуждающего нерва;
 6-бугорок тонкого пучка; 7-бугорок клиновидного пучка

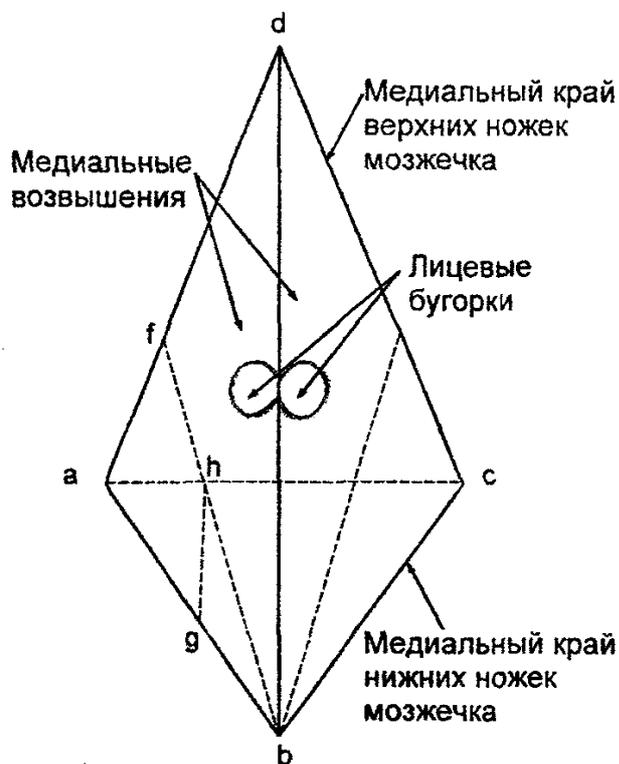


Рис. 30. Геометрическая схема ромбовидной ямки (по Л.В. Блумену):
 abed - вся ромбовидная ямка;
 abc-нижний треугольник, принадлежащий продолговатому мозгу;
 he-мозговые полоски;
 beh-треугольник подъязычного нерва;
 bhg-треугольник блуждающего нерва;
 aghf-вестибулярное поле

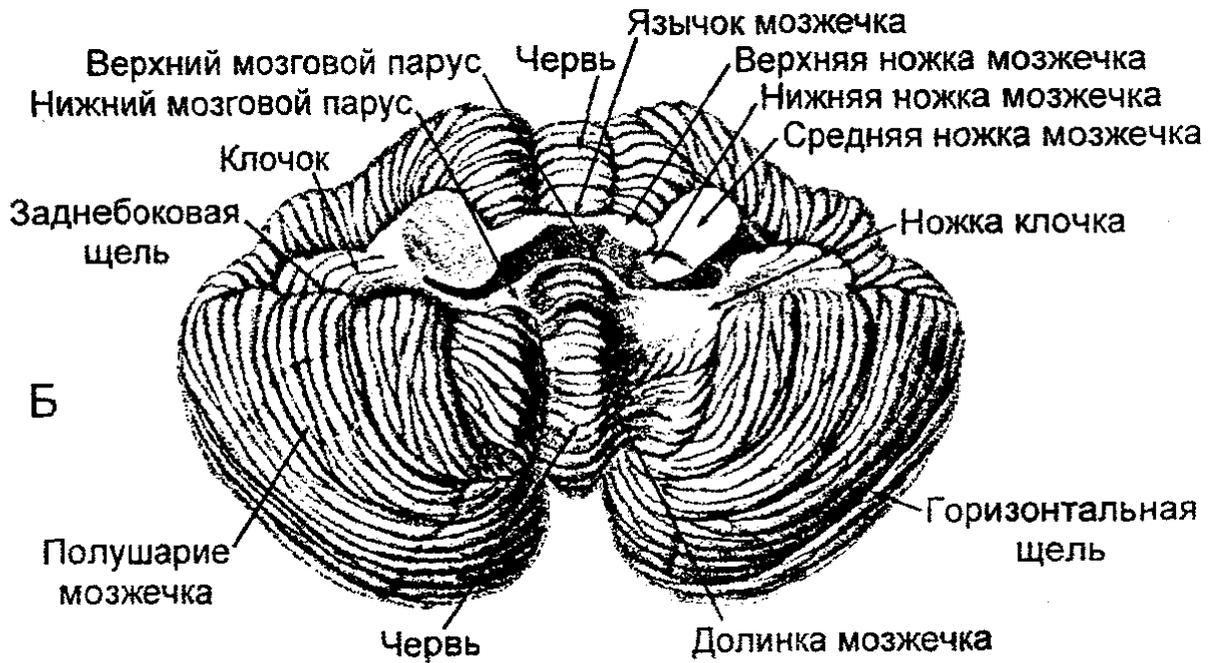
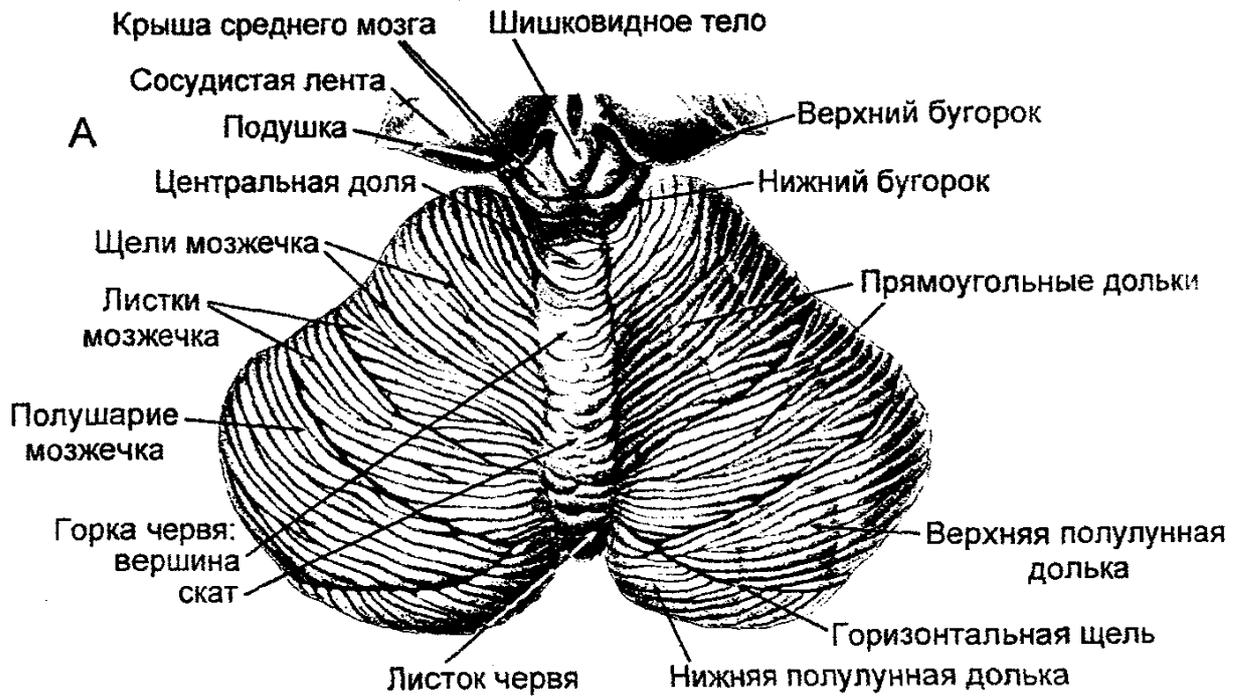


Рис. 31. Мозжечок: вид сверху и сзади (А), снизу и спереди (Б)

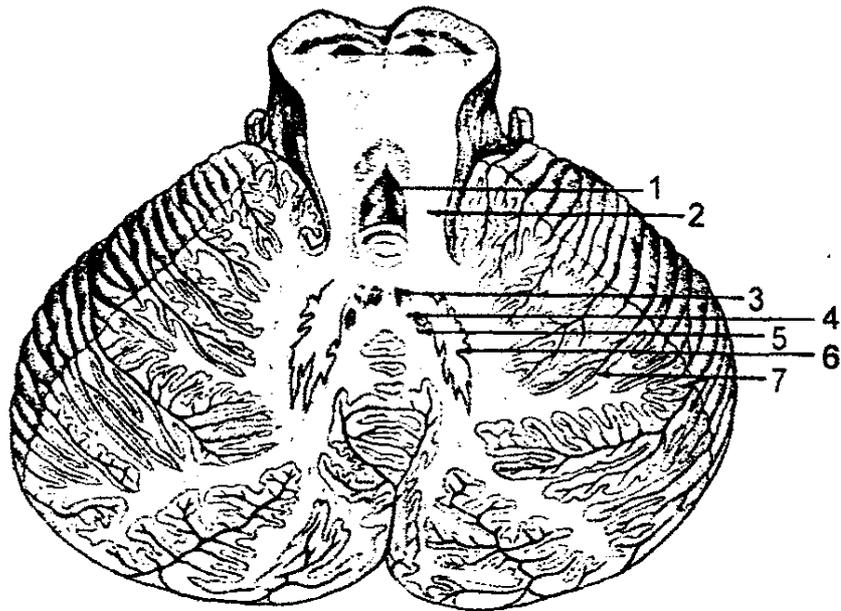


Рис. 32. Разрез мозжечка в горизонтальной плоскости; ядра мозжечка:
 1 -IV желудочек мозга; 2-верхняя ножка мозжечка; 3-ядро шатра;
 4-шаровидное ядро; 5-пробковидное ядро; 6-зубчатое ядро;
 7-кора мозжечка

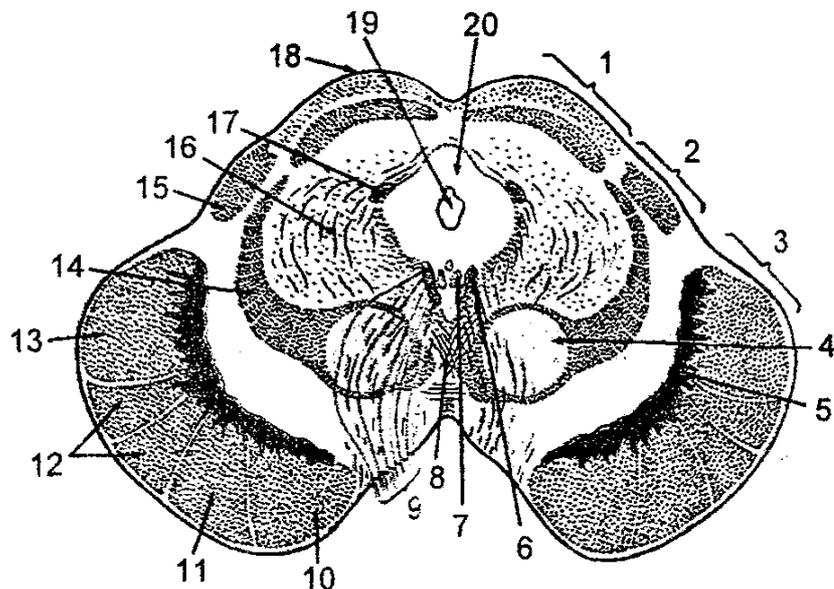


Рис. 33. Схема поперечного среза среднего мозга на уровне верхних холмиков:
 1 -крыша среднего мозга; 2-покрышка среднего мозга; 3-основание ножек мозга;
 4-красное ядро; 5-чёрная субстанция; 6-ядро глазодвигательного нерва;
 7-до-бавочное ядро глазодвигательного нерва; 8-перекрёсты покрышки;
 9-глазодвигательный нерв; 10 -лобно-мостовой тракт; 11 - корково-ядерный тракт;
 12— пирамидный (корковоспинномозговой) тракт; 13-затылочно-височно-теменно-мостовой тракт;
 14-медиальная петля; 15-ручка верхнего холмика; 16-ретикулярная формация; 17-ядро среднемозгового тракта тройничного нерва;
 18-верхние холмики среднего мозга; 19-водопровод среднего мозга; 20-центральное серое вещество

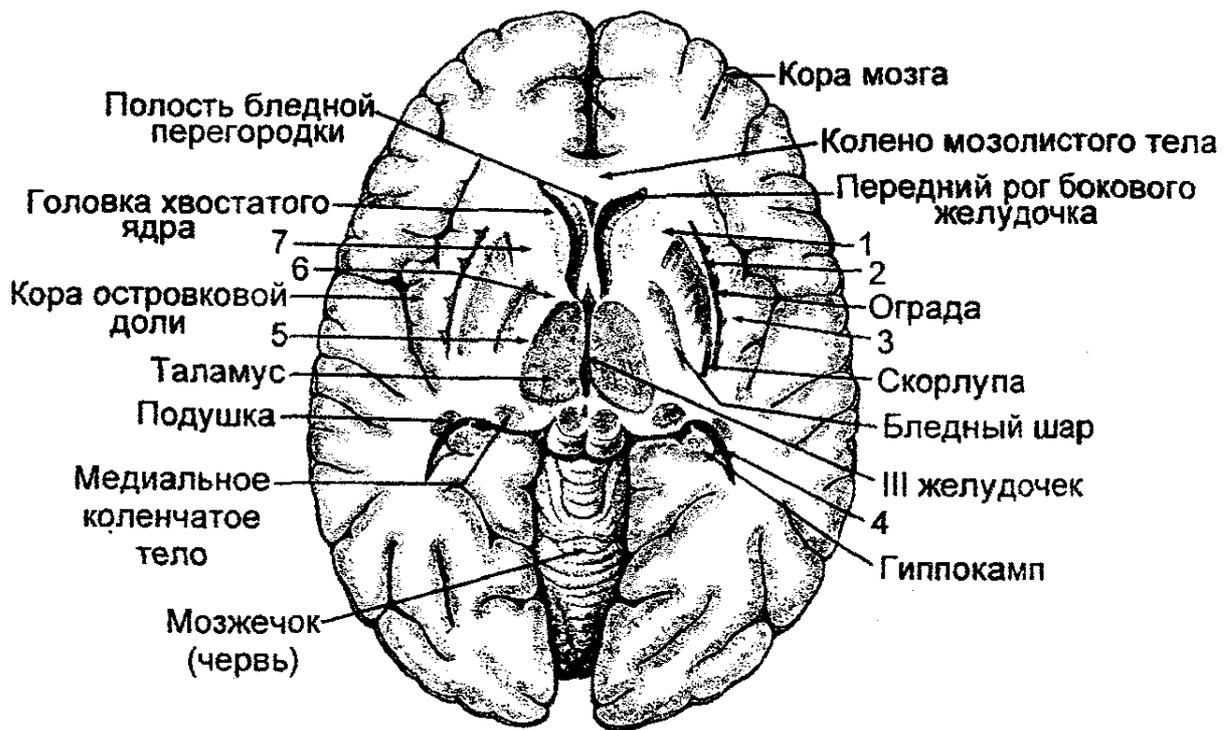


Рис. 34. Горизонтальный разрез головного мозга, проведённый на уровне верхних бугорков крыши среднего мозга:

1-наружная капсула; 2-наружная капсула; 3-самая наружная капсула; 4-нижний рог бокового желудочка; 5-заднее плечо внутренней капсулы; 6-колени внутренней капсулы; 7 - переднее плечо внутренней капсулы



Рис. 35. Нижняя поверхность полушарий большого мозга: основные борозды и извилины

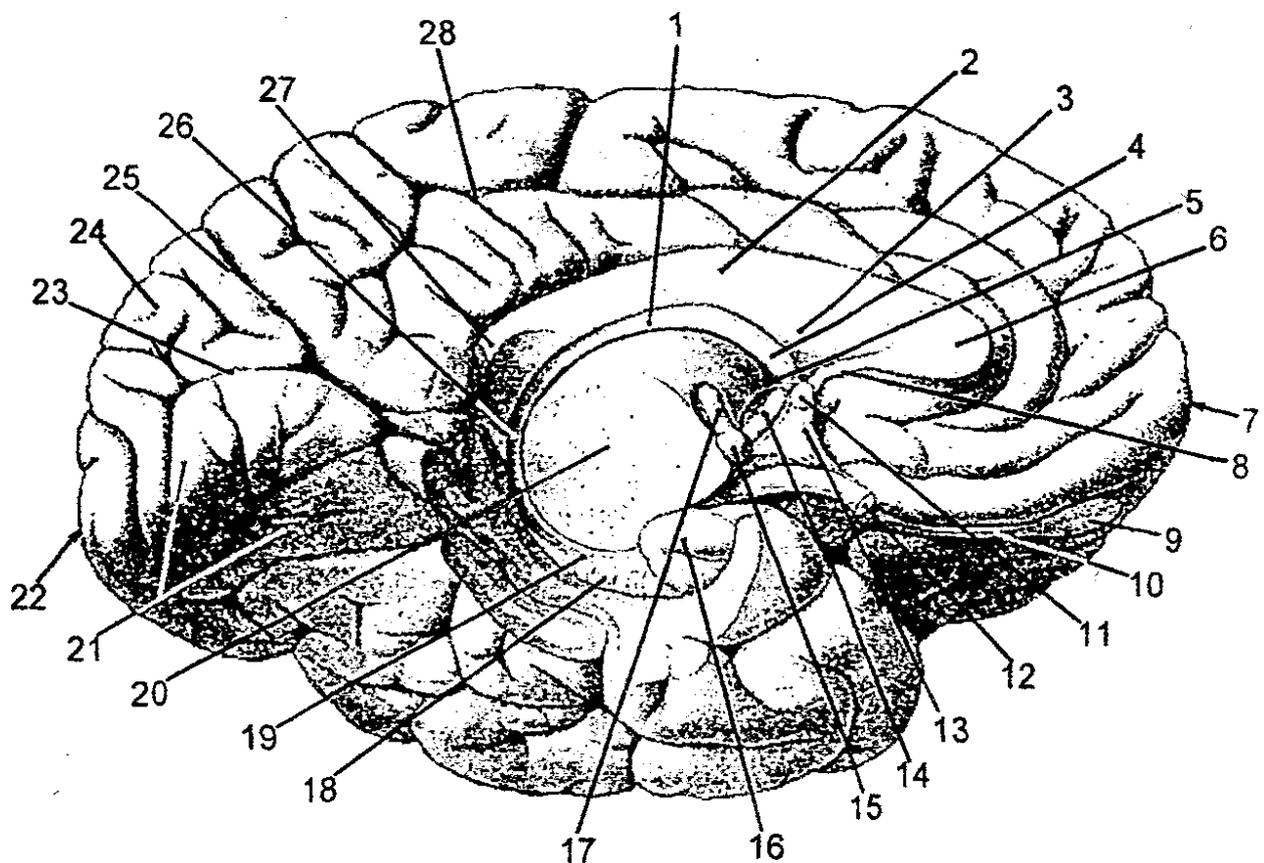


Рис. 36. Нижняя и медиальная поверхности полушарий большого мозга (ствол мозга удалён); волокна свода мозга; комиссуры мозга:

- 1-тело свода мозга; 2-ствол мозолистого тела; 3-прозрачная перегородка;
 4-столб свода мозга; 5-межжелудочковое отверстие; 6-колени мозолистого тела;
 7-лобный полюс; 8-клюв мозолистого тела; 9-обонятельная луковица;
 10-обонятельный тракт; 11-передняя спайка мозга; 12-зрительный нерв (II);
 13 - концевая пластинка; 14 - столб свода мозга; 15 - сосцевидное тело;
 16 - извилина гиппокампа, крючок; 17 - сосцевидно-таламический пучок;
 18-зубчатая извилина; 19-бахромка гиппокампа; 20-дорсальная часть таламуса;
 21 - затылочная доля; 22 - затылочный полюс; 23-шпорная борозда;
 24-клин; 25-теменно-затылочная борозда; 26-ножка свода мозга; 27-утолщение мозолистого тела; 28 - поясная борозда

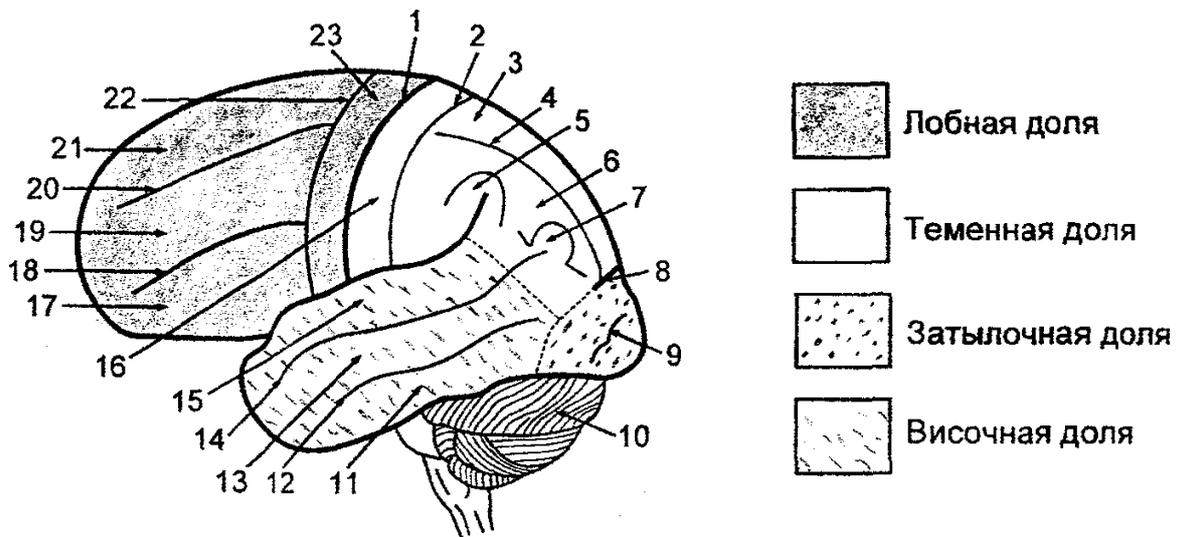


Рис. 37 А. Схема долей, борозд и извилин верхне-латеральной поверхности большого мозга; корковые центры функций'

1 - центральная борозда; 2-задняя центральная борозда; 3-верхняя теменная долька; 4-внутриретенная борозда; 5-надкраевая извилина; 6-нижняя теменная долька; 7-угловая извилина; 8-теменно-затылочная борозда; 9-полулунная борозда; 10-мозжечок; 11-нижняя височная извилина; 12-нижняя височная борозда; 13-средняя височная извилина; 14-верхняя височная борозда; 15-верхняя височная извилина; 16-задняя центральная извилина; 17-нижняя лобная извилина; 18-нижняя лобная борозда; 19-средняя лобная извилина; 20» верхняя лобная борозда; 21 -верхняя лобная извилина; 22—передняя центральная борозда; 23-передняя центральная извилина

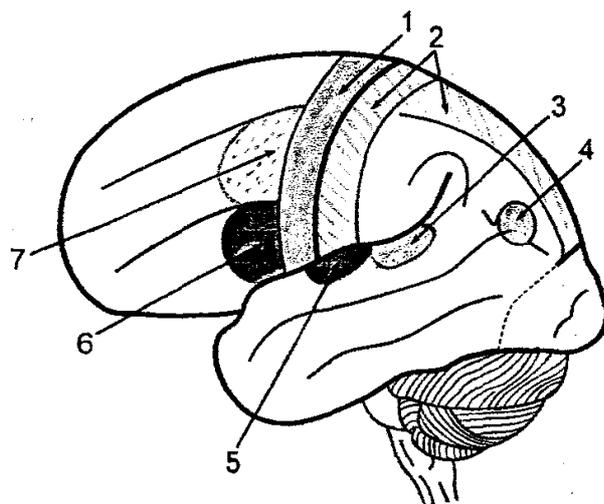


Рис. 37 Б. Схема локализации центров функций в коре верхне-латеральной поверхности головного мозга:

1 -двигательная кора: 2-соматосенсорная кора; 3-центр анализаторов слуховых образов речи и музыки; 4-центр зрительного анализатора письменной речи; 5-ядро слухового анализатора; 6-двигательный центр устной речи (зона Брока); 7-двигательный центр письменной речи

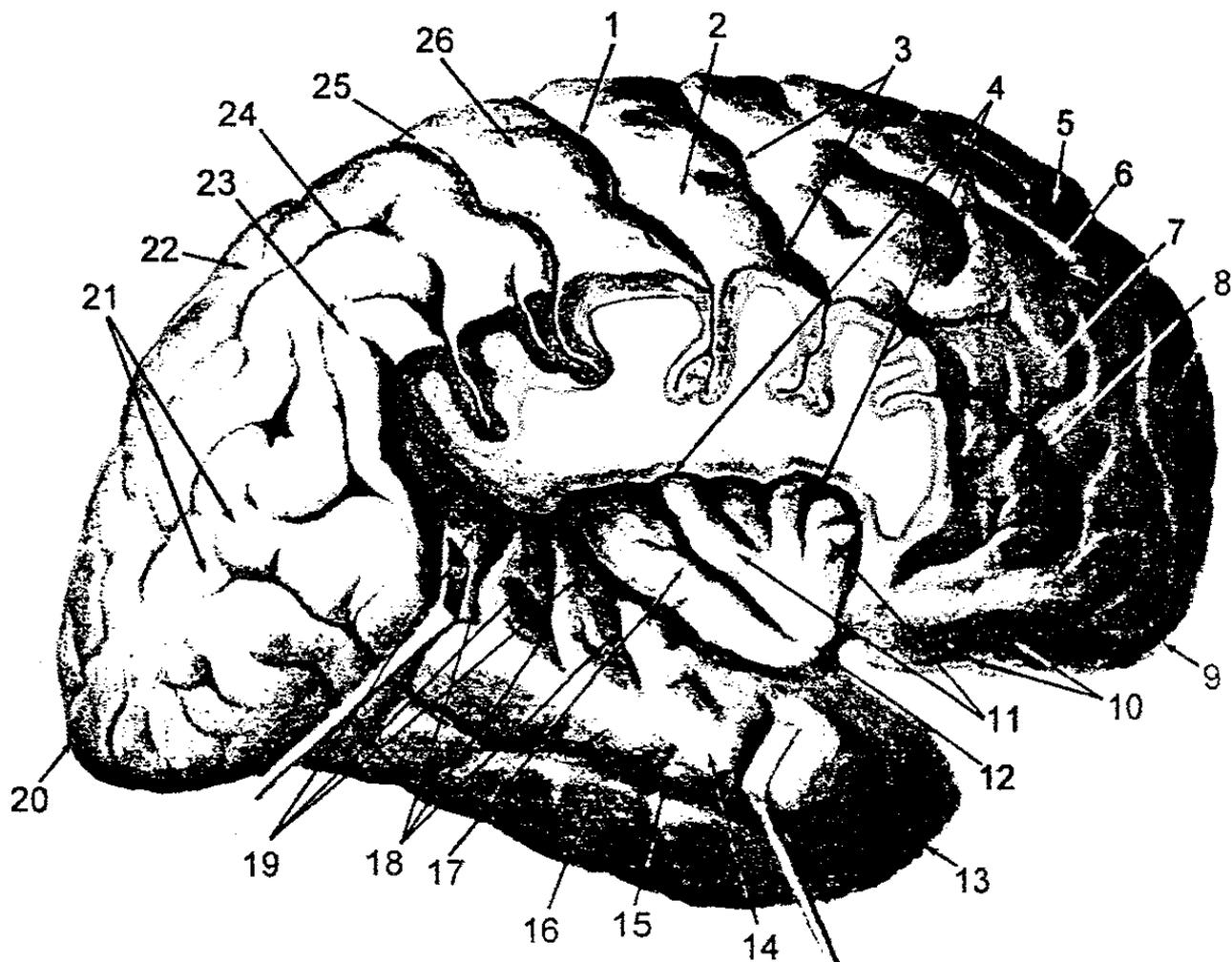


Рис. 38. Островковая доля (островок) правого большого полушария мозга сбоку и немного снизу (верхний край боковой борозды удалён, височная доля оттянута от лобной и теменной):

- 1 - центральная борозда; 2 - переднецентральная (предцентральная) извилина; - переднецентральная (предцентральная) борозда; 4 - окружающая островок борозда; 5 - верхняя лобная извилина; 6 - верхняя лобная борозда; 7 - средняя лобная извилина; 8 - средняя лобная борозда; 9 - лобный полюс; 10 - глазничная часть нижней лобной извилины; 11 - короткие извилины островка; 12 - порог островка; 13 - височный полюс; 14 - верхняя височная извилина; 15 - верхняя височная борозда; 16 - средняя височная извилина; 17 - длинная извилина островка; 18 - поперечные височные борозды; 19 - поперечные височные извилины (извилины Гешля); 20 - затылочный полюс; 21 - угловая извилина; 22 - верхняя теменная долька; 23 - надкраевая извилина; 24 - внутритеменная долька; 25 - задняя центральная (постцентральная) борозда; 26 - задняя центральная (постцентральная) извилина

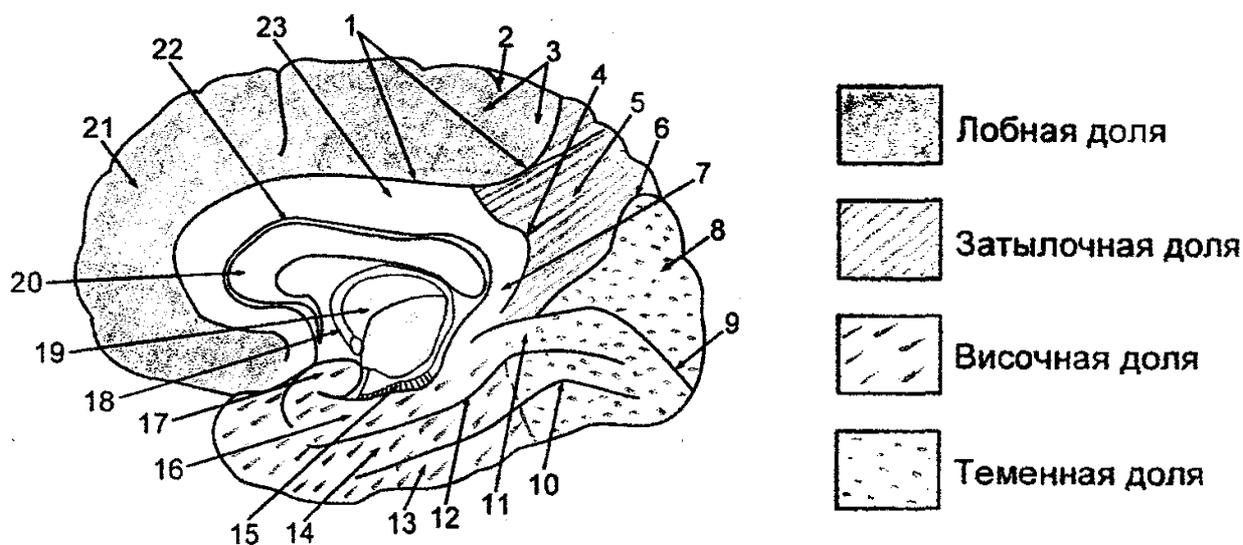


Рис. 39. А. Схема основных борозд и извилин медиальной поверхности больших полушарий мозга:

1-поясная борозда; 2-центральная борозда; 3-парацентральная долька; 4-подтеменная борозда; 5-предклинье; 6-теменнозатылочная борозда; 7-перешеек поясной извилины; 8—клин; 9-шпорная борозда; 10-затылочно-височная борозда; 11-язычная извилина; 12-коллатеральная борозда; 13-латеральная затылочно-височная извилина; 14-медиальная затылочно-височная извилина; 15-зубчатая извилина; 16-извилина гиппокампа (парагиппокампальная); 17-крючок; 18-свод мозга; 19—таламус (частично удалён); 20-мозолистое тело; 21 -медиальная лобная извилина; 22—борозда мозолистого тела; 23-поясная извилина; пунктирной линией показан ход сводчатой извилины

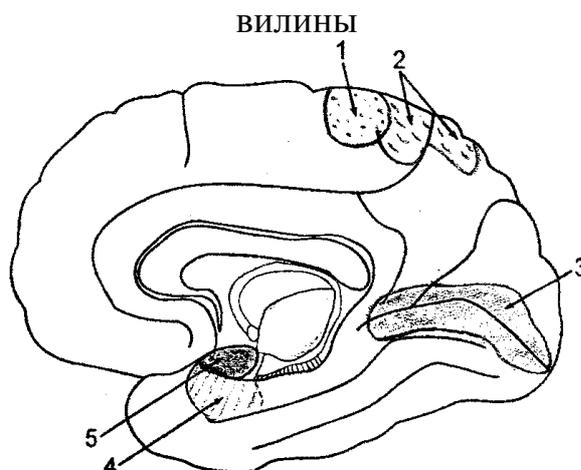


Рис. 39. Б. Схема локализации центров функций в коре медиальной поверхности больших полушарий мозга:

1 -двигательная кора; 2-соматосенсорная кора; 3-ядро зрительного анализатора; 4-ядро вкусового анализатора; 5-ядро обонятельного анализатора

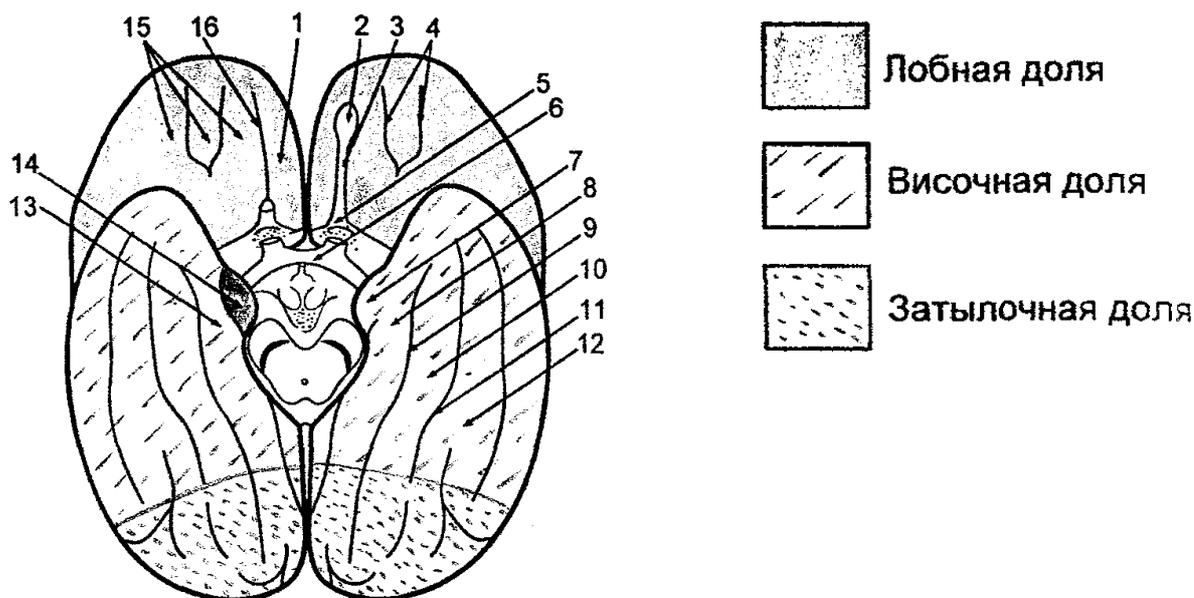


Рис. 40. Схема нижней поверхности большого мозга:

1 - прямая извилина; 2-обонятельная луковица; 3-обонятельный тракт;
 4-глазничные борозды; 5-обонятельный треугольник; 6-зрительный перекрест;
 7-крючок; 8 - извилина гиппокампа (парагиппокампаальная извилина); 9 - коллатеральная (окольная) борозда; 10 - медиальная затылочно-височная извилина;
 11 - затылочно-височная борозда; 12-латеральная затылочно-височная борозда;
 13-ядро вкусового анализатора; 14-ядро обонятельного анализатора; 15-
 глазничные извилины; 16-обонятельная борозда

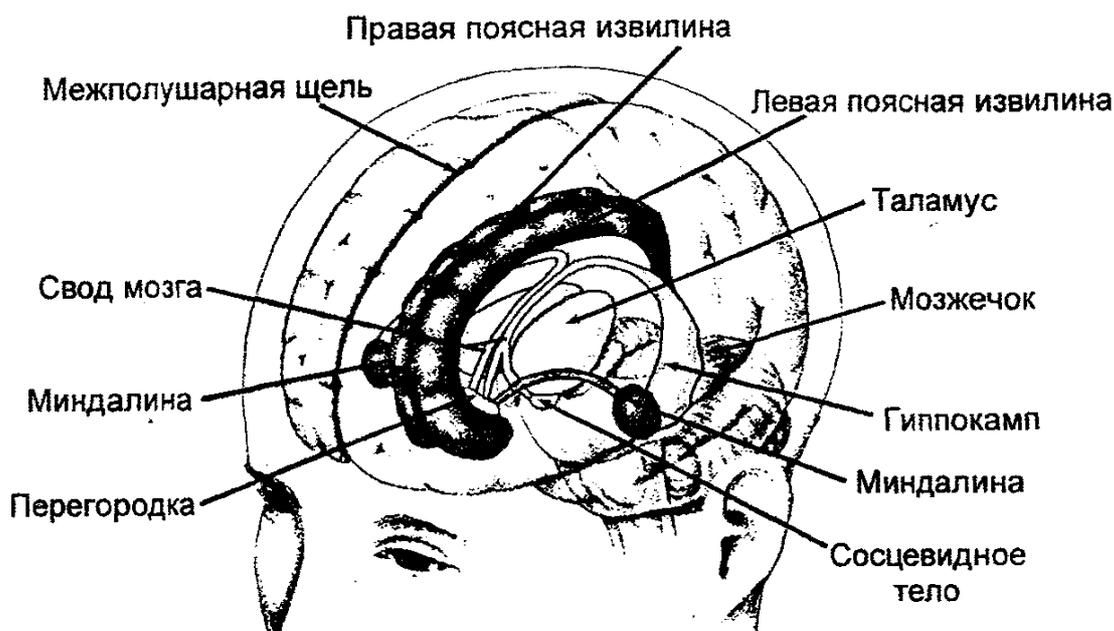


Рис. 41. Пространственное расположение важнейших структур лимбической системы (PinelJ., 1997)

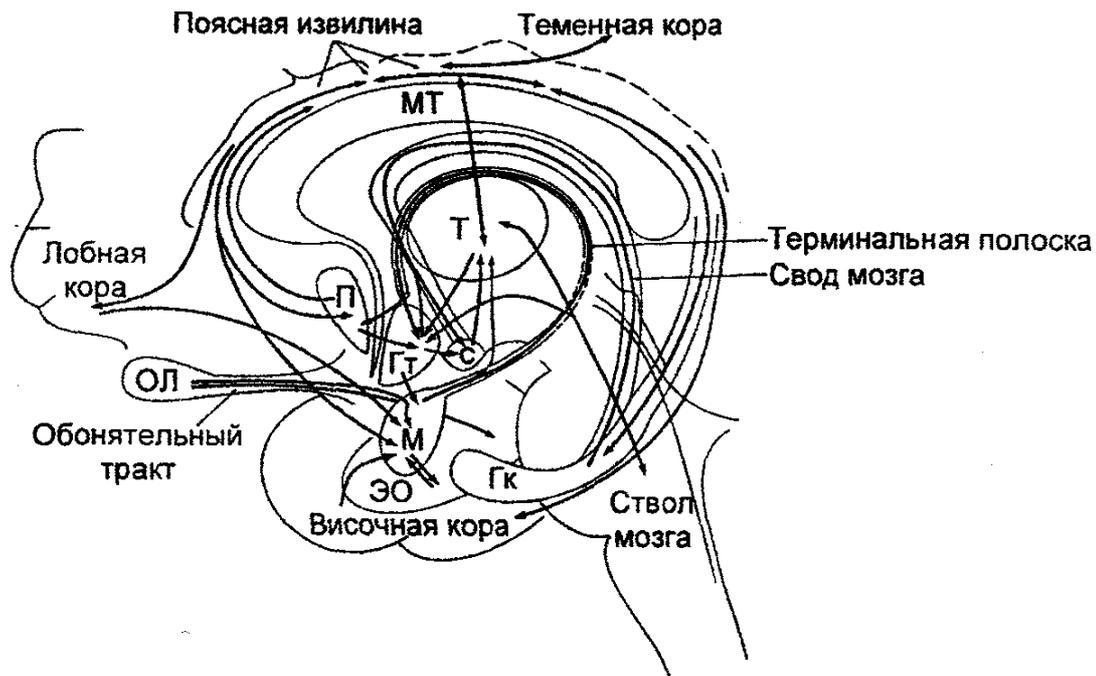


Рис. 42. Схема связей структур лимбической системы между собой и с другими отделами мозга:
 МТ - мозолистое тело; Т-таламус; Гт-гипоталамус; П-перегородка; с-сосцевидное тело; ОЛ-обонятельная луковица; М-миндалина; Гк-гиппокамп; ЭО - энторинальная область (часть обонятельной коры)

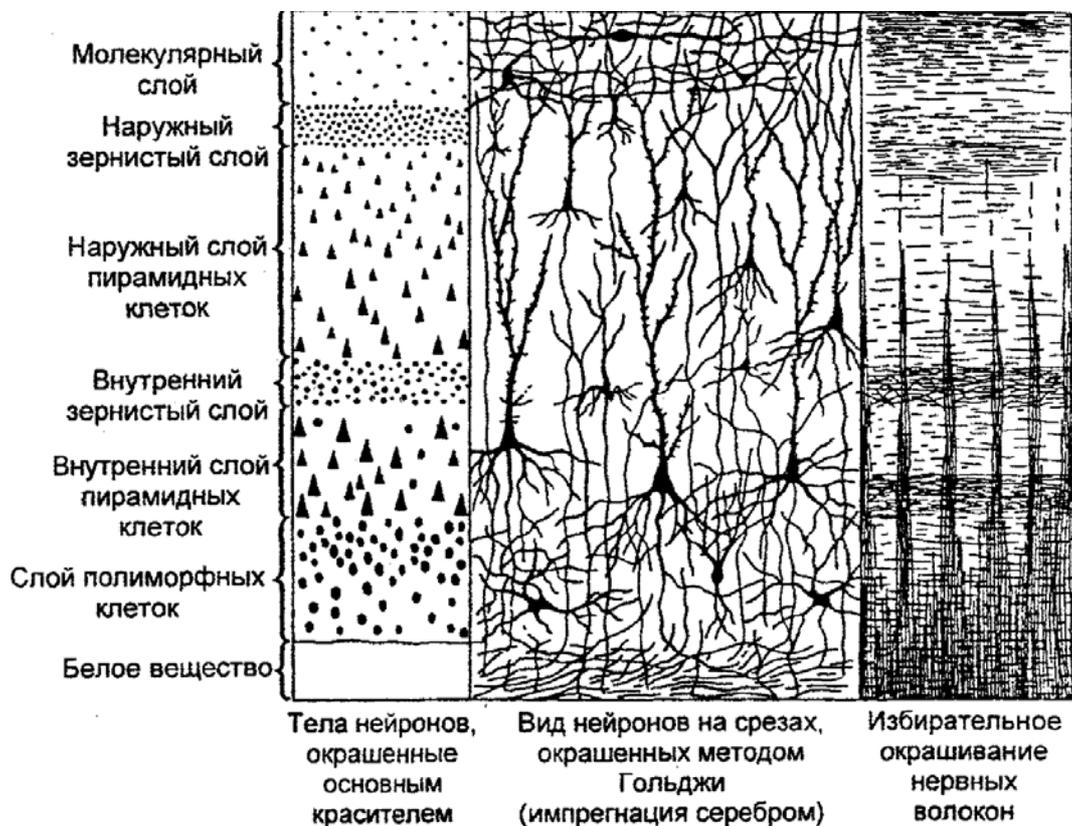


Рис. 43. Схема слоев коры больших полушарий

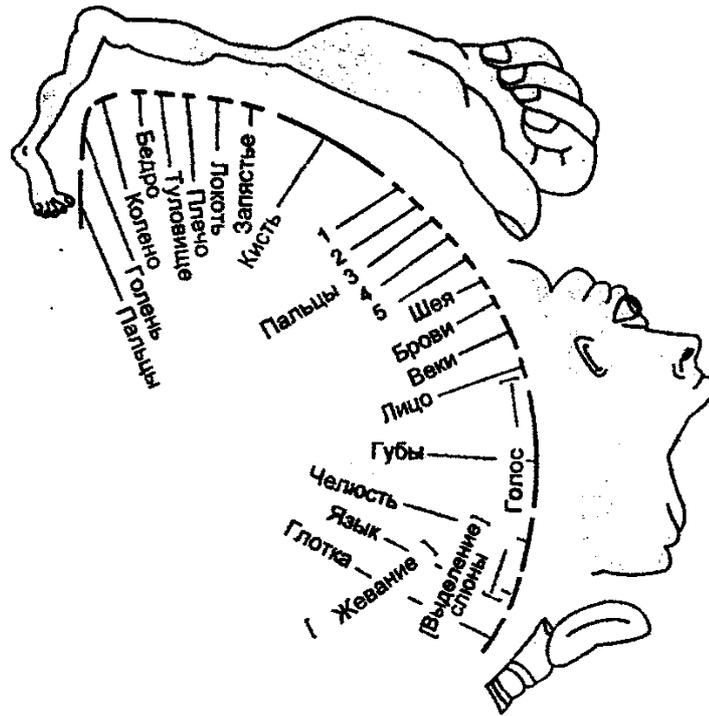


Рис. 44. Пространственное представительство тела в первичной моторной коре (двигательный гомункулус) (по Penfield, Rasmussen, 1950)

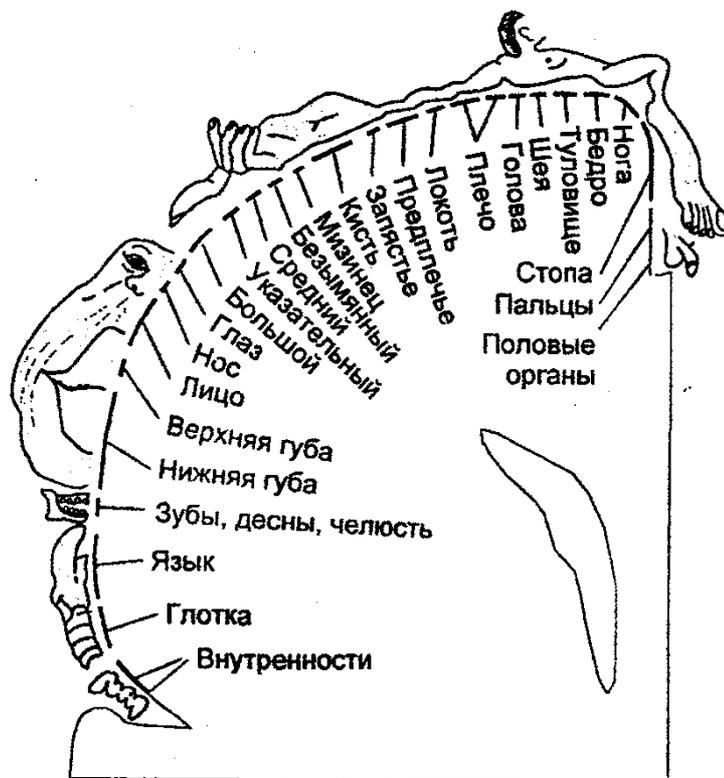


Рис. 45. Пространственное представительство тела в постцентральной извилине (по Penfield, Rasmussen, 1950)

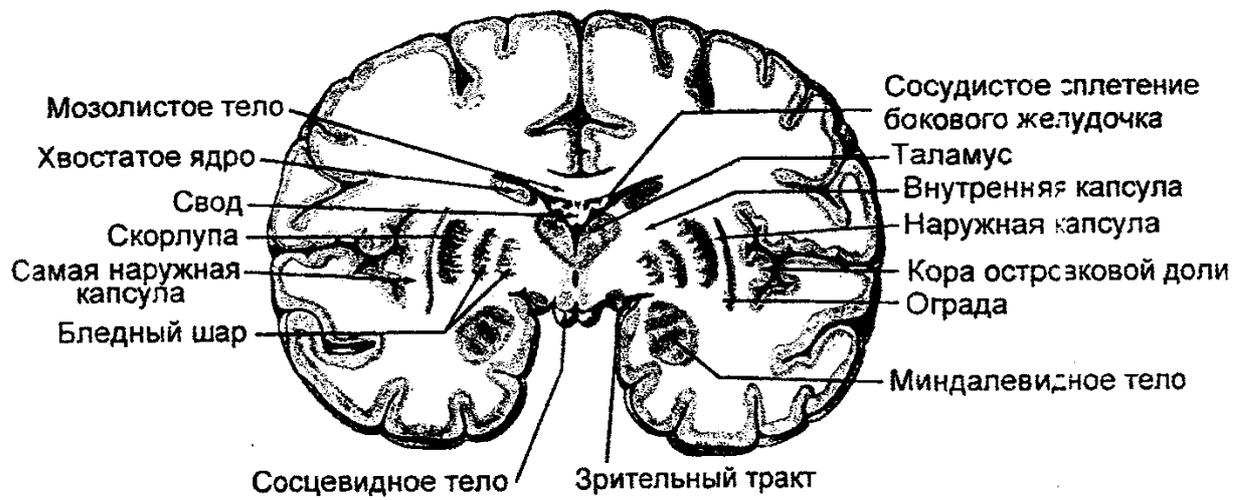


Рис. 46. Разрез головного мозга во фронтальной плоскости через сосцевидные тела

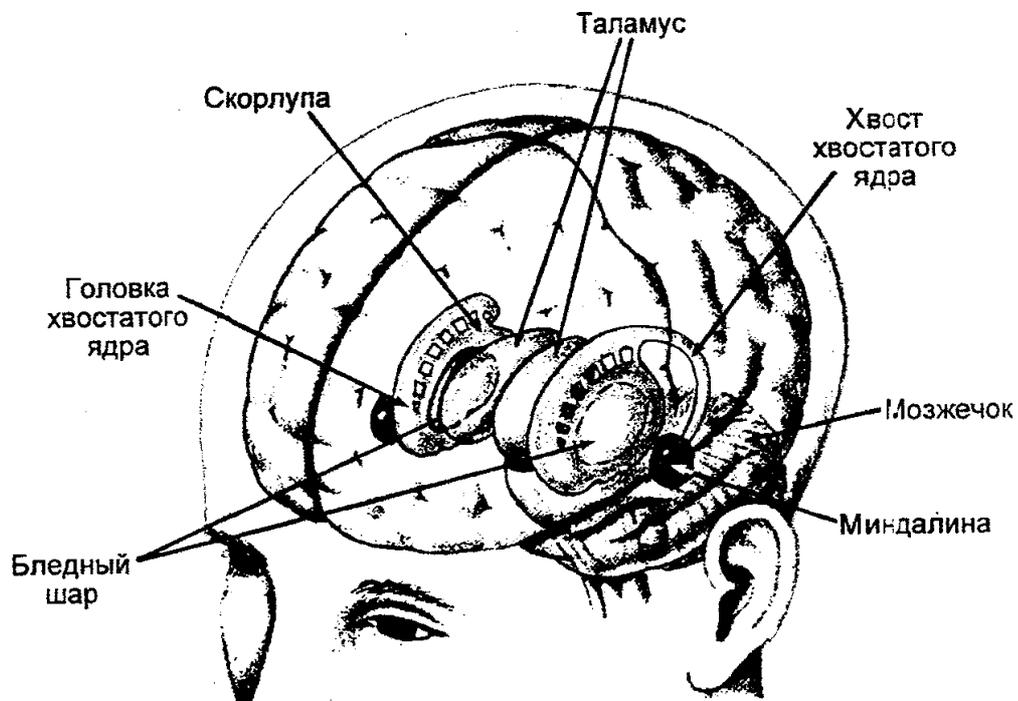


Рис. 47. Расположение базальных ганглиев в больших полушариях мозга

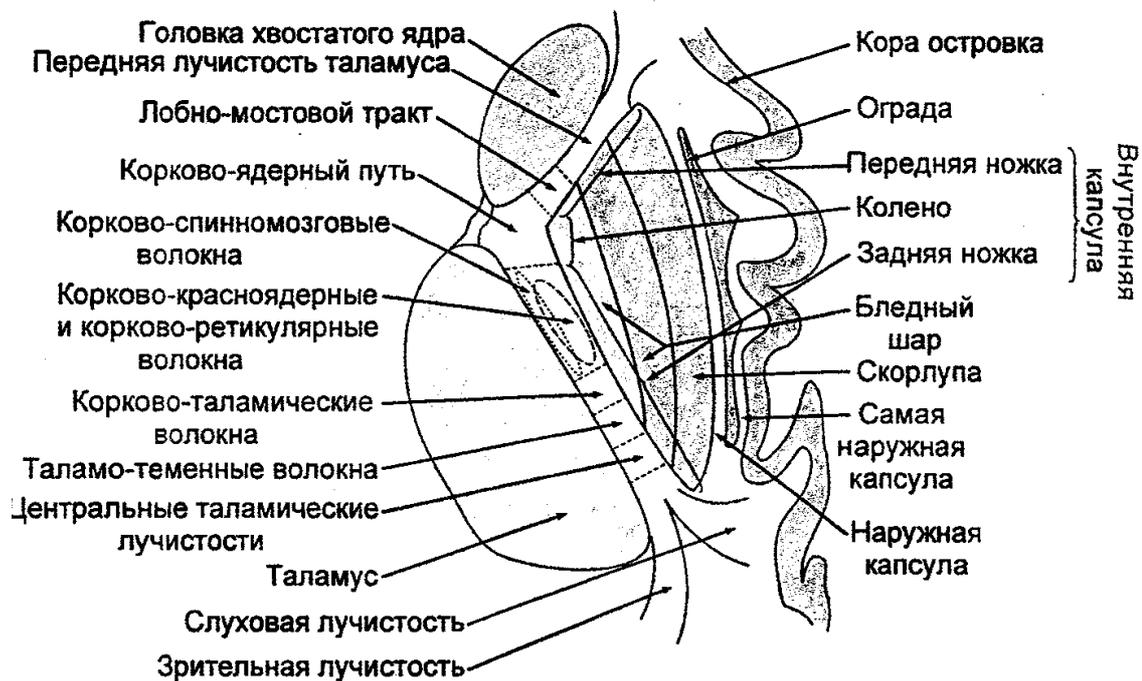


Рис. 48. Схема прохождения нервных трактов через внутреннюю капсулу

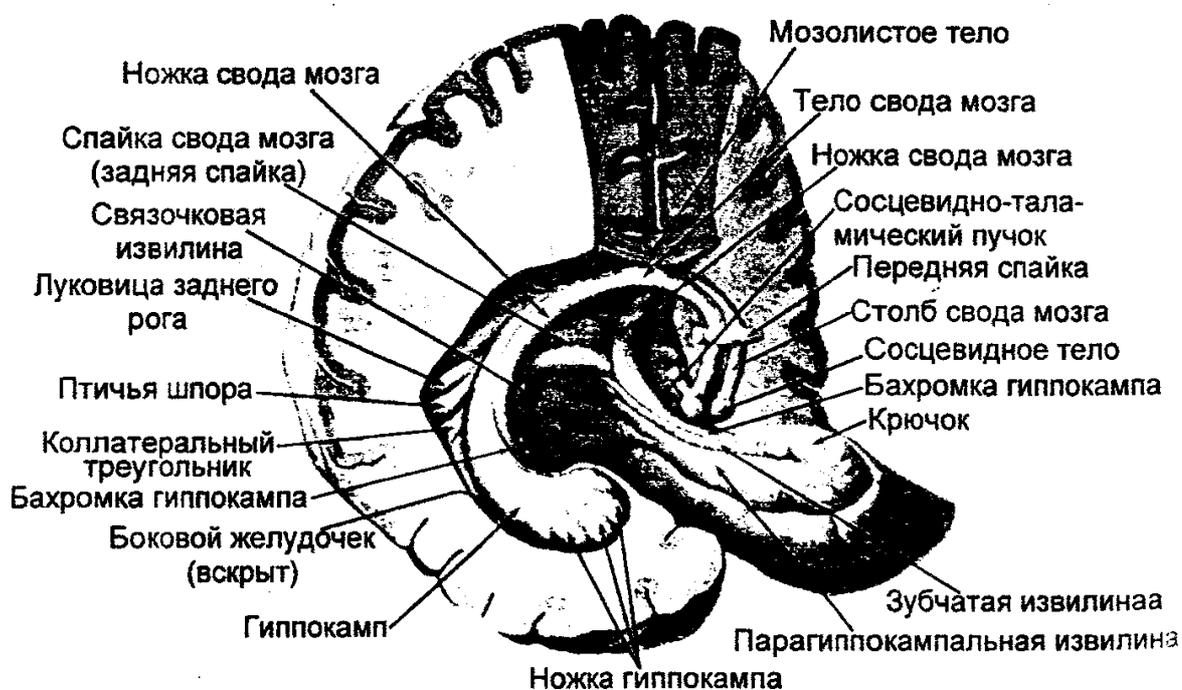


Рис. 49. Структуры свода мозга и гиппокампа; вид сбоку и сверху

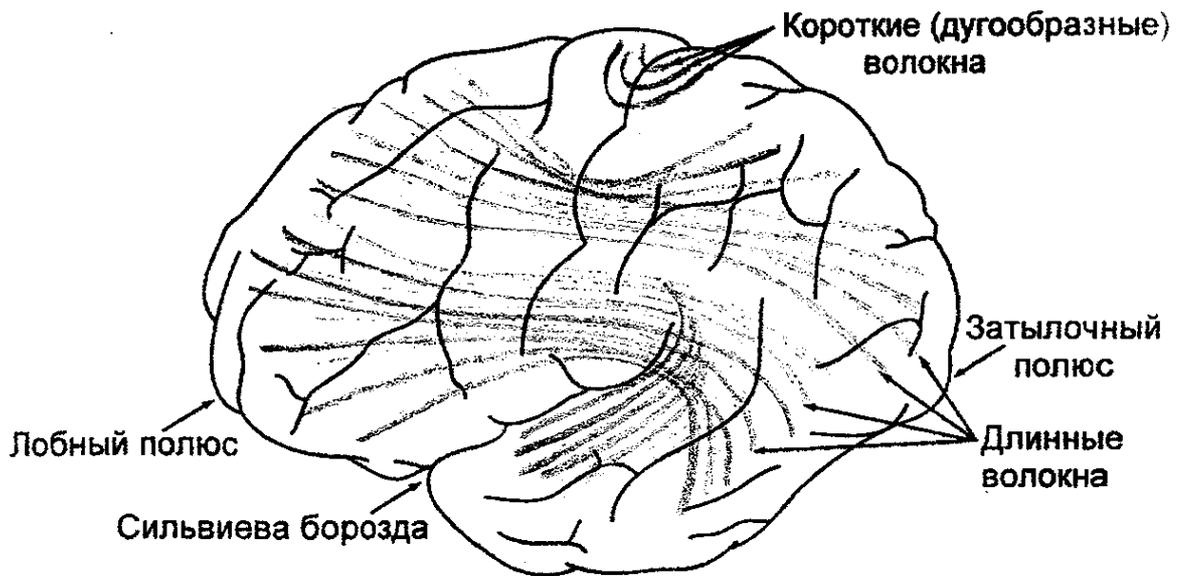


Рис. 50. Схема прохождения пучков ассоциативных волокон в коре большого мозга на примере коры верхне-латеральной поверхности

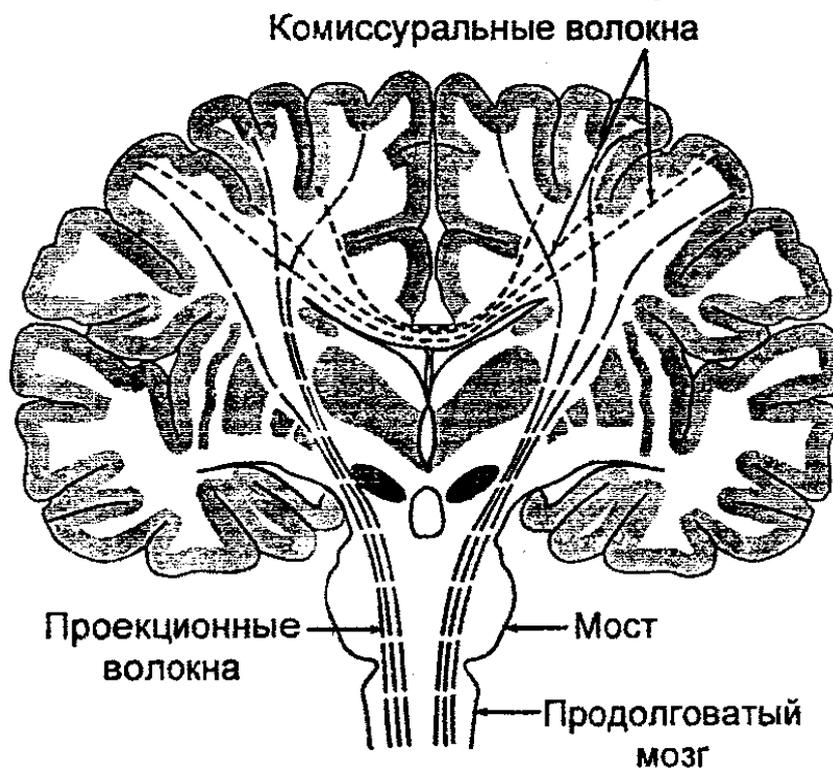


Рис. 51. Схема прохождения в головном мозге пучков комиссуральных и проекционных волокон (головной мозг изображён на фронтальном разрезе, проведённом через ствол мозга)

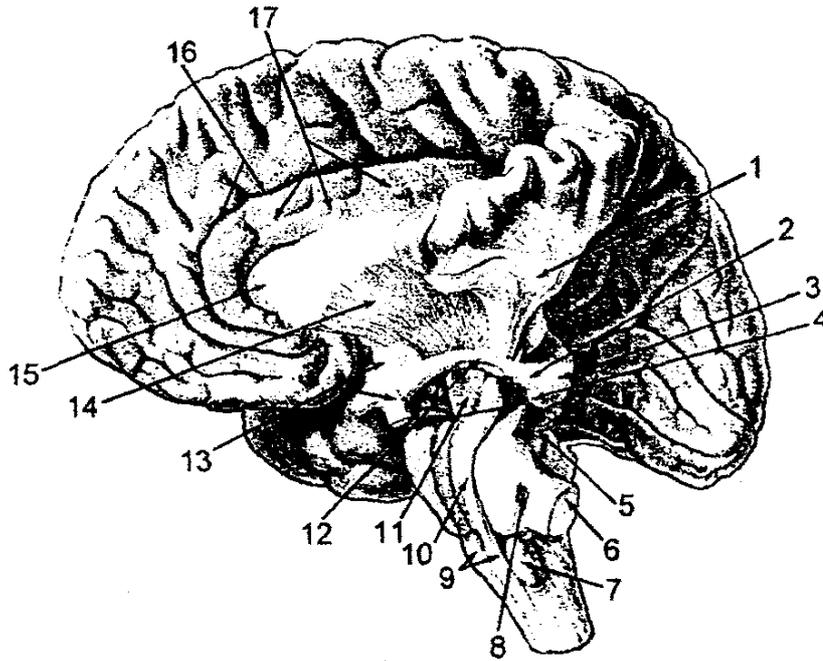


Рис. 52. Ход проекционных волокон головного мозга:
 1 -пирамидный пучок; 2-зрительный тракт; 3-подушка тапамуса; 4-латеральное коленчатое тело; 5-блоковый нерв (IV) и нижний бугорок четверохолмия; 6-средняя ножка мозжечка; 7-олива; 8-тройничный нерв(V);
 9 - пирамида, пирамидный пучок, корково-спинномозговые волокна;
 10-пирамидный пучок, корково-спинномозговые волокна; 11 -ножка мозга;
 12-сосцевидное тело, зрительный тракт; 13-зрительный перекрест, концевая пластинка; 14-внутренняя капсула; 15-колесо мозолистого тела, борозда мозолистого тела; 16-поясная борозда; 17-поясная извилина



Рис. 53. Схема спинно-кортикального проприоцептивного пути (лемнисковой системы)

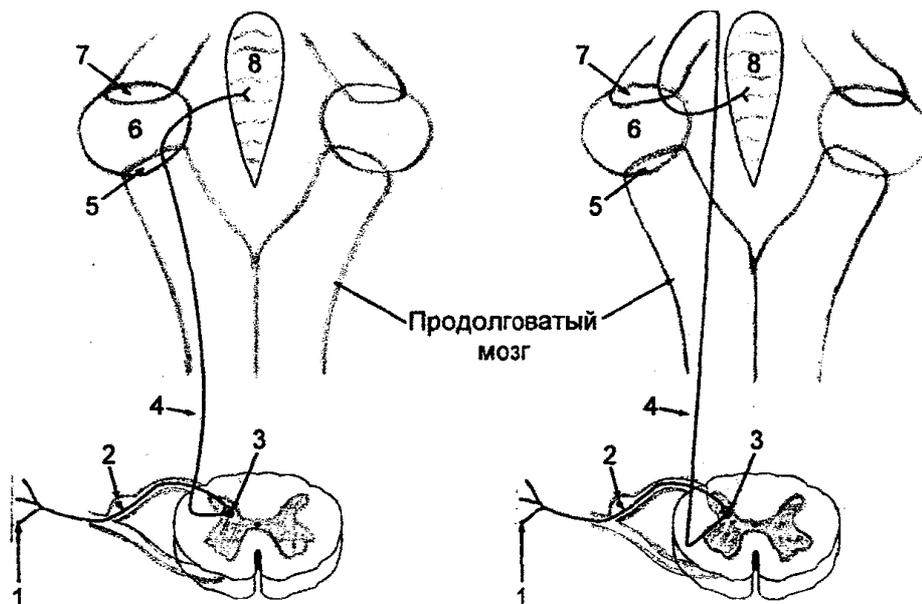


Рис. 54 А. Схема заднего спинно-мозжечкового проприоцептивного пути:

1 - проприоцептор; 2 - первый нейрон; 3-второй нейрон (в грудном ядре заднего рога); 4 — задний спинно-мозжечковый путь; 5-нижние ножки мозжечка; 6-средние ножки мозжечка; 7-верхние ножки мозжечка; 8-червь мозжечка

Рис. 54 Б. Схема переднего спинно-мозжечкового проприоцептивного пути;

1 - проприоцептор; 2-первый нейрон; 3-второй нейрон (сбоку от грудного ядра заднего рога); 4-передний спинно-мозжечковый путь; 5-нижние ножки мозжечка; 6-средние ножки мозжечка; 7-верхние ножки мозжечка; 8-червь мозжечка

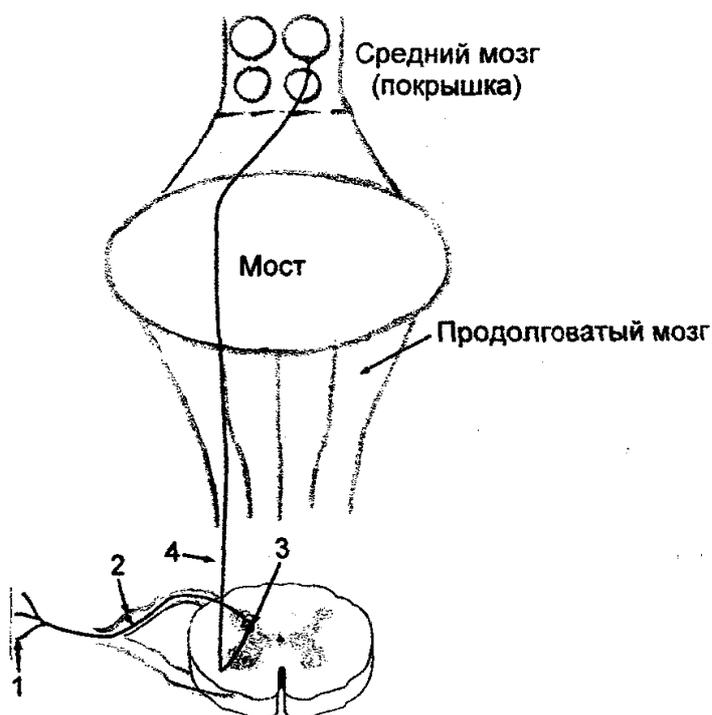


Рис. 55. Схема спинно-покрышечного проприоцептивного пути:

1-проприоцептор; 2-первый нейрон; 3-второй нейрон (в заднем роге); 4-спинно-покрышечный путь

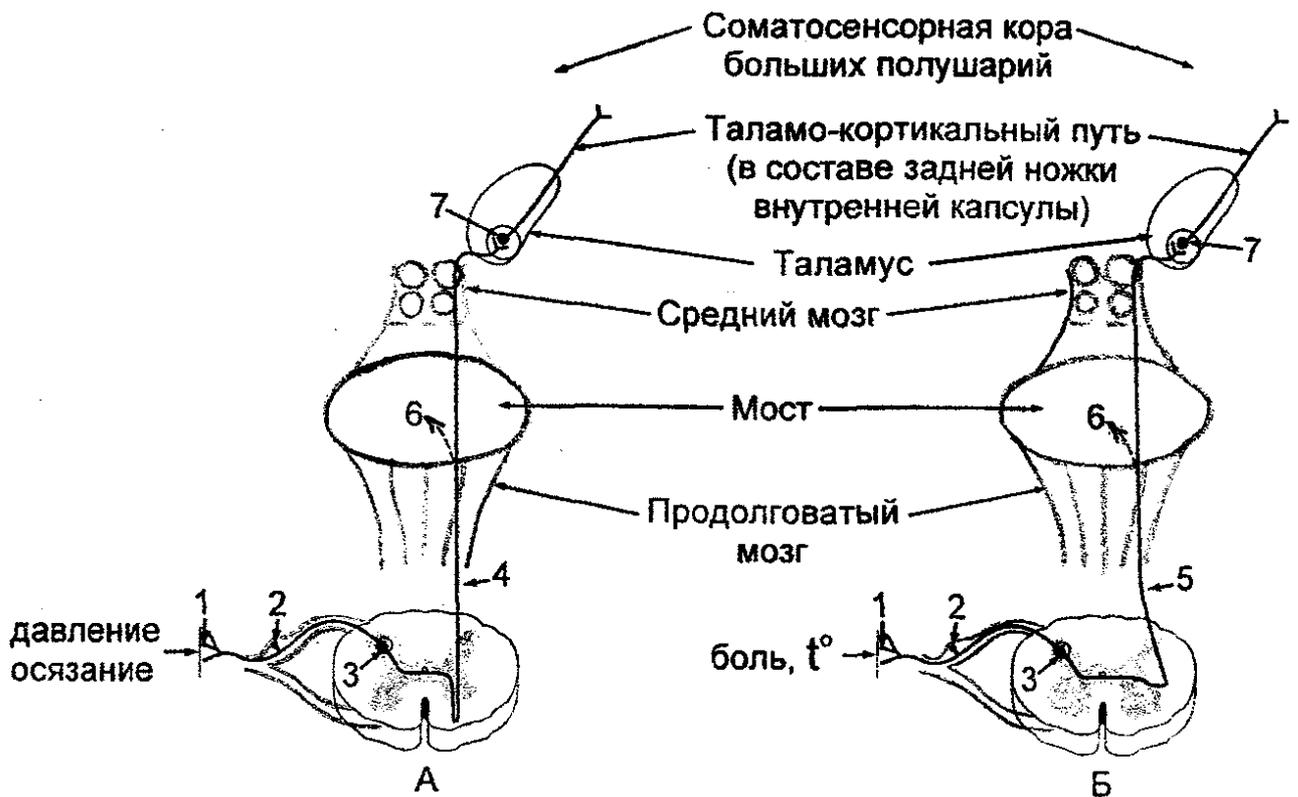


Рис. 56. Схема переднего (А) и бокового (Б) спинно-таламических путей (экстралемнисковой системы): 1 -рецептор; 2-первый нейрон; 3-второй нейрон (в собственном ядре заднего рога); 4- передний спинно-таламический путь; 5 -боковой спинно-таламический путь; 6-коллатеральк ретикулярной формации; 7-третий нейрон (в дорсальном латеральном ядре таламуса)

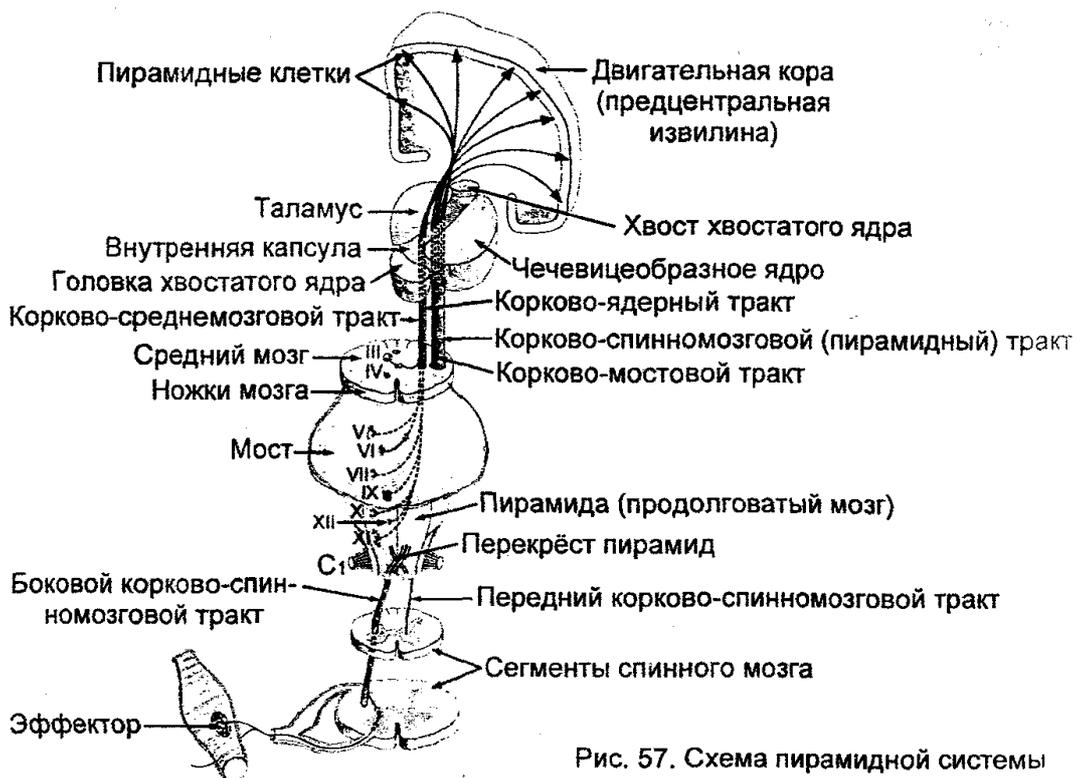


Рис. 57. Схема пирамидной системы



Рис. 58. Схема краснаядерно-спинномозгового пути

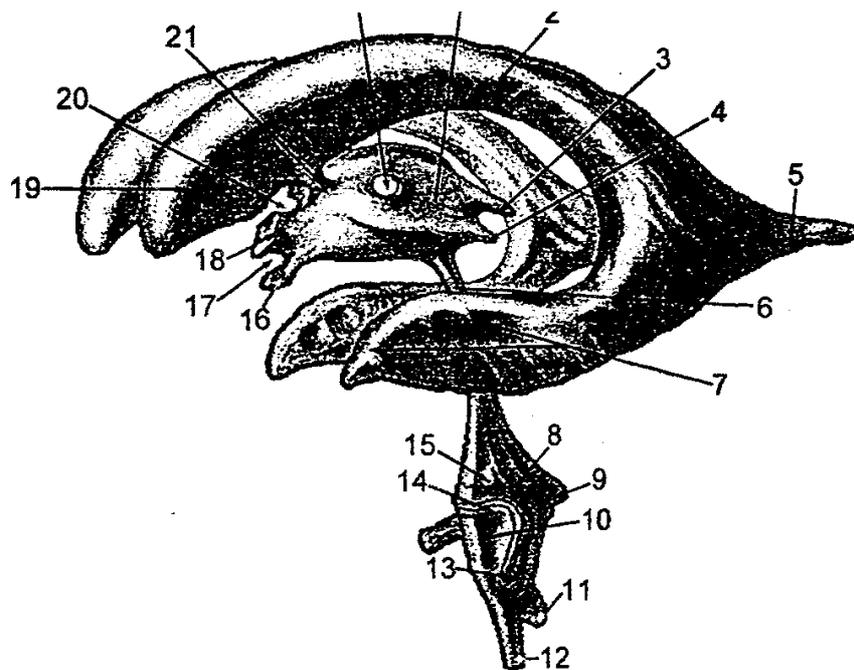


Рис. 59. Система желудочков мозга, вид слева:
 1-111 желудочек; 2-центральная часть бокового желудочка; 3-надшишковидный карман (углубление); 4 - карман (углубление) шишковидной железы; 5-задний (затылочный) рог бокового желудочка; 6-водопровод среднего мозга; 7 - нижний (височный) рог бокового желудочка; 8 - IV желудочек; 9 - шатёр; 10-срединная борозда; 11-срединное отверстие; 12-центральный спинномозговой канал; 13-боковой карман IV желудочка, боковое отверстие IV желудочка; 14-мозговые полоски IV желудочка; 15-лицевой бугорок; 16-карман (углубление) воронки; 17-зрительный перекрест; 18-зрительный карман (углубление); 19-передний (лобный) рог бокового желудочка; 20-передняя спайка; 21 - межжелудочковое отверстие; 22-межталамическая спайка

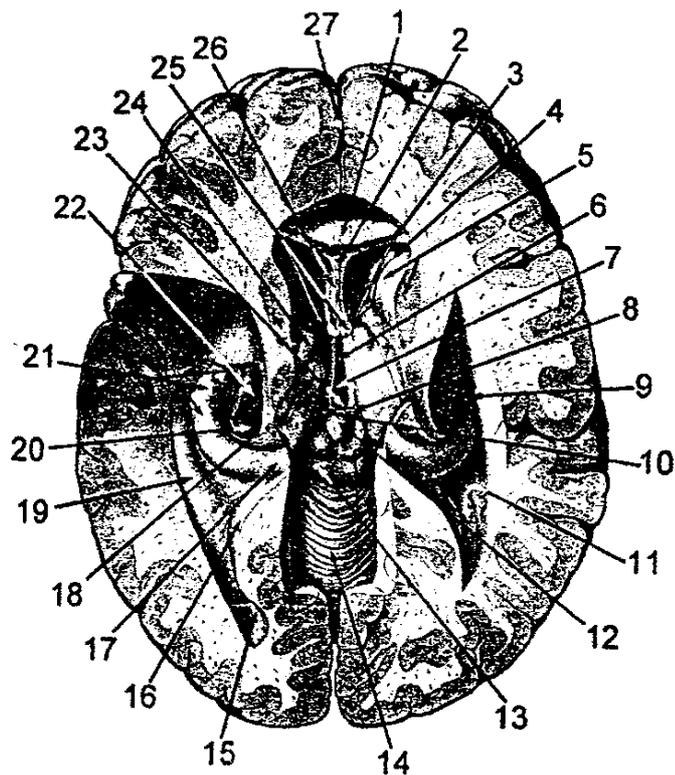


Рис. 60. Горизонтальный разрез головного мозга на уровне боковых желудочков; 1-мозолистое тело; 2-полость прозрачные перегородок; 3-зонд, введённый в межжелудочковое отверстие; 4-передний (лобный) рог бокового желудочка; 5 - головка хвостатого ядра; 6-межгаламическая Спайка; 7-третий желудочек; 8 - треугольник поводков; 9 - нижний (височный) рог бокового желудочка; 10 - спайка поводков; 11 -задний (затылочный) рог бокового желудочка; 12-шишковидное тело; 13-пластинка крыши среднего мозга; 14-червь мозжечка; 15 - задний (затылочный) рог бокового желудочка; 16 - птичья шпора; 17 - гиппокамп; 18 - бахромка гиппокампа; 19-коллатеральное возвышение; 20-извилины гиппокампа; 21-ножка гиппокампа; 22-крючок; 23-задняя спайка; 24-передний бугорок (полюс) таламуса; 25-столбы свода мозга; 26-пластинка прозрачной перегородки; 27-продольная щель мозга

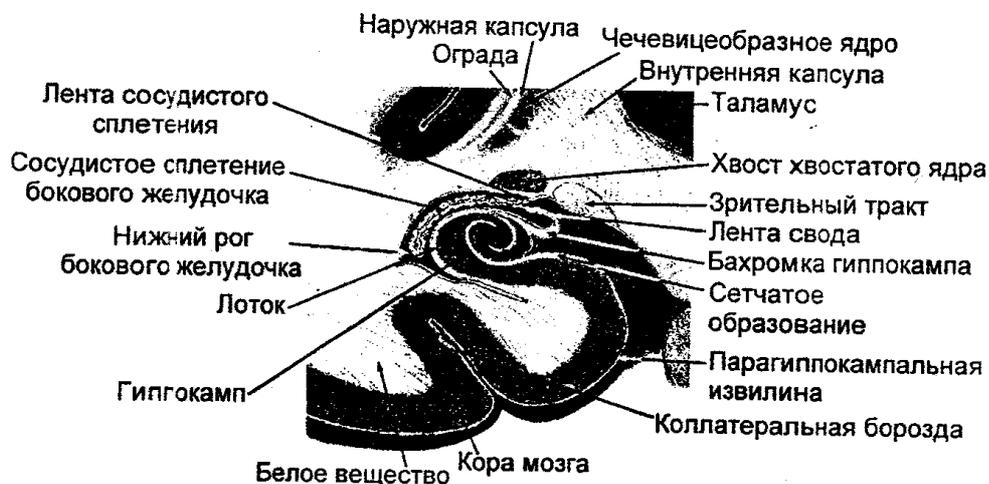


Рис. 61. Фронтальный разрез нижнего рога бокового желудочка, вид сзади

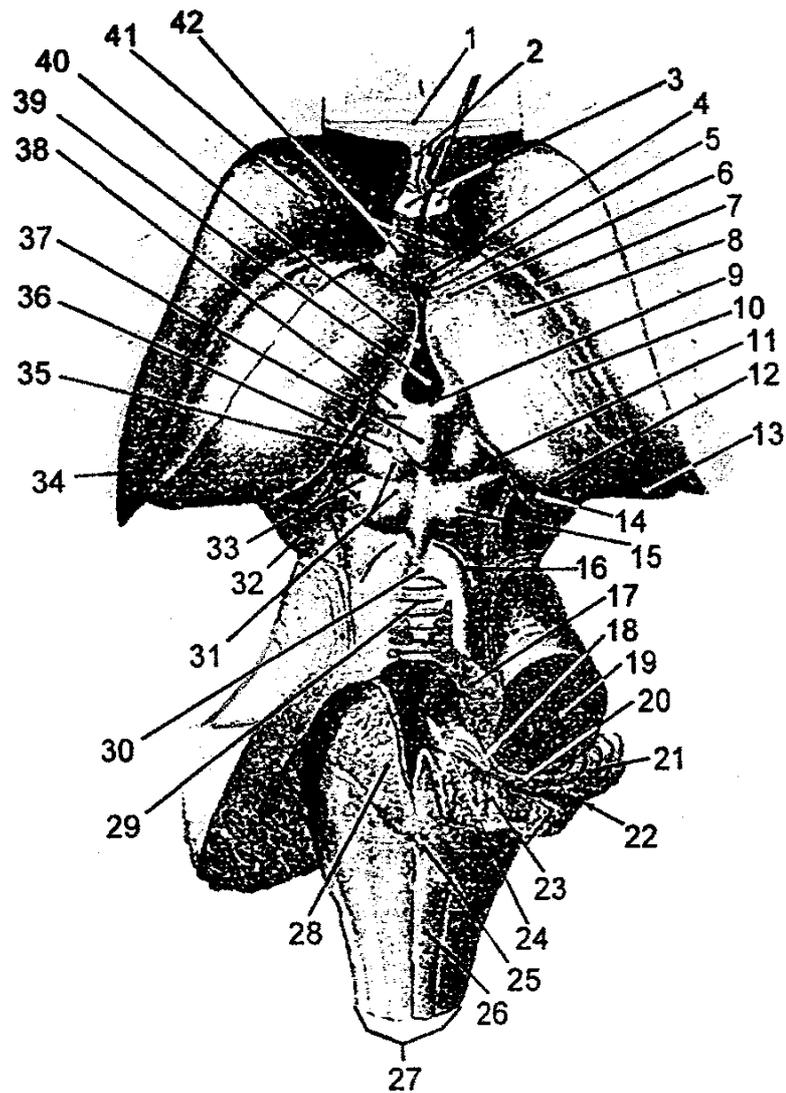


Рис. 62. Ствол мозга со вскрытым четвёртым желудочком (вид сзади и сверху); 1-мозолистое тело; 2-пластинки прозрачной перегородки; 3-столбы свода мозга; 4-спайка поводков; 5-зрительный карман (углубление); 6-передний бугорок таламуса; 7-полоска мозгового вещества; 8-прикреплённая пластинка; 9-спайка поводков; 10-сосудистая лента; 11-ручка верхнего бугорка; 12-подушка таламуса; 13-латеральное коленчатое тело; 14-медиальное коленчатое тело; 15-нижний бугорок четверохолмия; 16-блоковый нерв (IV); 17-верхняя ножка мозжечка; 18-боковой карман (углубление) IV желудочка; 19-средняя ножка мозжечка; 20-ножка клочка мозжечка; 21-клочок мозжечка; 22-боковое отверстие IV желудочка; 23-сосудистое сплетение IV желудочка; 24-ромбовидная ямка; 25-центральное отверстие IV желудочка; 26-тонкий пучок; 27-продолговатый мозг; 28-сосудистое сплетение IV желудочка; 29-язычок (передняя) доля мозжечка; 30-верхний мозговой парус; 31 - пластинка крыши среднего мозга; 32 - ножка мозга; 33-ручка нижнего холмика; 34-хвост хвостатого ядра; 35 - ручка верхнего бугорка; 36-верхний холмик четверохолмия; 37-шишковидное тело; 38-треугольник поводка; 39 - III желудочек; 40-мозговая полоска таламуса; 41 - головка хвостатого ядра; 42-столбы свода мозга

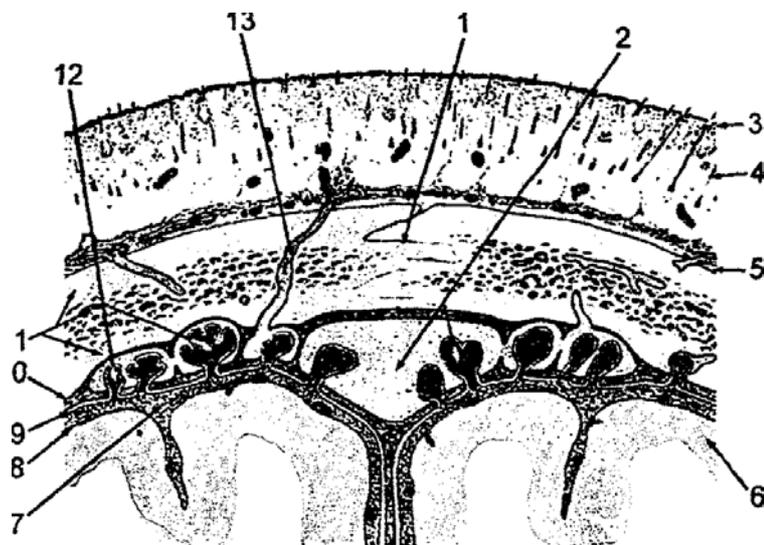


Рис. 63. Оболочки головного мозга:

1 -сагиттальный шов черепа; 2-верхний сагиттальный синус и пахионова грануляция; 3-эпидермис; 4-собственно кожа; 5-сухожильный шлем; 6-серое вещество (кора) мозга; 7-подпаутинное пространство; 8-сосудистая оболочка; 9-паутинная оболочка; 10-твёрдая мозговая оболочка; 11 -теменная кость; 12-пахионовы грануляции паутинной оболочки, боковые лакуны; 13-вена-"выпускник" теменной кости

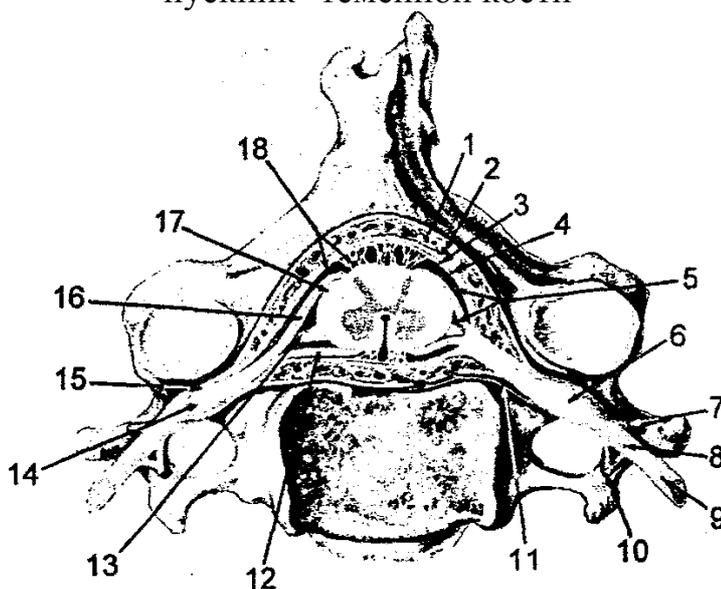


Рис. 64. Оболочки спинного мозга:

1-надкостница; 2-эпидуральное пространство, позвоночное венозное сплетение; 3 - субдуральное пространство; 4 - твёрдая оболочка спинного мозга; 5-подпаутинное пространство; 6-спинномозговой ганглий, покрытый твердой мозговой оболочкой; 7-задняя ветвь спинномозгового нерва; 8-спинномозговой нерв, покрытый эпиневрием; 9 - передняя ветвь спинномозгового нерва; 10-соединяющая ветвь спинномозгового нерва; 11 -оболочечная ветвь спинномозгового нерва; 12-передний корешок спинномозгового нерва; 13-зубчатая связка; 14-спинномозговой ганглий; 15-ствёрдая оболочка спинного мозга; 16-задний корешок спинномозгового нерва; 17—сосудистая оболочка спинного мозга; 18-паутинная оболочка спинного мозга

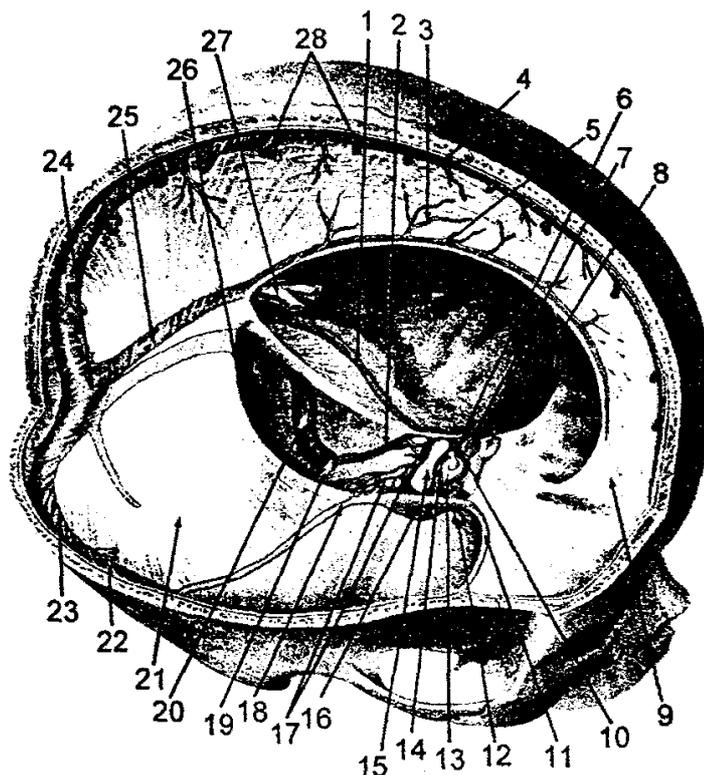
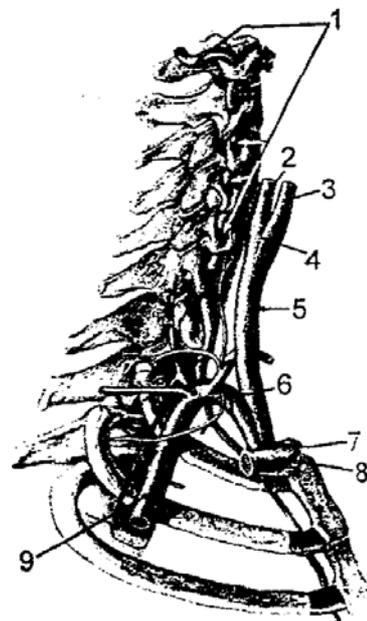


Рис. 65. Синусы твёрдой мозговой оболочки головного мозга:

1 -левый верхний каменный синус; 2-нижний каменный синус; 3-большой серп мозга; 4-верхний сагиттальный синус; 5-нижний сагиттальный синус; 6-воронка; 7-внутренняя сонная артерия; 8-зрительный нерв; 9-петушиный гребень; 10-межпещеристый синус; 11-крыло-теменной синус; 12—средние поверхностные вены мозга; 13-диафрагма седла; 14-межпещеристый синус; 15-спинка седла; 16-пещеристый синус; 17-основной синус; 18-правый верхний каменный синус; 19 - верхняя луковица внутренней яремной вены; 20-сигмовидный синус; 21-намёт (палатка) мозжечка; 22-внутренний вены мозга; 23 - поперечный синус; 24-сток (место слияния) синусов; 25-прямой синус; 26-вырезка намёта (палатки); 27-большая вена мозга; 28-верхние вены мозга

Рис. 66. Схема отхождения от аорты сонной и позвоночной артерий (вид справа, сбоку и несколько спереди):

1 -позвоночная артерия; 2-внутренняя сонная артерия; 3-наружная сонная артерия; 4-синус общей сонной артерии; 5-общая сонная артерия; 6-подключичная артерия; 7 - плечеголовной ствол; 8 - ключица; 9-подмышечная артерия



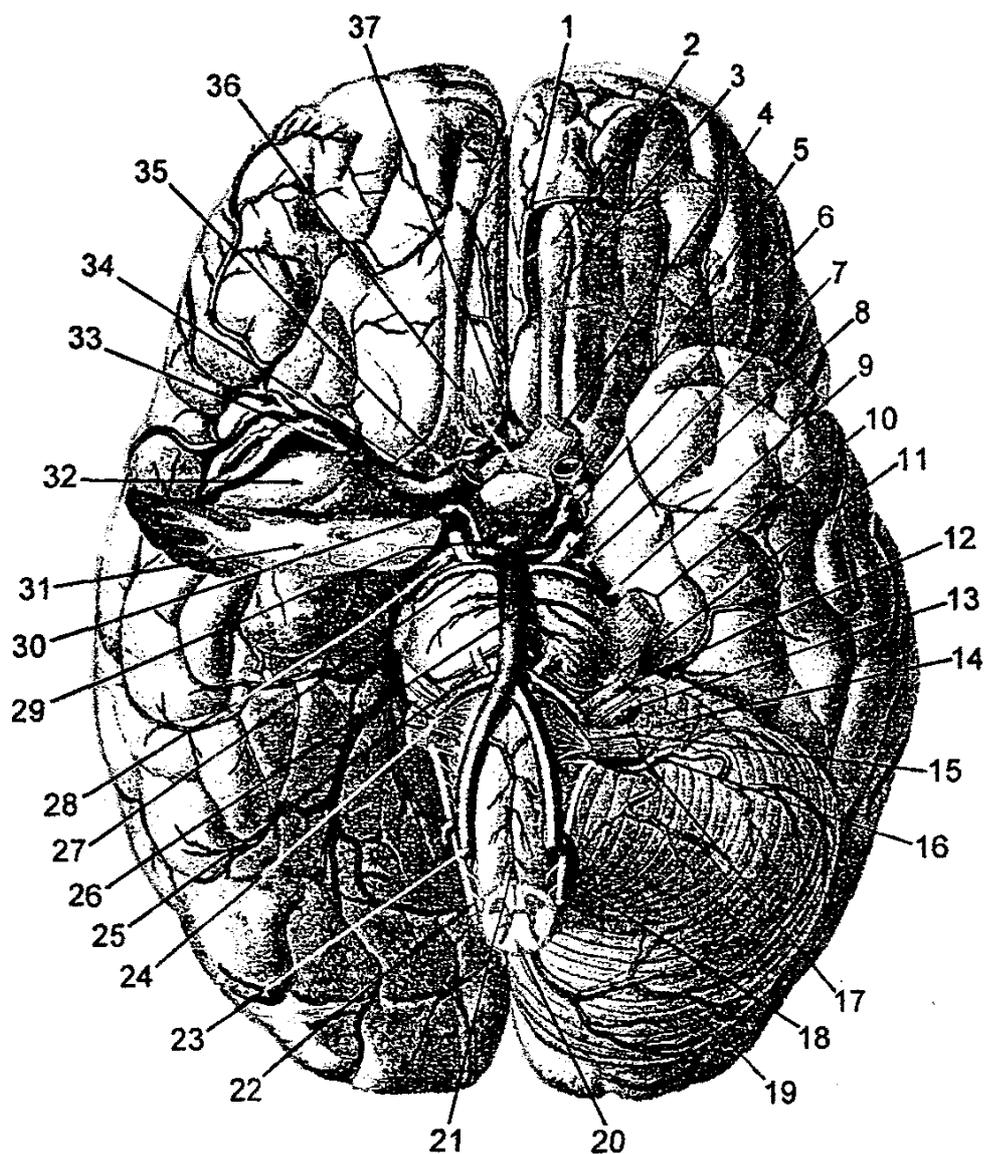


Рис. 67. Основание мозга с артериальными сосудами:

1 -передняя артерия мозга; 2-обонятельная луковица; 3—обонятельный тракт; 4-зрительный нерв (II); 5-внутренняя сонная артерия; 6-задняя соединяющая артерия; 7—глазодвигательный нерв (III); 8-задняя артерия мозга; 9—верхняя мозжечковая артерия; 10 - тройничный нерв (V); 11 -артерия лабиринта; 12-лицевой нерв (VII); 13-преддверно-улитковый нерв (VIII); 14-сосудистое сплетение IV желудочка; 15-языкоглоточный нерв (IX); 16-нижняя передняя артерия мозжечка; 17-блуждающий нерв (X); 18-нижняя задняя артерия мозжечка; 19-полушарие мозжечка; 20-спинной мозг; 21-передняя артерия спинного мозга; 22-добавочный нерв (XI); 23-позвоночная артерия; 24-подъязычный нерв (XII); 25-отводящий нерв (VI); 26-базилярная артерия; 27-верхняя мозжечковая артерия; 28-задняя артерия мозга; 29 -межножковое продырявленное вещество; 30-передняя артерия сосудистого сплетения; 31—височная доля; 32-островковая доля (островок); 33-средняя артерия мозга; 34-подмозолистая область; 35 - передняя артерия мозга; 36-зрительный перекрест; 37-передняя соединяющая артерия

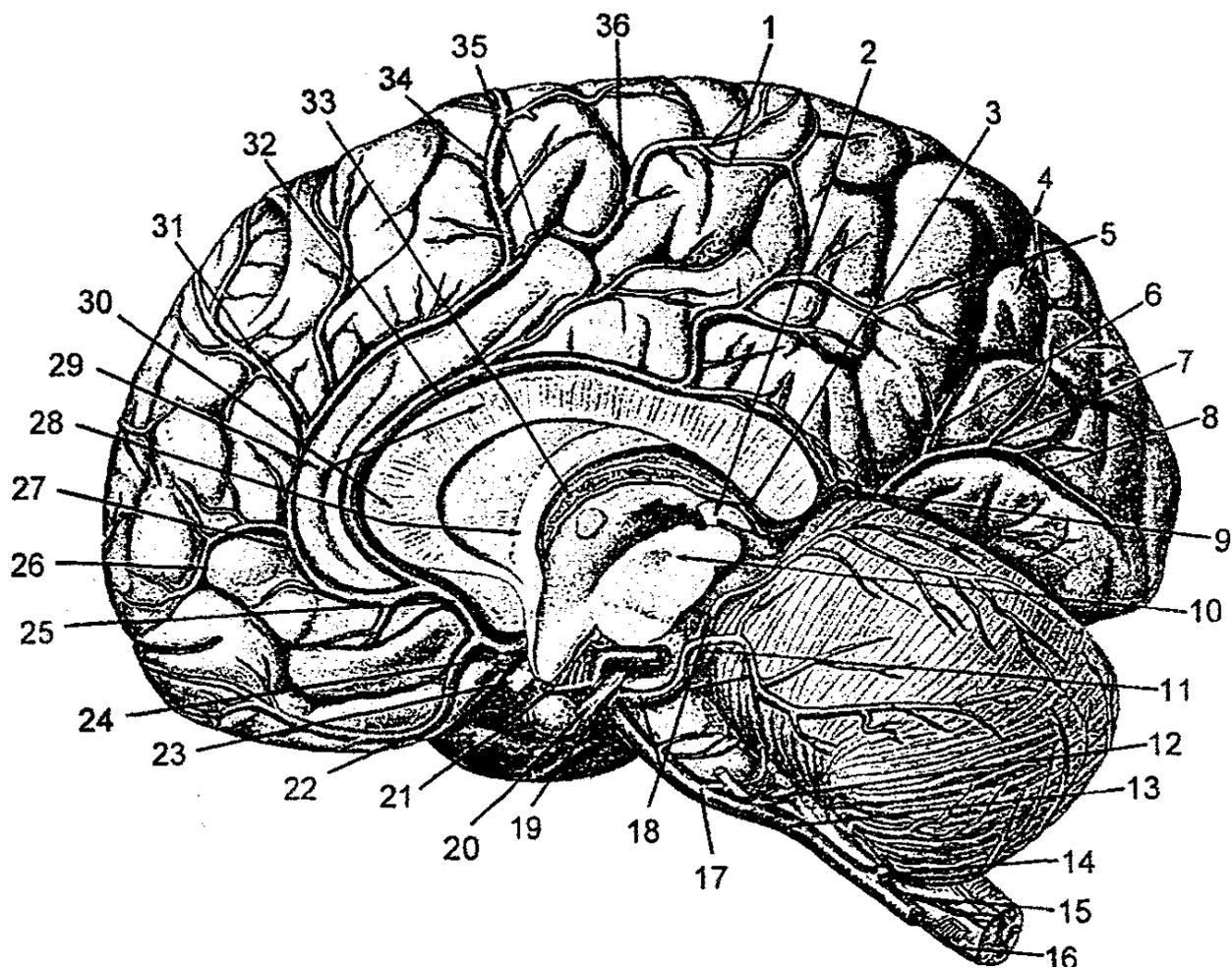


Рис. 68. Ход передней мозговой артерии (левое большое полушарие удалено): 1-околоцентральной артерии; 2-шишковидное тело; 3-внутренняя мозговая артерия; 4—теменно-затылочная борозда; 5-артерия предклинья; 6-теменно-затылочная ветвь; 7—средняя затылочная артерия; 8-шпорная ветвь задней мозговой артерии; 9-большая вена мозга; 10-ножка мозга; 11 -блоковый нерв (IV); 12-нижняя передняя мозжечковая артерия; 13-левая позвоночная артерия, внутричерепная часть; 14—нижняя задняя мозжечковая артерия; 15-задняя артерия спинного мозга; 16-передняя артерия спинного мозга; 17-базилярная артерия; 18 "верхняя мозжечковая артерия; 19-задняя артерия мозга; 20-глазодвигательный нерв (III); 21 -задняя соединяющая артерия; 22-средняя лобноосновная артерия; 23-зрительный нерв (II); 24-передняя соединяющая артерия; 25-передняя мозговая артерия; 26-лобная переднемедиальная ветвь; 27-мозолисто-краевая артерия; 28-столб свода мозга; 29-поясная извилина; 30-мозолистое тело; 31 -лобная среднемедиальная ветвь; 32-передняя мозговая артерия; 33-сосудистое сплетение III желудочка; 34-лобная заднемедиальная ветвь; 35-поясная борозда; 36—поясная ветвь

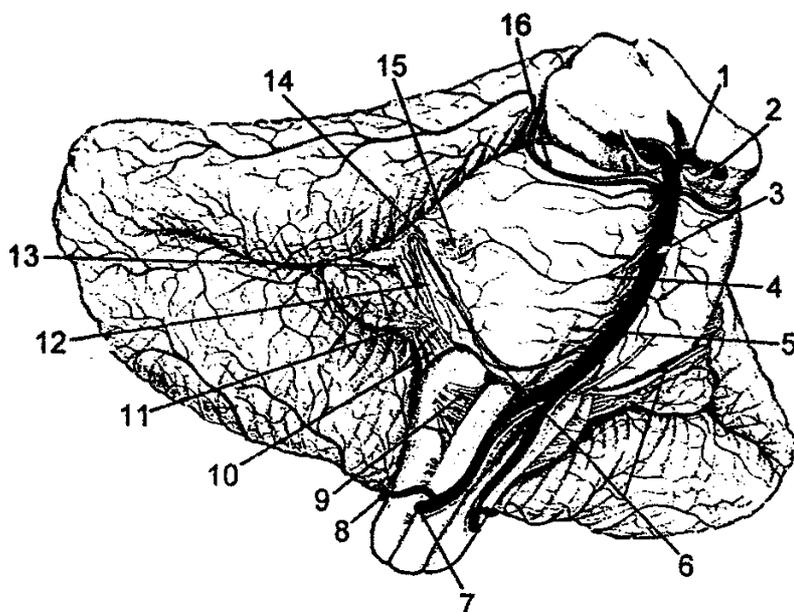


Рис. 69. Базилярная артерия и её ветви:

1 - левая задняя мозговая артерия; 2- глазодвигательный нерв (III); 3-базилярная артерия; 4-артерии моста; 5-отводящий нерв (VI); 6-передняя нижняя мозжечковая артерия; 7-правая позвоночная артерия; 8-задняя нижняя мозжечковая артерия; 9-подъязычный нерв (XII); 10-языкоглоточный (IX) и блуждающий (X) нервы; 11 -сосудистое сплетение IV желудочка, клочок мозжечка; 12-лицевой нерв (VII); 13 - преддверно-улитковый нерв (VIII); 14 - артерия лабиринта; 15-тройничный нерв (V); 16-верхняя мозжечковая артерия

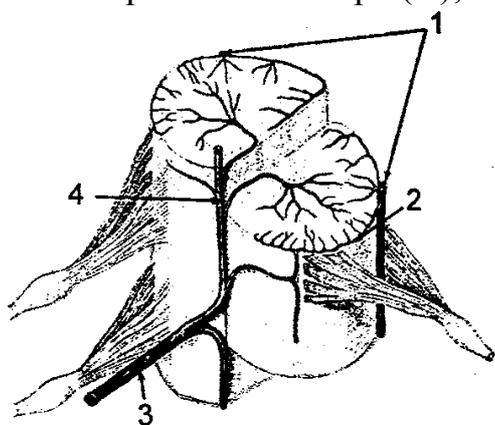


Рис. 70. Артериальные сосуды спинного мозга;

1 -задняя спинномозговая артерия;
2- венечная артерия спинного мозга;
3 - сегментарная артерия спинного мозга;
4-передняя спинномозговая артерия;

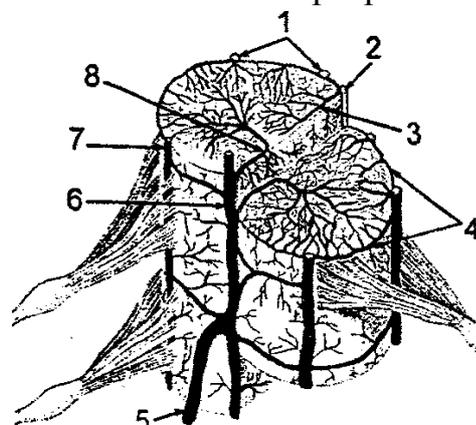


Рис. 71. Венозные сосуды спинного мозга: 1 - задние боковые вены спинного мозга; 2-задняя центральная вена спинного мозга;

3-задняя внутри-мозговая вена спинного мозга; 4 - венечная вена спинного мозга; 5-сегментарная вена; 6-передняя центральная вена спинного мозга; 7-передняя боковая вена спинного мозга; 8-вена передней срединной борозды спинного мозга

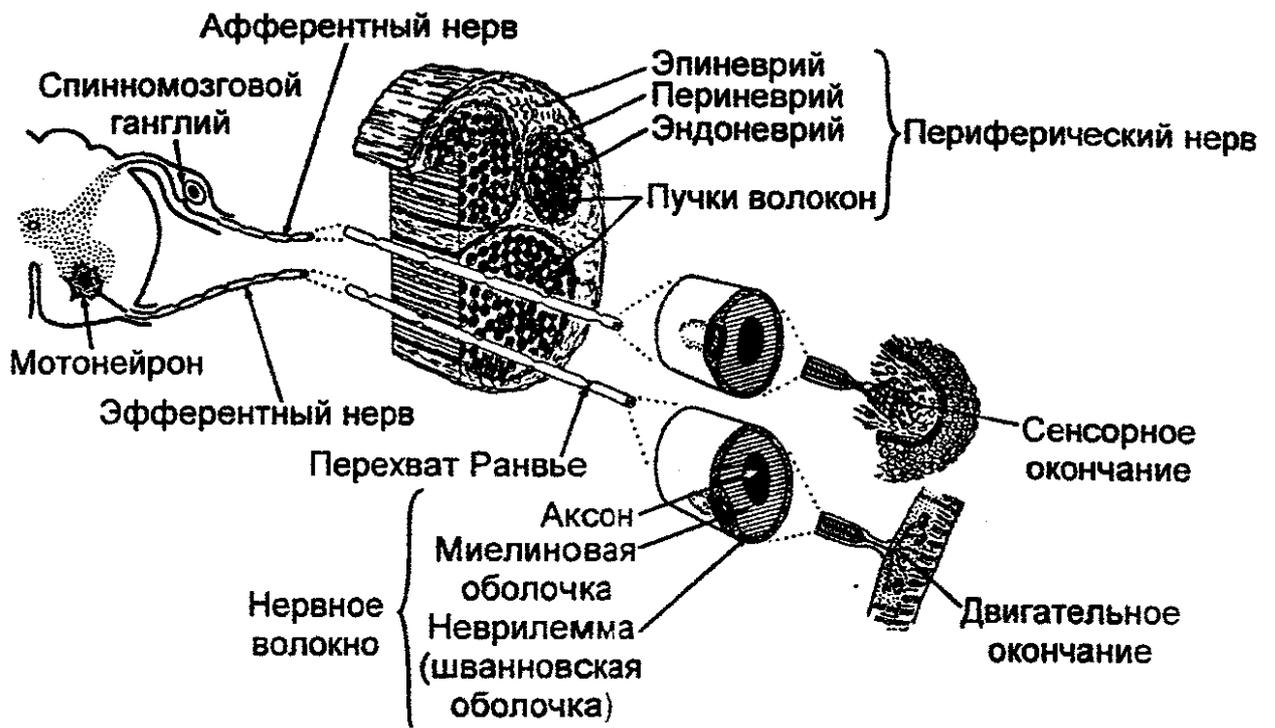


Рис. 72. Схема организации периферической нервной системы, строение нервов

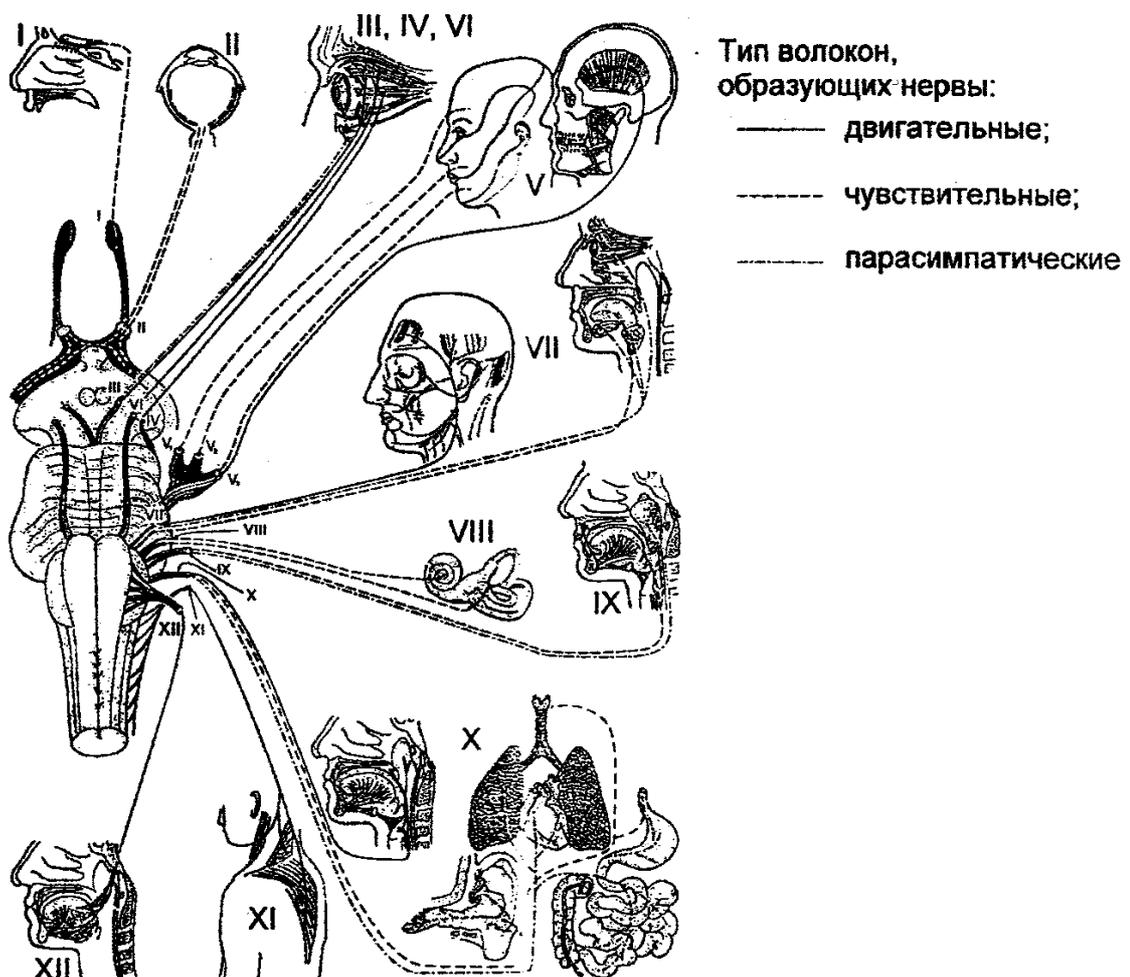


Рис. 73. Схема областей иннервации черепных нервов

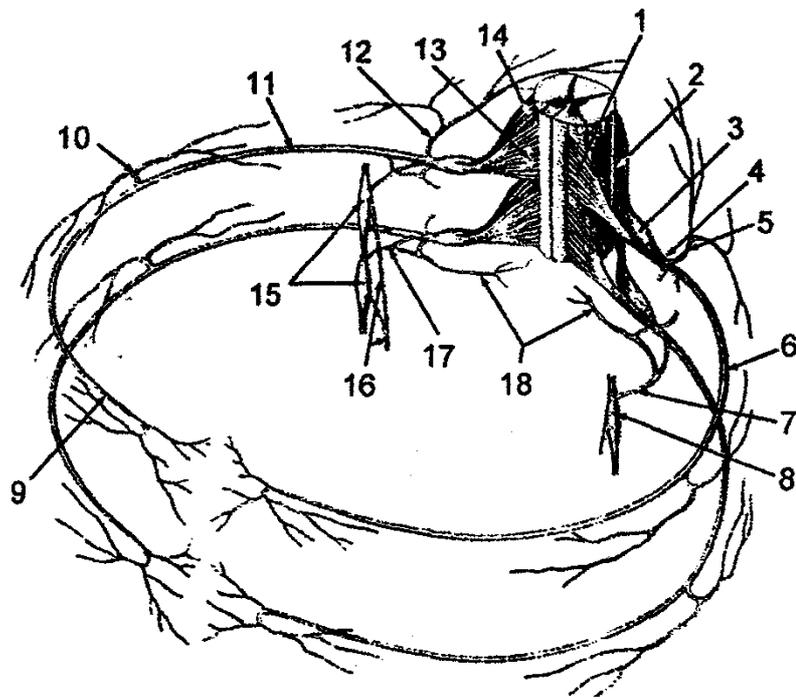


Рис. 74. Два грудных спинномозговых сегмента с соответствующими спинномозговыми нервами: 1 и 13-передние корешки; 2 и 14-задние корешки; 3-спинномозговой ганглий-4-ствол спинномозгового нерва; 5 и 12-задние ветви; 6 и 11 -передние ветви (межрёберные нервы); 7 и 17-соединительные ветви; 8 и 15-ганглии симпатических стволов; 9-передняя кожная ветвь (грудная или брюшная)-10-боковая кожная ветвь (грудная или брюшная); 16 - большой внутренностный нерв 18-оболочечные ветви

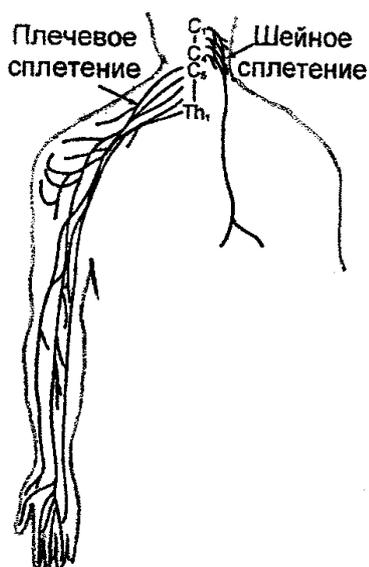
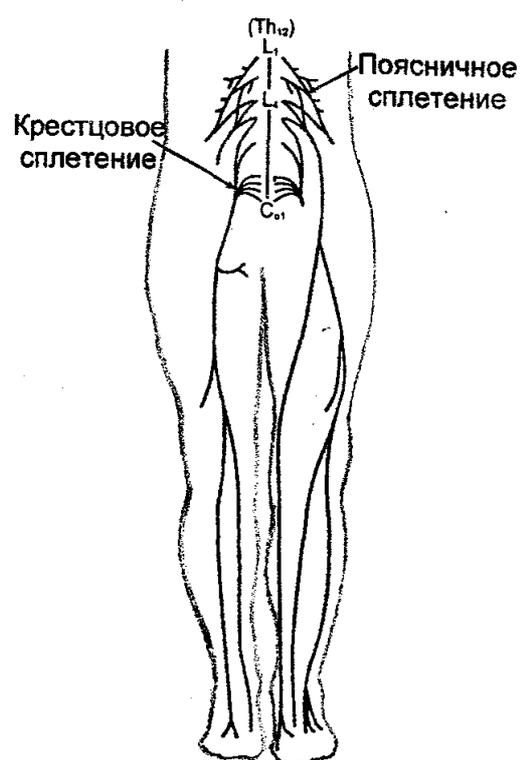


Рис. 75. Схема шейного и плечевого сплетений

Рис. 76. Схема поясничного и крестцового сплетений



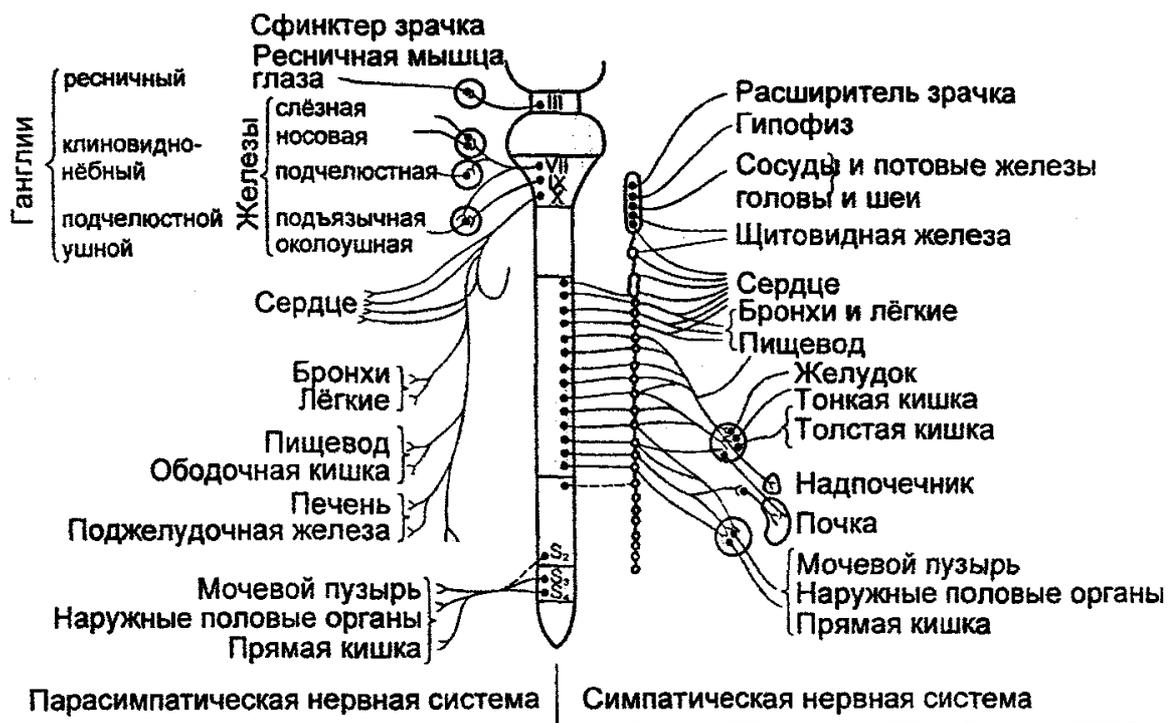


Рис. 77. Схема организации вегетативной нервной системы

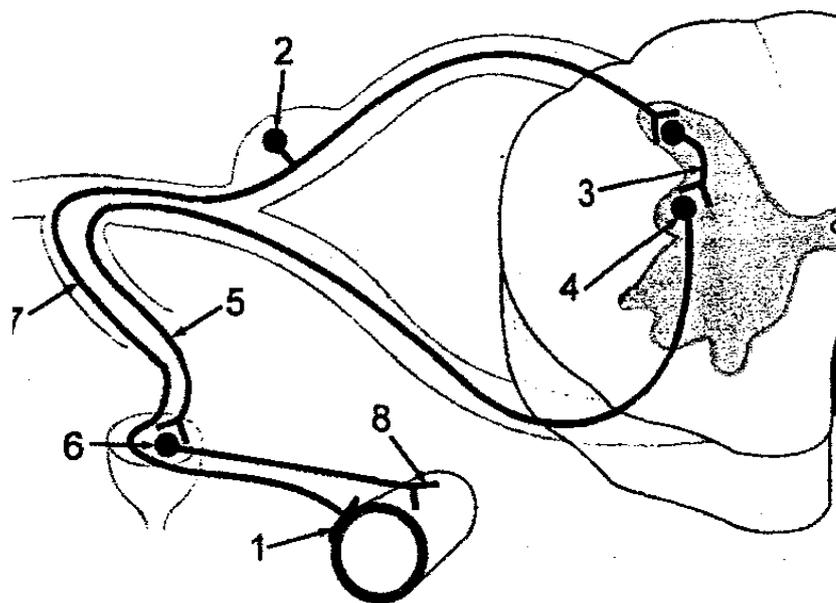


Рис. 78. Схема вегетативной рефлекторной дуги (на примере симпатической дуги, замыкающейся на уровне спинного мозга):

1 -чувствительные окончания (рецепторы) афферентного нейрона, воспринимающие показатели гомеостаза; 2-псевдоуниполярный чувствительный нейрон; 3-вставочный нейрон; 4-симпатический центральный нейрон; 5-преганглио-нарное эфферентное волокно; 6-вегетативный нейрон симпатического ганглия; 7 - постганглионарное эфферентное волокно; 8 - симпатическое нервное окончание, иннервирующее рабочий орган (гладкую мускулатуру сосудов и желез)

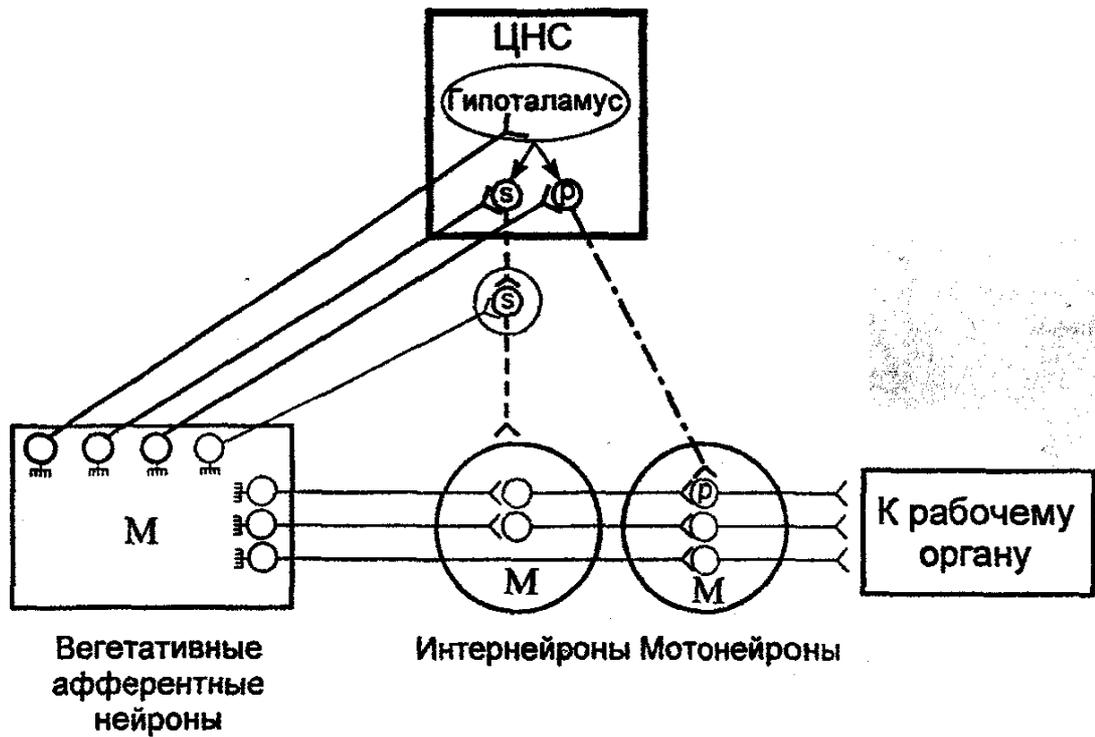


Рис. 79. Схема взаимоотношений отделов вегетативной нервной системы: М — нейроны метасимпатической системы, S — нейроны симпатической системы, P - нейроны парасимпатической системы

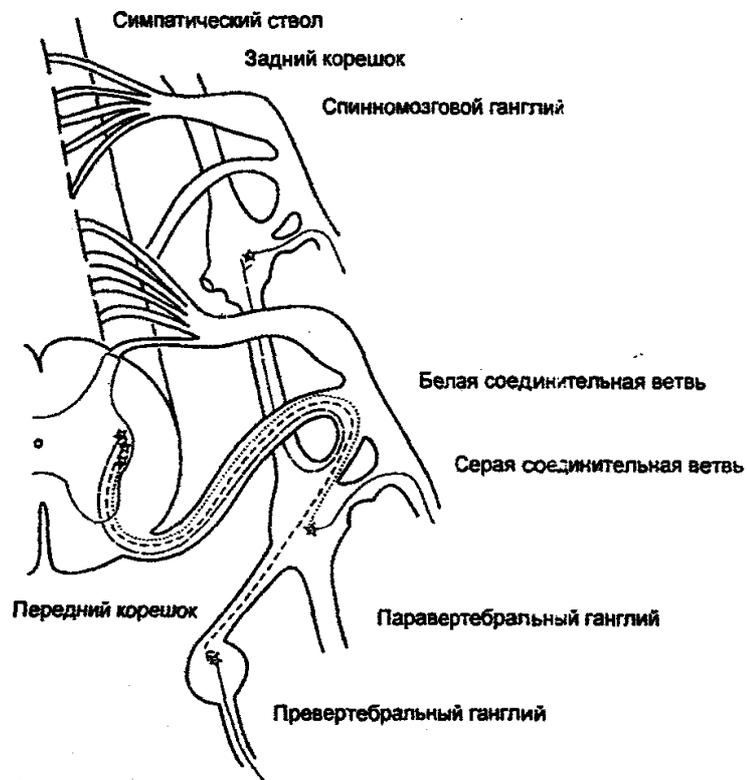


Рис. 80. Схема преганглионарных и постганглионарных волокон симпатической нервной системы

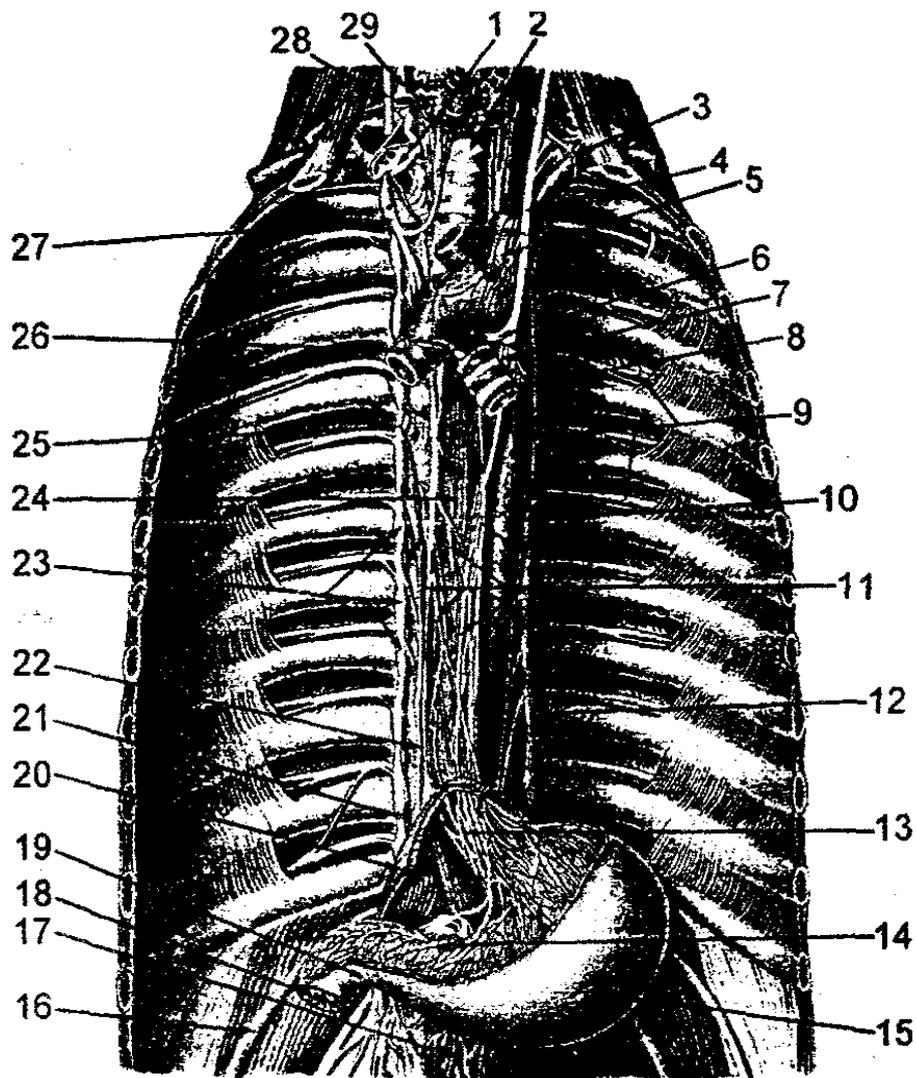


Рис. 81. Схема расположения в грудной полости нервов и симпатических стволов: 1-шейно-грудной узел; 2-трахея; 3-подключичная артерия; 4-блуждающий нерв; 5-аортальное и сердечное грудные сплетения; 6-возвратный гортанный нерв; 7-бронхиальные ветви блуждающего нерва; 8-левый бронх; 9-передние ветви грудных нервов (межрёберные нервы); 10-аорта; 11 -блуждающий нерв, пищеводное сплетение; 12-соединительные ветви; 13-брюшная часть пищевода; 14-передние желудочные ветви блуждающего нерва; 15-желудок; 16—передняя ветвь XII грудного нерва; 17 - аорта; 18-двенадцатиперстная кишка; 19-привратник желудка; 20 -диафрагма; 21- малый чревный нерв; 22-большой чревный нерв; 23 — грудные ганглии симпатического ствола; 24 - пищевод; 25 - симпатический ствол; 26 - бронхиальные ветви блуждающего нерва; 27, 28- блуждающий нерв; 29-общая сонная артерия

Литература

1. Сапин М.Р., Никитюк Д.Б. Анатомия человека (в 3 томах). – М., Элиста.: АПП «Джангар», 1998., Т. 3. – С.206–459.
2. Анатомия человека (в 2 томах) / Под ред. М.Р. Сапина.– М.: Медицина, 1993, Т.2. – С.268–478.
3. Привес М.Г., Лысенков Н.К., Бушкович В.И. Анатомия человека.– М.:Медицина, 1985. – 816 с.
4. Синельников Р.Д., Синельников Я.Р. Атлас анатомии человека (в 4 томах). – М.: Медицина, 1994, Т.4. – С.10–254.
5. Гистология / Под ред. В.Г. Елисеева. – М.:Медицина, 1983. – 611 с.
6. Турыгин В.В. Структурно-функциональная характеристика проводящих путей центральной нервной системы. – Челябинск, 1990, ил. 32, 190 с.
7. Блум Ф., Лейзерсон А., Хофстедтер Л. Мозг, разум поведение. – М.:Мир, 1988. – 248 с.
8. Мозг / Д. Хьюбел, Ч. Стивенс, Э.Кэндел и др.; Под ред. П.В. Симонова., Пер. с англ. – М.: Мир, 1984. –280 с.
9. Фениш Х. Карманный атлас анатомии человека на основе Международной номенклатуры / При участии В. Даубера; Пер. с англ.; Пер. под ред. С.Д. Денисова. – 2-е изд., стереотип. – Мн.: Выш. Шк., 1998. – 464 с.

Оглавление

1. ВВЕДЕНИЕ. ПРЕДМЕТ ИЗУЧЕНИЯ АНАТОМИИ ЦНС. ФУНКЦИИ ЦНС.....	3
1.1. НЕРВНАЯ СИСТЕМА КАК ПРЕДМЕТ ИЗУЧЕНИЯ АНАТОМИИ, ФУНКЦИИ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ.....	3
1.2. МЕСТО АНАТОМИИ СРЕДИ ДРУГИХ НАУК.....	4
1.3. ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В АНАТОМИИ.....	5
2. МИКРОСТРУКТУРА НЕРВНОЙ ТКАНИ. ОСНОВНЫЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ.....	6
2.1. НЕЙРОН КАК ОСНОВНАЯ МОРФО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ЕДИНИЦА НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ.....	6
2.1.1. СТРОЕНИЕ НЕРВНЫХ КЛЕТОК НА КЛЕТОЧНОМ И СУБКЛЕТОЧНОМ УРОВНЯХ.....	7
2.1.2. КЛАССИФИКАЦИЯ НЕРВНЫХ ВОЛОКОН.....	9
2.1.3. КЛАССИФИКАЦИЯ НЕЙРОНОВ. КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ РЕФЛЕКТОРНАЯ ДУГА.....	10
2.2. ГЛИАЛЬНЫЕ КЛЕТКИ: ИХ РАЗНОВИДНОСТИ И ФУНКЦИИ.....	11
3. КЛАССИФИКАЦИЯ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ.....	12
4. ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКОЕ И ОНТОГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ.....	14
4.1. ФИЛОГЕНЕЗ (ЭВОЛЮЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ) НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ.....	14
4.2. ОНТОГЕНЕТИЧЕСКОЕ (ИНДИВИДУАЛЬНОЕ) РАЗВИТИЕ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ.....	18
5. СПИННОЙ МОЗГ.....	21
5.1. ФОРМА, ТОПОГРАФИЯ, ОСНОВНЫЕ ОТДЕЛЫ СПИННОГО МОЗГА.....	21
5.2. СЕРОЕ ВЕЩЕСТВО СПИННОГО МОЗГА.....	22
5.3. БЕЛОЕ ВЕЩЕСТВО СПИННОГО МОЗГА.....	23
5.3.1. ВОСХОДЯЩИЕ ПУТИ СПИННОГО МОЗГА.....	24
5.3.2. НИСХОДЯЩИЕ ПУТИ СПИННОГО МОЗГА.....	25
6. ГОЛОВНОЙ МОЗГ.....	26
6.1. ОБЩИЙ ОБЗОР ГОЛОВНОГО МОЗГА.....	26
6.2. СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ РОМБОВИДНОГО МОЗГА.....	28
6.2.1. ПРОДОЛГОВАТЫЙ МОЗГ.....	28
6.2.2. МОСТ.....	31
6.2.3. РОМБОВИДНАЯ ЯМКА.....	32
6.2.4. ФУНКЦИИ ПРОДОЛГОВАТОГО МОЗГА И МОСТА.....	33
6.2.5. МОЗЖЕЧОК.....	34
6.2.6. ФУНКЦИИ МОЗЖЕЧКА.....	35
6.2.7. ПЕРЕШЕЕК РОМБОВИДНОГО МОЗГА.....	36
6.3. СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ СРЕДНЕГО МОЗГА.....	36
6.3.1. ВНЕШНЕЕ И ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ СРЕДНЕГО МОЗГА.....	36
6.3.2. ФУНКЦИИ СРЕДНЕГО МОЗГА.....	37
6.4. ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ МОЗГ.....	38
6.4.1. ТАЛАМУС (ЗРИТЕЛЬНЫЙ БУГОР).....	38
6.4.2. ЭПИТАЛАМУС.....	39
6.4.3. МЕТАТАЛАМУС.....	39

6.4.4. ГИПОТАЛАМУС.....	39
6.5. КОНЕЧНЫЙ МОЗГ.....	41
6.5.1. ЭВОЛЮЦИЯ КОНЕЧНОГО МОЗГА.....	41
6.5.2. СТРОЕНИЕ КОНЕЧНОГО МОЗГА.....	42
6.5.2.1. СТРОЕНИЕ КОРЫ (ПЛАЩА) МОЗГА.....	41
6.5.2.1.1. НАРУЖНОЕ СТРОЕНИЕ ПЛАЩА МОЗГА: ПОВЕРХНОСТИ ПОЛУШАРИЙ, ОСНОВНЫЕ БОРОЗДЫ И ИЗВИЛИНЫ.....	41
6.5.2.1.2. ЛИМБИЧЕСКАЯ СИСТЕМА: ВХОДЯЩИЕ В НЕЕ СТРУКТУРЫ, ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ СИСТЕМЫ.....	43
6.5.2.1.3. ГИСТОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ КОРЫ БОЛЬШОГО МОЗГА.....	44
6.5.2.1.4. ЛОКАЛИЗАЦИЯ ФУНКЦИЙ В КОРЕ ПОЛУШАРИЙ БОЛЬШОГО МОЗГА. ПОНЯТИЕ ОБ АНАЛИЗАТОРЕ.....	45
6.5.2.1.4.1. ЛОКАЛИЗАЦИЯ У ЧЕЛОВЕКА КОРКОВЫХ ЦЕНТРОВ НЕСПЕЦИФИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ.....	47
6.5.2.1.4.2. ЛОКАЛИЗАЦИЯ КОРКОВЫХ ЦЕНТРОВ ФУНКЦИЙ, СПЕЦИФИЧНЫХ ДЛЯ ЧЕЛОВЕКА.....	48
6.5.2.2. БАЗАЛЬНЫЕ ЯДРА КОНЕЧНОГО МОЗГА.....	49
6.5.2.3. БЕЛОЕ ВЕЩЕСТВО ПОЛУШАРИЙ БОЛЬШОГО МОЗГА. ОСНОВНЫЕ ПРОВОДЯЩИЕ СИСТЕМЫ КОНЕЧНОГО МОЗГА.....	50
7. ОСНОВНЫЕ ПРОВОДЯЩИЕ ПУТИ (СИСТЕМЫ) ГОЛОВНОГО И СПИННОГО МОЗГА.....	52
7.1. ОСНОВНЫЕ ВОСХОДЯЩИЕ ПУТИ ГОЛОВНОГО И СПИННОГО МОЗГА.....	52
7.2 ОСНОВНЫЕ НИСХОДЯЩИЕ ПУТИ ГОЛОВНОГО И СПИННОГО МОЗГА.....	56
8. ЖЕЛУДОЧКИ МОЗГА. ОБОЛОЧКИ ГОЛОВНОГО И СПИННОГО МОЗГА, ПОДОБОЛОЧЕЧНЫЕ ПРОСТРАНСТВА. СПИННОМОЗГОВАЯ ЖИДКОСТЬ.....	58
8.1. СИСТЕМА ЖЕЛУДОЧКОВ ГОЛОВНОГО МОЗГА.....	58
8.2 ОБОЛОЧКИ СПИННОГО И ГОЛОВНОГО МОЗГА.....	59
8.3 ПРОИСХОЖДЕНИЕ, ЦИРКУЛЯЦИЯ И РОЛЬ СПИННОМОЗГОВОЙ ЖИДКОСТИ.....	61
9. КРОВОСНАБЖЕНИЕ ГОЛОВНОГО И СПИННОГО МОЗГА.....	62
9.1. КРОВОСНАБЖЕНИЕ ГОЛОВНОГО МОЗГА.....	63
9.1.1. АРТЕРИИ ГОЛОВНОГО МОЗГА.....	63
9.1.2. ВЕНЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА.....	64
9.2. КРОВОСНАБЖЕНИЕ СПИННОГО МОЗГА.....	65
10. ПЕРИФЕРИЧЕСКАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА.....	66
10.1. ЧЕРЕПНЫЕ НЕРВЫ.....	67
10.1.1. ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ ЧЕРЕПНЫЕ НЕРВЫ.....	68
10.1.2. ДВИГАТЕЛЬНЫЕ ЧЕРЕПНЫЕ НЕРВЫ.....	69
10.1.3. СМЕШАННЫЕ ЧЕРЕПНЫЕ НЕРВЫ.....	70
10.2 СПИННОМОЗГОВЫЕ НЕРВЫ: СТРОЕНИЕ, ОБРАЗОВАНИЕ НЕРВНЫХ СПЛЕТЕНИЙ И ОБЛАСТИ ИННЕРВАЦИИ.....	72
10.2.1. СТРОЕНИЕ СПИННОМОЗГОВЫХ НЕРВОВ, ОСНОВНЫЕ ВЕТВИ.....	72
10.2.2. ШЕЙНОЕ СПЛЕТЕНИЕ.....	74
10.2.3. ПЛЕЧЕВОЕ СПЛЕТЕНИЕ.....	74
10.2.4. ПЕРЕДНИЕ ВЕТВИ ГРУДНЫХ СПИННОМОЗГОВЫХ НЕРВОВ.....	75
10.2.5. ПОЯСНИЧНОЕ СПЛЕТЕНИЕ.....	75

10.2.6. КРЕСТЦОВОЕ СПЛЕТЕНИЕ.....	76
11. ВЕГЕТАТИВНАЯ (АВТОНОМНАЯ) НЕРВНАЯ СИСТЕМА: ОБЩИЕ ВОПРОСЫ.....	77
11.1. МЕТАСИМПАТИЧЕСКАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА.....	79
11.2. СИМПАТИЧЕСКАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА.....	79
11.3. ПАРАСИМПАТИЧЕСКАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА.....	81
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ ПО АНАТОМИИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ.....	83
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	85
ЛИТЕРАТУРА.....	130