

© Сычугов М.В., 2025

Материалы к лекциям по анатомии и физиологии человека для СПО**Раздел 5. Нервная система. Неврология****Содержание**

Раздел 5. Нервная система. Неврология.....	1
5.1. Понятие о нервной системе	3
5.1.1. Характеристика нервной системы и её функций.....	3
5.1.2. Нервная ткань	4
5.1.3. Физиология нервных синапсов	9
5.2. Центральный отдел нервной системы	12
5.2.1. Строение спинного мозга	12
5.2.2. Функции спинного мозга.....	20
5.2.3. Общая характеристика головного мозга и его отделов	21
5.2.4. Продолговатый мозг	24
5.2.5. Задний мозг.....	27
5.2.6. Средний мозг	29
5.2.7. Промежуточный мозг	31
5.2.8. Большой мозг	34
5.2.9. Особенности строения коры большого мозга.....	36
5.2.10. Локализация функций в коре большого мозга.....	36
5.2.11. Базальные ядра, лимбическая система и функции этих образований.....	39
5.2.12. Изучение функций коры больших полушарий. Электроэнцефалография.....	40
5.3. Периферический отдел нервной системы	43
5.3.1. Обзор спинномозговых нервов	43
5.3.2. Обзор черепных нервов	46
5.4. Вегетативная нервная система.....	52
5.4.1. Сравнительная характеристика соматической и вегетативной нервных систем	52
5.4.2. Симпатическая нервная система её функции	55
5.4.3. Парасимпатическая нервная система и её функции	56
5.4.4. Управление вегетативными функциями	56
5.4.5. Понятие о вегетодистониях.....	57
5.5. Рефлексы. Высшая нервная деятельность	58
5.5.1. Учение о рефлексах	58
5.5.2. Учение о сигнальных системах	62
5.5.3. Высшая нервная деятельность	63
5.5.4. Типы высшей нервной деятельности	63

5.5.5. Формы высшей нервной деятельности	64
5.5.6. Возрастные особенности ВНД	67
Приложения	69
Нейромедиаторы и нейромодуляторы	69
Теоретический, номенклатурный и практический минимум	73
Примерные вопросы для повторения	74
Использованная и рекомендуемая литература	75

5.1. Понятие о нервной системе

5.1.1. Характеристика нервной системы и её функций

5.1.2. Нервная ткань

«Зачем мне адвокат? Я возьму с собой в суд лягушку и проделаю перед судьями все мои опыты: пускай тогда прокурор опровергает меня».

И.М. Сеченов, 1860

«Если нет препятствий, то человек недостаточно раздражается, не получает толчков для работы. А это и есть доказательство инстинкта. Чем больше препятствий, тем больше действует инстинкт».

И.П. Павлов, 1913

5.1.1. Характеристика нервной системы и её функций

Нервная система (лат. systema nervosum) — совокупность органов и структур, образованных элементами нервной ткани, которая обеспечивает координацию протекающих в организме процессов и установление взаимосвязей организма с внешней средой.

Учение о нервной системе — неврология.

Основные функции нервной системы включают:

- восприятие действующих на организм раздражителей;
- проведение и обработку воспринимаемой информации;
- формирование ответных и приспособительных реакций, включая ВНД и психику.

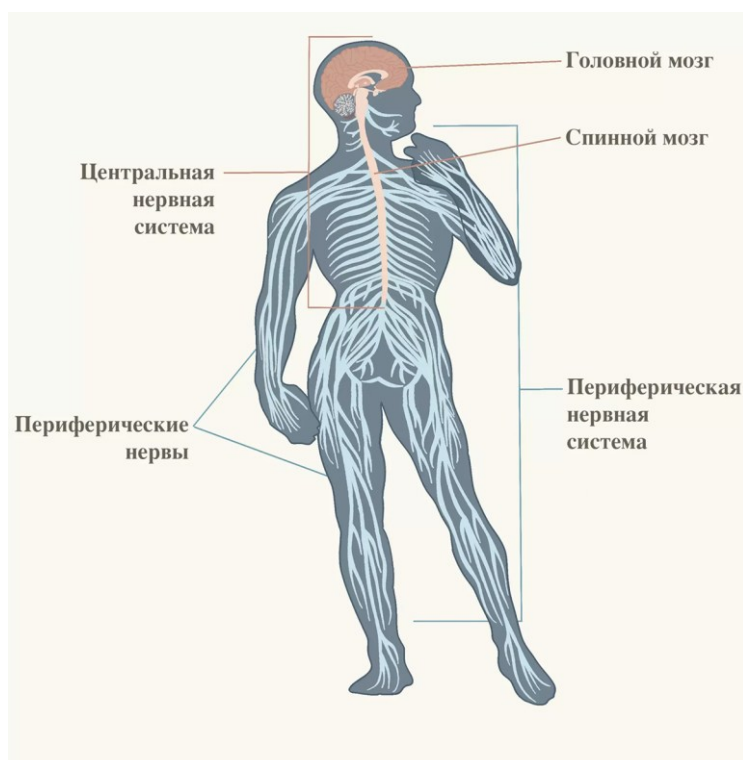


Рис. 5.1.1.1. Нервная система человека (по БРЭ)

По топографическому принципу нервную систему делят на центральную и периферическую.

К **центральной нервной системе** (ЦНС; *лат. systema nervosum centrale*) относят спинной и головной мозг, к **периферической** (*лат. systema nervosum periphericum*) — включает нервы, отходящие от спинного мозга, — спинномозговые нервы (31 пара) и нервы, отходящие от головного мозга, — черепные нервы (12 пар), а также сплетения нервов, нервные ганглии (нервные узлы, образованные телами нейронов) и нервные окончания.

Нервная система условно разделяется на **соматическую** (регулирование взаимоотношений между организмом и внешней средой), и **вегетативную, или автономную** (*лат. pars autonómica*) обеспечивает иннервацию внутренних органов, желёз, сосудов, органов чувств, а также трофическую иннервацию скелетных мышц.

5.1.2. Нервная ткань

Нервная ткань (*лат. textus nervosus*) является главным компонентом нервной системы, осуществляющей интеграцию и регуляцию всех процессов в организме и его взаимосвязь с внешней средой. Важнейшим функциональным свойством нервной ткани является лёгкая возбудимость и проводимость (передача импульсов). Она способна воспринимать раздражения из внешней и внутренней среды и передавать их по своим волокнам другим тканям и органам тела. Нервная ткань состоит из специальных клеток — **нейронов**, и вспомогательных глиальных клеток — **нейроглии**.

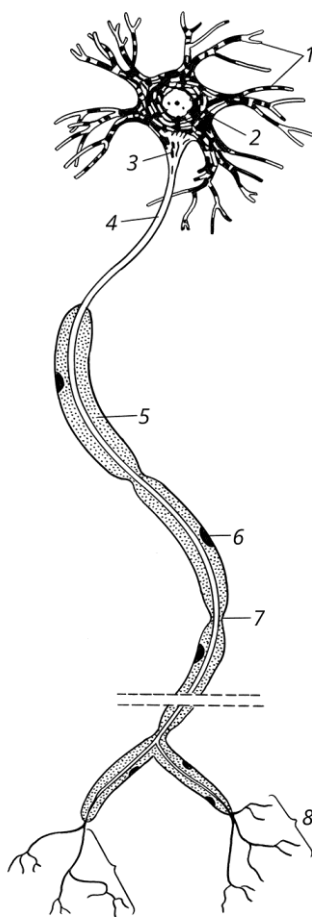
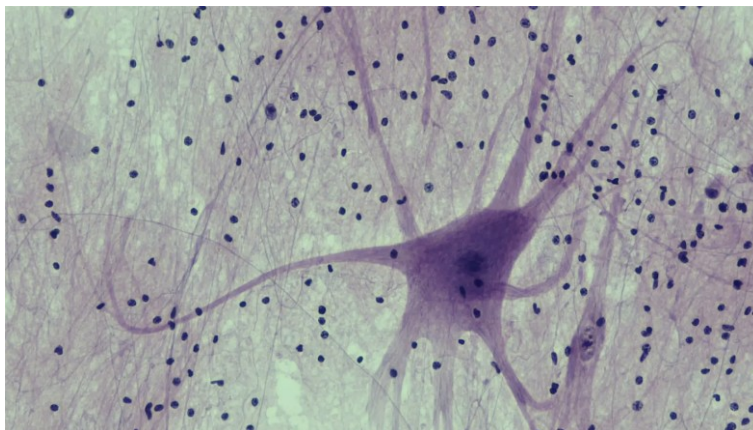


Рис. 5.1.2.1. Схематическое изображение нейрона (по БРЭ)

1 — дендриты; 2 — тело клетки (перикарион); 3 — аксонный холмик (триггерная область); 4 — аксон; 5 — миелиновая оболочка; 6 — ядро шванновской клетки; 7 — перехват Ранвье; 8 — эффекторные нервные окончания. Пропорции между размерами частей нейрона не соблюдены.

Структурно-функциональной единицей нервной системы является нервная клетка — **нейрон, или нейроцит** (лат. *neuronum, seu neurocytus*) — многоугольной формы клетки диаметром от 4 до 150 мкм. Тело клетки — трофический центр. От тела отходят отростки двух видов. Наиболее длинный из них (единственный), проводящий раздражение от тела нейрона к другим нейронам или к клеткам органов тела, называется **аксоном, или нейритом** (лат. *axis* — ось, длина его до 1–1,5 м). Другие более короткие древовидно ветвящиеся отростки, по которым импульсы проводятся по направлению к телу нейрона, называются **дендритами** (греч. *δένδρον* [*dendron*] — дерево).



5.1.2.2. Нервная ткань. Двигательный нейрон спинного мозга (по БРЭ)

По форме клеточного тела различают **нейроны пирамидные, зернистые, грушевидные и др.**

По количеству отростков нейроны делятся на 3 группы:

- **псевдоуниполярные** — аксон и дендрит начинаются от общего выроста тела клетки с последующим Т-образным делением.
- **биполярные** — с двумя отростками (аксон и дендрит).
- **мультиполярные** — с тремя и более отростками, встречаются чаще всего.

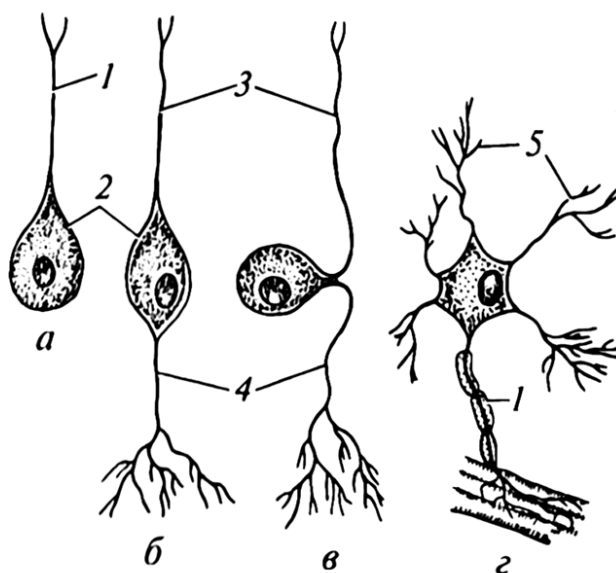


Рис. 5.1.2.3. Основные типы нервных клеток по количеству отростков (по В. Н. Николенко)

а — униполярный нейрон; *б* — биполярный нейрон; *в* — псевдоуниполярный нейрон;
г — мультиполярный нейрон; 1 — аксон; 2 — тело; 3 — центральный отросток;
 4 — периферический отросток; 5 — дендрит

По морфофункциональной характеристике выделяют **3 основных типа нейронов**.

- **Афферентные** (чувствительные, сенсорные, рецепторные) нейроны — несут импульсы от рецепторов к рефлекторному центру ЦНС, т. е. **центростремительно**. Тела этих нейронов лежат всегда вне головного или спинного мозга в узлах (ганглиях) периферической нервной системы.
- **Вставочные** (промежуточные, ассоциативные, контактные) нейроны — осуществляют передачу возбуждения с афферентного (чувствительного) нейрона на эфферентный (двигательный или секреторный).
- **Эфферентные** (двигательные, вегетативные, исполнительные, эффекторные) нейроны — передают импульсы от ЦНС к эффекторам (исполнительным или рабочим органам — мышцам, железам). Тела этих нейронов находятся в ЦНС или на периферии — в симпатических и парасимпатических узлах.

В количественном отношении в спинном и головном мозге преобладают вставочные нейроны.

Нейроглия (др.-греч. νεῦρον [neuron] — волокно, нерв и γλοιός [gloios] — клей) — вспомогательные клетки-спутники, которые со всех сторон окружают нейроны и составляет строму, в которой расположены более нежные нервные элементы. Клеток нейроглии в 10 раз больше, чем нейронов, и они размножаются. Нейроглия составляет большую часть объёма головного мозга, 60–90% всей его массы. Она выполняет в нервной ткани опорную, разграничительную, трофическую, секреторную и защитную функции.

Глиocyты имеют разнообразную форму: **астроциты, олигодендроциты, микроглиocyты**.

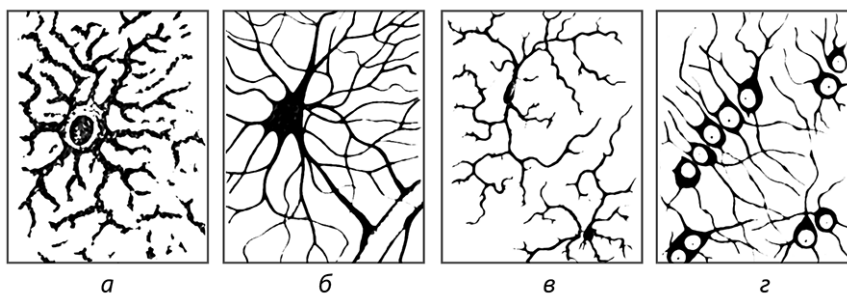


Рис. 5.1.2.4. Некоторые виды нейроглии (по В. Н. Николенко)

а — плазматические астроциты; б — волокнистые астроциты; в — олигодендроглия; г — микроглия

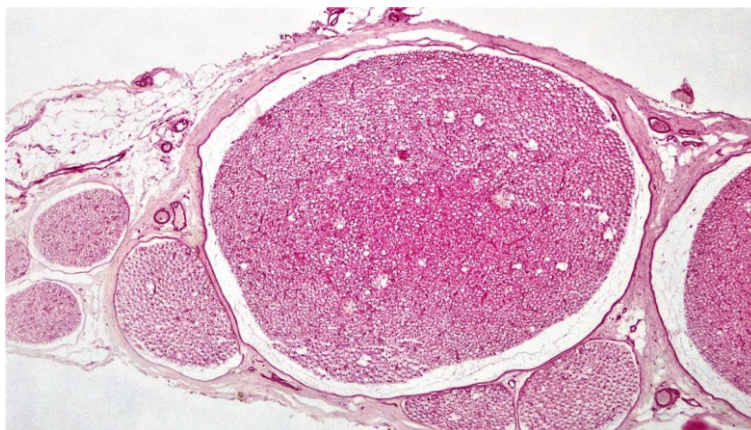


Рис. 5.1.2.5. Нервная ткань. Нервный пучок (по БРЭ)

Нервные волокна — это отростки (аксоны и дендриты) нервных клеток, обычно покрытые оболочками. Совокупность нервных волокон, заключённых в общую соединительнотканную оболочку, называется **нервом**.

В зависимости от строения нервные волокна делятся на **миелиновые** (мякотные) и **безмиелиновые** (безмякотные). Через промежутки равной длины (от 0,2 до 1–2 мм) миелиновая оболочка прерывается **перехватами Л. Ранвье**.

В **миелиновых** волокнах возбуждение передаётся **сальтаторно** (скачкообразно, прыжками) от одного перехвата к другому с большой скоростью, достигающей 80–120 м/с.

Безмиелиновые нервные волокна не имеют миелиновой оболочки и покрыты только **леммоцитами (шванновскими клетками)**. Эти морфологические особенности оказывают существенное влияние на скорость проведения возбуждения по нервному волокну. В безмиелиновых волокнах скорость передачи возбуждения составляет только 0,5–10 м/с, т. к. волна деполяризации мембраны идёт по всей плазмолемме, не прерываясь.



Рис. 5.1.2.6. Схема строения нервного волокна (по БРЭ)

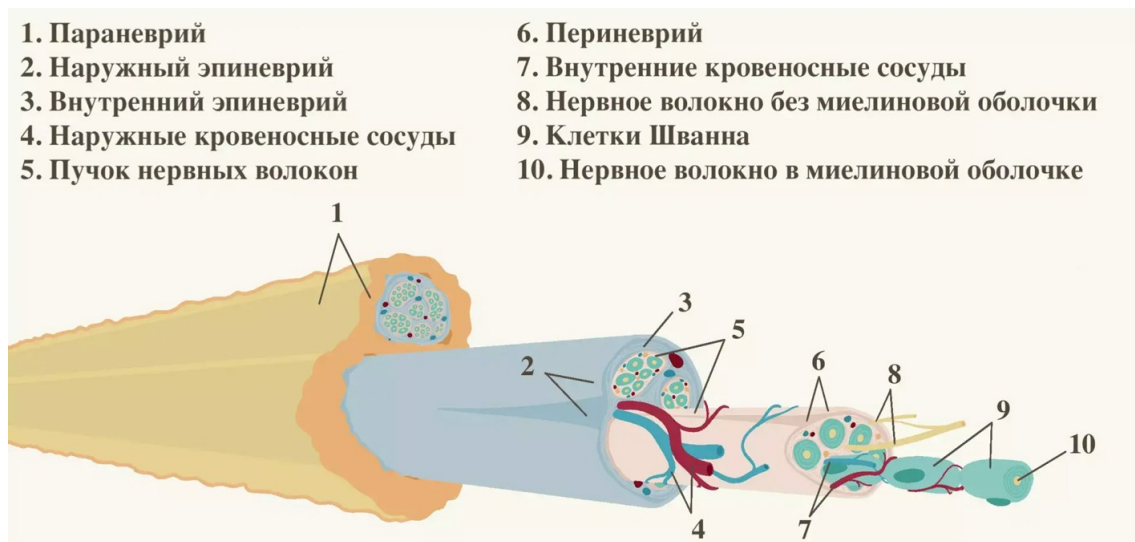


Рис. 5.1.2.7. Схема строения нерва (по БРЭ)

Нервные волокна, как и сама нервная и мышечная ткань, обладают следующими **физиологическими свойствами**:

- **Возбудимость** — способность нервного волокна отвечать на действие раздражителя изменением физиологических свойств и возникновением процесса возбуждения.
- **Проводимостью** называется способность волокна проводить возбуждение.

- **Рефрактерность** (абсолютная и относительная) — это временное снижение возбудимости ткани, возникающее после её возбуждения. Она может быть абсолютной, когда наблюдается полное снижение возбудимости ткани, наступающее сразу после её возбуждения, и относительной, когда через некоторое время возбудимость начинает восстанавливаться.
- **Лабильность**, или функциональная подвижность, — способность живой ткани возбуждаться в единицу времени определённое число раз.

Проведение возбуждения по нервному волокну подчиняется трём основным законам.

- **Закон анатомической и физиологической непрерывности:** проведение возбуждения возможно лишь при условии анатомической и физиологической непрерывности нервных волокон.
- **Закон двустороннего проведения возбуждения:** при нанесении раздражения на нервное волокно возбуждение распространяется по нему в обе стороны, т.е. центробежно и центростремительно.
- **Закон изолированного проведения возбуждения:** возбуждение, идущее по одному волокну, не передаётся на соседнее и оказывает действие только на те клетки, на которых это волокно оканчивается.

Нервные окончания — концевой аппарат нервных волокон, формирует межнейрональные контакты, или синапсы, рецепторные (чувствительные) окончания и двигательные (эффекторные) окончания.

Нервные окончания подразделяют на **рецепторы и эффекторы**.

Существует **3 группы рецепторов**.

- **Экстероцепторы** — воспринимают раздражения из окружающей среды; к ним относятся зрительные, слуховые, обонятельные, вкусовые, кожные рецепторы.
- **Проприоцепторы** — воспринимают раздражения из органов аппарата движения.
- **Интероцепторы** — получают информацию из внутренних органов и сосудов.

К **эффекторам** относятся нервные окончания в мышцах и железах.

Все нейроны связаны друг с другом посредством **синапсов**. Один аксон может образовывать от 3000 до 10000 синапсов на многих нервных клетках. В организме человека около 20 млрд. нейронов, число синапсов в тысячи раз больше количества самих клеток. Основной формой нервной деятельности является **рефлекс**. (см. «Рефлексы. Высшая нервная деятельность»).

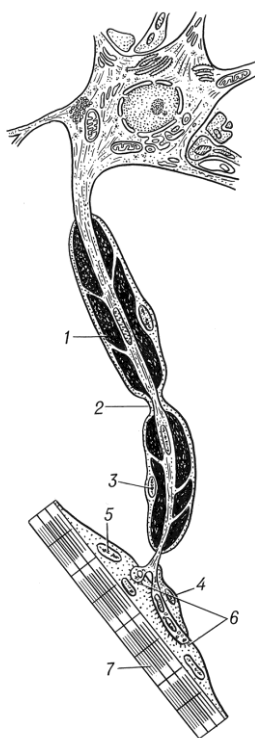


Рис. 5.1.2.8. Модель эффекторного нервного окончания и образуемого им синаптического контакта с мышцей (мионевральный синапс) (по БРЭ)

5.1.3. Физиология нервных синапсов

Синапсом (греч. σύναψις [synapsis] от συνάπτειν — соединение, связь, контакт) называется структурно-функциональное соединение между частями возбудимых клеток — пресинаптическим окончанием аксона и мембраной постсинаптической клетки, — обеспечивающие передачу сигналов с одной клетки на другую. Термин «синапс» был введён физиологом **Ч. Шеррингтоном** (1897).

В любом синапсе различают три **основные части: пресинаптическую мембрану, синаптическую щель и постсинаптическую мембрану.**

Имеется несколько критериев, согласно которым классифицируют синапсы.

По анатомо-гистологическому принципу **выделяют синапсы:**

- **межнейронные**, локализующиеся в ЦНС и вегетативных ганглиях;
- **нейроэффекторные** (нейромышечные и нейросекреторные), соединяющие эфферентные нейроны соматической и вегетативной нервной системы с исполнительными клетками (поперечнополосатыми и гладкими мышечными волокнами, секреторными клетками);
- **нейрорецепторные** (контакты во вторичных рецепторах между рецепторной клеткой и дендритом афферентного нейрона).

По морфологической организации различают:

- **Аксодендритические** синапсы — на дендритах и теле нейронов. Передатчики — аксоны.
- **Аксосоматические** синапсы — между аксоном и телом нейрона.
- **Аксошипиковые** синапсы — на шипиках (выросты на дендритах. С их изменением меняется работа нейронов).
- **Аксоаксональные** синапсы — между аксонами нейронов.
- **Дендродендритические** синапсы — между дендритами нейронов.
- **Сомосоматические** синапсы — между телами нейронов.

По способу передачи сигналов синапсы делятся на:

- **Химические** синапсы — возбуждение передаётся посредством медиаторов.
- **Электрические** синапсы — возбуждение передаётся посредством ионов.
- **Смешанные** синапсы — возбуждение передаётся посредством и медиаторов, и ионов.

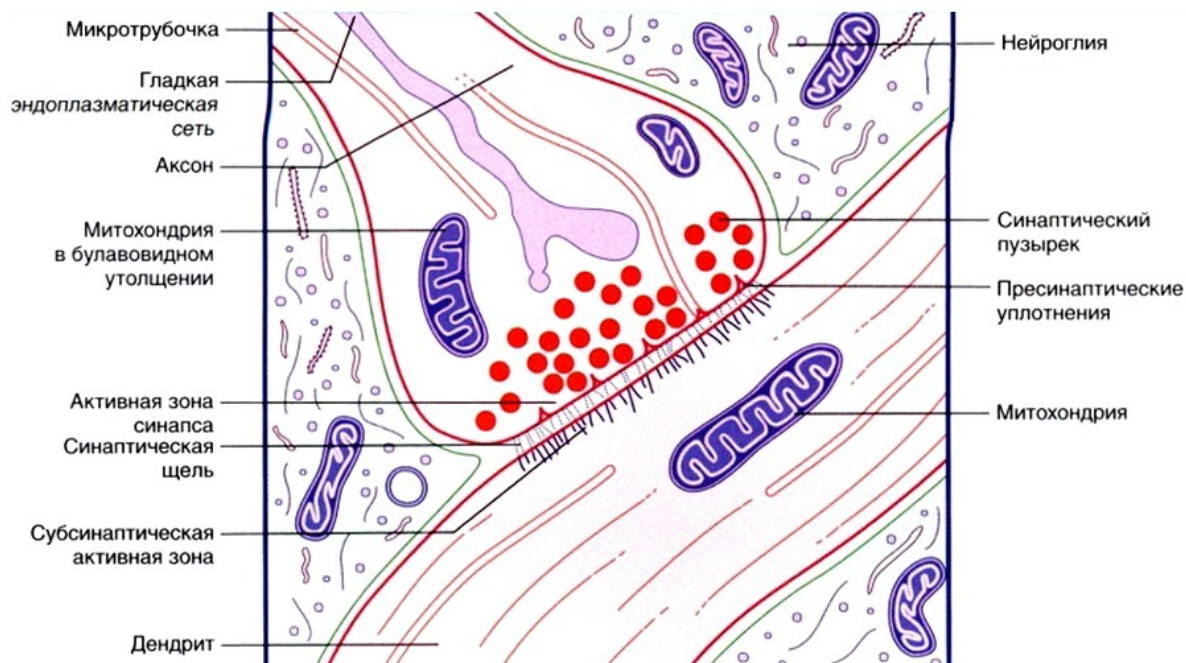


Рис. 5.1.3.1. Строение синапса

В зависимости от природы медиатора по нейрохимическому принципу различают следующие химические синапсы: **холинергические** (медиатор — ацетилхолин), **адренергические** (норадреналин), **дофаминергические** (дофамин), **ГАМК-ергические** (гамма-аминомасляная кислота) и т. д.

По функциональному эффекту синапсы могут быть **возбуждающими и тормозящими**.

Количество синапсов, образуемых одним нейроном в ЦНС, в среднем составляет 2–5 тыс. и более. Синапсы присутствуют на теле нейрона, его дендритах и в меньшей степени на аксоне. С помощью синапсов нейроны образуют нервные цепи и сети. К структурным элементам всех синапсов относятся: пресинаптическая и постсинаптическая мембраны, синаптическая щель.

Пресинаптическую функцию выполняют чаще всего окончания аксонов, а также тонкие ветвления дендритов. В пресинаптических окончаниях химических синапсов находятся **синаптические пузырьки, или везикулы**, которые наполнены физиологически активными веществами — медиаторами. Диаметр везикул может составлять от 0,02–0,06 мкм и более; их форма сферическая или уплощённая. Везикулы образуются в теле нейрона в результате деятельности комплекса Гольджи и с помощью быстрого аксонного транспорта доставляются в пресинаптическое окончание. В передвижении везикул принимают участие микротрубочки и микрофиламенты. В **пресинаптическом окончании** содержатся митохондрии, обеспечивающие энергией процессы синаптической передачи. Мембрана пресинаптических окончаний снабжена специфическими рецепторами, способными реагировать на различные медиаторы или нейромодуляторы, а также содержит значительное число кальциевых каналов, активация которых обеспечивает поступление внутрь окончания Ca^{2+} . Это происходит во время возбуждения пресинаптического окончания. Связывание Ca^{2+} с белками оболочки везикул приводит к экзоцитозу медиатора в синаптическую щель.

Синаптическая щель имеет ширину 20–50 нм, содержит межклеточную жидкость и мукополисахаридное плотное вещество для обеспечения связей между пре- и постсинаптической мембранами, а также ферменты.

На постсинаптической мембране синапса содержатся хеморецепторы, способные связывать молекулы медиатора.

Известны два типа рецепторов на постсинаптической мембране — **ионотропные рецепторы**, которые содержат ионный канал, открывающийся при связывании молекул медиатора с активным центром рецептора; **метаботропные рецепторы**, открывающие ионный канал опосредованно через цепочку биохимических реакций, в частности посредством активации синтеза специальных молекул, так называемых **вторичных посредников** (месенджеров). Роль вторичных посредников могут выполнять такие вещества, как цГТФ, цАМФ, ионы кальция. Они запускают в клетке многие биохимические реакции, связанные с синтезом белка, активацией ферментов и т. д.

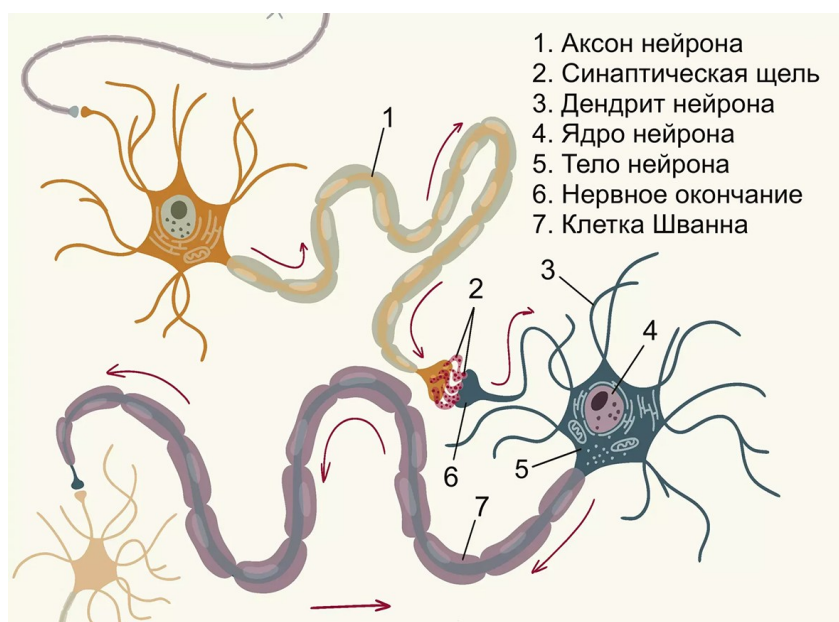


Рис. 5.1.3.2. Нервный импульс (по БРЭ)

Нейромедиаторы (нейротрансмиттеры, посредник) — биологически активные химические вещества, посредством которых осуществляется передача электрического импульса с нервной клетки через синаптическое пространство. Нейромедиаторы характеризуются способностью реагировать со специфическими белковыми рецепторами клеточной мембраны, инициируя цепь биохимических реакций, вызывающих изменение трансмембранного тока ионов, что приводит к деполяризации мембраны и возникновению потенциала действия. Медиаторы сами по себе не обладают возбуждающим и тормозящим действием.

Нейромодуляторы — химические вещества, которые действуют как нейромедиаторы, но не ограничиваются синаптической целью, а рассредоточиваются повсюду, модулируя действие многих нейронов в определённой области.

Критерии для отличия собственно медиаторов:

- он должен синтезироваться в нейроне;
- накапливаться в окончании клетки;
- оказывать специфическое действие на постсинаптическую мембрану;
- выделяться при появлении кальциевого тока в пресинаптическое окончание.

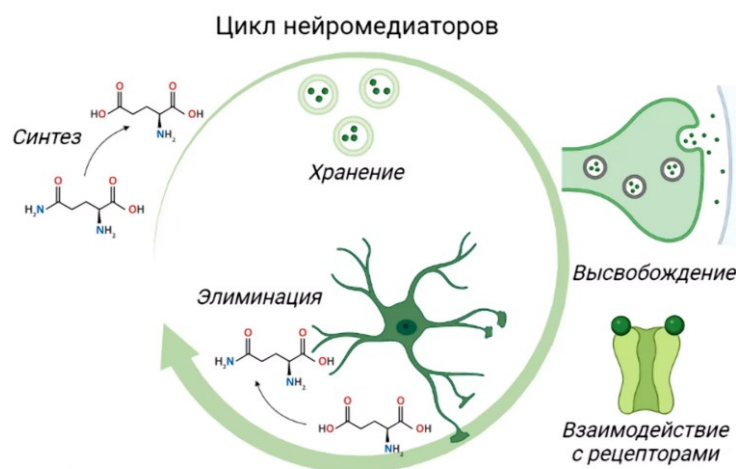


Рис. 5.1.3.3. Цикл нейромедиаторов (по БРЭ)

(примеры см. в приложении «Нейромедиаторы и нейромодуляторы»)

5.2. Центральный отдел нервной системы

5.2.1. Строение спинного мозга

5.2.2. Функции спинного мозга

5.2.3. Общая характеристика головного мозга и его отделов

5.2.4. Продолговатый мозг

5.2.5. Задний мозг

5.2.6. Средний мозг

5.2.7. Промежуточный мозг

5.2.8. Большой мозг

5.2.9. Особенности строения коры большого мозга

5.2.10. Локализация функций в коре большого мозга

5.2.11. Базальные ядра, лимбическая система и функции этих образований

5.2.12. Изучение функций коры больших полушарий. Электроэнцефалография

5.2.1. Строение спинного мозга

Спинной мозг (лат. medulla spinalis, некоторые термины образуются от греч. μυελός [myelos] — мозг) является начальным отделом ЦНС.

Масса спинного мозга у новорождённых 5,5 г, у взрослых составляет менее 2% массы головного мозга — 34–38 г.

Спинной мозг располагается в позвоночном канале и представляет собой цилиндрический, сжатый в переднезаднем направлении тяж и изогнутый в соответствии с шейным и грудным изгибами позвоночника (**медуллолордоз** в шейной его части и **медуллокифоз** в грудной части, по **В. Н. Николенко**).

Верхняя граница спинного мозга соответствует большому затылочному отверстию — вверху (краниально) он переходит в продолговатый мозг, а внизу (каудально) заканчивается заострением — **мозговым конусом** на уровне I–II поясничных позвонков, где от него отходит тонкая внутренняя **терминальная** (концевая) **нить**, длиной около 20 см, которая оканчивается в надкостнице тела II копчикового позвонка и прикрепляется к копчику — это **рудимент хвостового** (каудального) **конца** спинного мозга животных.

Ниже места окончания спинного мозга данное пространство имеет расширение, которое носит название поясничной цистерны. В нем располагается комплекс корешков (передних и задних) четырёх нижних поясничных, пяти крестцовых и копчикового нервов, который носит название **конского хвоста**.

В области ниже места окончания спинного мозга, обычно между III и IV поясничными позвонками чтобы не повредить спинной мозг, проводят спинномозговую пункцию для извлечения ликвора в диагностических целях или введения в подпаутинное пространство лекарственных средств, выполнения спинномозговой анестезии.

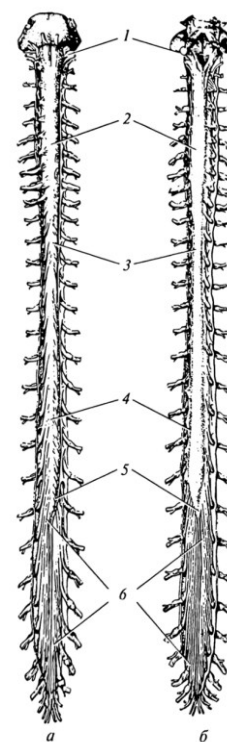


Рис. 5.2.1.1. Спинной мозг (по М. Г. Привесу)

а — передняя поверхность; б — задняя поверхность; 1 — продолговатый мозг; 2 — шейное утолщение; 3 — твёрдая мозговая оболочка; 4 — пояснично-крестцовое утолщение; 5 — мозговой конус; 6 — конский хвост

В первые месяцы внутриутробной жизни позвоночник и спинной мозг растут в длину равномерно. С 4-го месяца жизни зародыша спинной мозг начинает отставать в росте. Верхняя граница спинного мозга

соответствует уровню выхода корешков I спинномозгового нерва, т. е. совпадает с верхним краем I шейного позвонка, нижняя у взрослого мужчины опускается до I поясничного. У женщины доходит до уровня II поясничного позвонка. **Длина** у взрослого человека — от 41–42 см (у женщин) до 44–45 см (у мужчин).

Диаметр (ширина) спинного мозга 1 до 1,5 см, однако, на разных участках неодинаков. В **шейном** (от II шейного до II грудного позвонка и лучше всего выражено на уровне V–VI шейных позвонков) и **пояснично-крестцовом** (на уровне X грудного позвонка, наибольшую толщину имеет на XII грудном позвонке, затем переходит в мозговой конус) отделах он образует **утолщения**. Эти утолщения соответствуют выходу нервов, снабжающих соответственно верхние и нижние конечности.

На передней поверхности спинного мозга имеется **передняя срединная щель**, на задней — **задняя срединная борозда**, они разделяют спинной мозг на связанные между собой правую и левую симметричные половины. На каждой половине различают слабо выраженные **переднюю латеральную и заднюю латеральную борозды**. Первая является местом выхода из спинного мозга **передних двигательных корешков**, вторая — местом проникновения в мозг **задних чувствительных корешков** спинномозговых нервов. Эти боковые борозды служат также границей между передними, боковыми и задними канатиками спинного мозга.

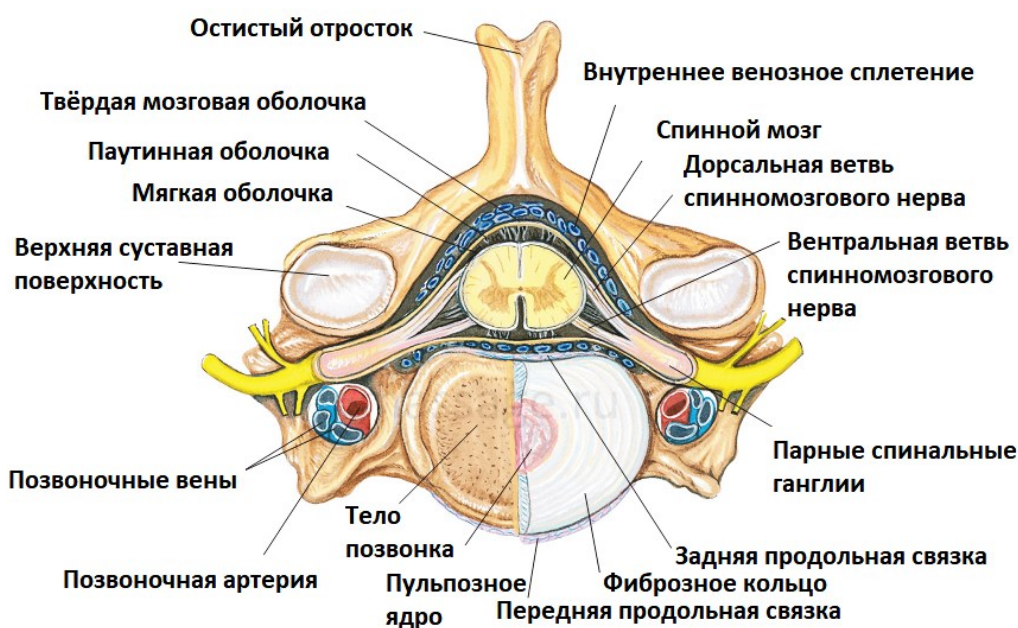


Рис. 5.2.1.2. Позвонки и спинной мозг (поперечный разрез; по Р.Д. Синельникову)

Спинной мозг состоит из центрально серого вещества и окружающего его белого вещества.

Серое вещество (*лат. substantia grisea*) — тела нейронов (около 150 млн), образует в каждой половине спинного мозга **3 серых столба**: передний (*лат. columna anterior*), задний (*лат. columna posterior*) и боковой (*лат. columna lateralis*). Серое вещество, окружающее центральный канал, носит название **промежуточного вещества, или промежуточной зоны (zona intermedia)**. На поперечном срезе спинного мозга столбы серого вещества напоминают форму буквы «Н» или бабочки и с каждой стороны имеют вид рогов.

Широкий **передний рог** и (*лат. cornu dorsale*), содержит пять групп крупных **двигательных нейронов** (мотонейроны). При поражении этих нейронов наступает «вялый» паралич, который характеризуется утратой спинномозговых рефлексов и атрофией мышц.

Узкий **задний рог** (*лат. cornu ventrale*), содержит гораздо более мелкие клетки, объединённые в несколько групп **вставочных чувствительных нейронов**. Эти рога соответствующие переднему и заднему серым столбам. По периферии заднего рога находится **студенистое вещество**. В нём имеются мелкие нервные клетки ассоциативных собственных пучков спинного мозга, связывающие своими отростками сегменты различных уровней спинного мозга друг с другом.

Боковой рог (*лат. cornu laterale*), непостоянный, соответствует промежуточному столбу (вегетативному) серого вещества. Боковые рога выражены только в грудных и верхних поясничных спинномозговых сегментах (в остальных частях преобладает промежуточная зона). Их аксоны также входят в состав передних корешков от VIII шейного до II поясничного нервов. Здесь находятся преганглионарные **вставочные вегетативные нейроны** симпатической части нервной системы.

Между передним и задним рогом или боковым и задним рогом находится **сетчатая, или ретикулярная формация** (*лат. formatio reticularis*), которая состоит из нервных клеток различного размера и формы и пронизана нервными волокнами различного направления, придающими ей сетчатый вид.

В процессе развития спинного мозга из нервной трубки образуются нейроны, которые группируются в 10 пластинах (пластины Рекседа). Для всех млекопитающих и человека характерна следующая архитектура указанных пластин: I—V пластины соответствуют задним рогам, VI и VII пластины — промежуточной зоне, VIII и IX пластины — передним рогам, X пластина — зона околотенториального канала. Такое деление на пластины дополняет организацию структуры серого вещества спинного мозга, основывающуюся на локализации ядер. На поперечных срезах более отчетливо видны ядерные группы нейронов, а на сагиттальных — лучше видно пластинчатое строение, где нейроны группируются в колонки. Каждая колонка нейронов соответствует определенной области на периферии тела. В пластинах нейроны группируются в модули, каждый из которых соответствует определенной территории на периферии (соматотопическая организация).

С уровня LI по SIII в спинном мозге формируется интраспинальный орган. В его составе находятся олигодендроциты и эндокриноциты, вырабатывающие вазоактивный пептид. В последующем (с 36 лет) данный орган замещается глиально-волокнистыми структурами.

Белое вещество (*лат. substantia alba*) спинного мозга представлено преимущественно продольноидущими нервными волокнами, располагается снаружи от серого. Волокна группируются в пучки — проводящие пути, а из пучков составляются видимые невооруженным глазом, **канатики** — **передний** (*лат. funiculus anterior*), **боковой** (*лат. funiculus lateralis*) и **задний** (*лат. funiculus posterior*). В белом веществе передних канатиков находятся нисходящие проводящие пути, в боковых канатиках — восходящие и нисходящие пути, в задних канатиках — восходящие пути. Между передней срединной щелью и серым веществом находится белая спайка, в которой проходят **комиссуральные волокна**, соединяющие обе половины спинного мозга.

Рассмотрим **проводящие пути спинного мозга**.

I. Задние канатики содержат волокна задних корешков спинномозговых нервов, слагающиеся в две системы:

- медиально расположенный **тонкий пучок (1) Ф. Голля**
- латерально расположенный **клиновидный пучок (2) К. Бурдаха**

Тонкий и клиновидный пучки проводят от соответствующих частей тела к коре головного мозга импульсы, обеспечивающие сознательную проприоцептивную (мышечно-суставное чувство) и кожную (чувство стереогноза — узнавание предметов на ощупь) чувствительность, имеющую отношение к определению положения тела в пространстве, а также тактильную чувствительность.

II. Боковые канатики содержат следующие пучки.

A. Восходящие.

К заднему мозгу:

- **задний спинно-мозжечковый путь (4) П. Флексига** располагается в задней части бокового канатика по его периферии;
- **передний спинно-мозжечковый путь (11) В. Говерса** лежит вентральнее предыдущего.

Оба спинно-мозжечковых тракта проводят бессознательные проприоцептивные импульсы (бессознательная координация движений).

К среднему мозгу:

- **спинно-покрышечный путь (10)** прилегает к медиальной стороне и передней части переднего спинно-мозжечкового пути.

К промежуточному мозгу:

- **латеральный спиноталамический путь (8)** прилегает с медиальной стороны к переднему спинно-мозжечковому пути, позади спинно-покрышечного пути; он проводит в дорсальной части тракта температурные раздражения, а в вентральной — болевые;
- **передний спиноталамический путь (15)** аналогичен предыдущему, но располагается впереди от соименного латерального и является путём проведения импульсов осязания, прикосновения (тактильная чувствительность). По последним данным, этот тракт располагается в переднем канатике.

Б. Нисходящие.

От коры большого мозга:

- **латеральный корково-спинномозговой (пирамидный) путь (5).** Этот тракт является сознательным эфферентным двигательным путём.

От среднего мозга:

- **красноядерно-спинномозговой (руброспинальный) путь (7),** он является бессознательным эфферентным двигательным путём.

От заднего мозга:

- **оливо-спинномозговой путь (12)** лежит вентральнее переднего спинно-мозжечкового пути, кзади от переднего корешка.

III. Передние канатики содержат нисходящие пути.

От коры головного мозга:

- **передний корково-спинномозговой (пирамидный) путь (17)** составляет с латеральным пирамидным пучком общую пирамидную систему.

От среднего мозга:

- **покрышечно-спинномозговой путь (18)** лежит медиальнее пирамидного пучка, ограничивая переднюю срединную щель, благодаря ему осуществляются рефлексорные защитные движения при зрительных и слуховых раздражениях — зрительно-слуховой рефлексорный тракт.

Ряд пучков идёт к передним рогам спинного мозга от различных ядер продолговатого мозга, имеющих отношение к равновесию и координации движений, а именно:

- от ядер вестибулярного нерва — **преддверно-спинномозговой путь (9, 14)** — лежит на границе переднего и бокового канатиков;
- от ретикулярной формации — **ретикулярно-спинномозговой (сетчато-спинномозговой) путь (13)** лежит в средней части переднего канатика;
- **собственные пучки** непосредственно прилегают к серому веществу и относятся к собственному аппарату спинного мозга: **задний (3), боковой (6), передний (16).**

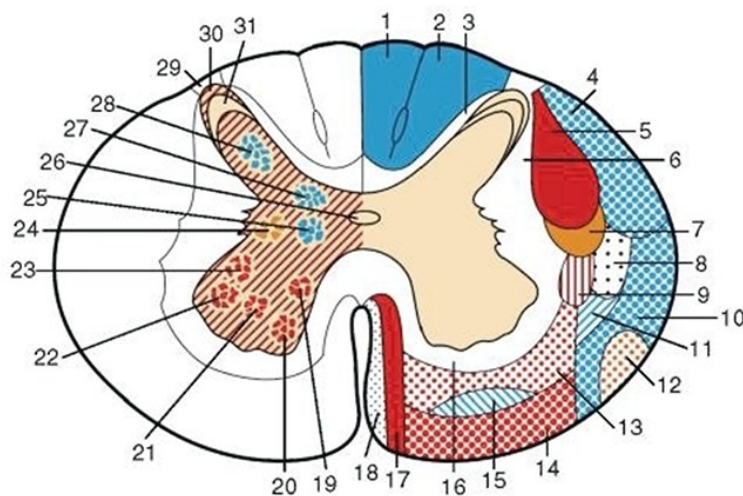


Рис. 5.2.1.3. Ядра и нервные пути спинного мозга

- 1 — тонкий пучок; 2 — клиновидный пучок; 3 — задний собственный пучок; 4 — задний спинно-мозжечковый путь; 5 — латеральный корково-спинномозговой путь; 6 — боковой собственный пучок; 7 — красноядерно-спинномозговой путь; 8 — латеральный спиноталамический путь; 9 — преддверно-спинномозговой путь; 10 — спинно-покрышечный путь; 11 — передний спинно-мозжечковый путь; 12 — оливо-спинномозговой путь; 13 — ретикулоспинномозговые волокна; 14 — преддверно-спинномозговой путь; 15 — передний спиноталамический путь; 16 — передний собственный пучок; 17 — передний корково-спинномозговой путь; 18 — покрышечно-спинномозговой путь; 19—23 — двигательные ядра переднего рога; 24 — промежуточно-латеральное ядро; 25 — промежуточно-медиальное ядро; 26 — центральный канал; 27 — заднее грудное ядро; 28 — собственное ядро заднего рога; 29 — терминальная зона; 30 — губчатая зона; 31 — студенистое вещество

Внутри спинного мозга имеется узкая полость — остаток полости мозговой трубки, — **центральный канал** (*лат. canalis centralis*) выстланный эпендимоцитами. Вверху он сообщается с IV желудочком головного мозга, а в области конуса заканчивается расширением — концевым желудочком.

Канал заполнен **ликвором** (цереброспинальной, или спинномозговой жидкостью — 100–200 мл, выполняет трофическую и защитную функции). Начиная с 17 лет канал в различных отделах зарастает, а после 40 лет его полная проходимость сохраняется только в 7%.

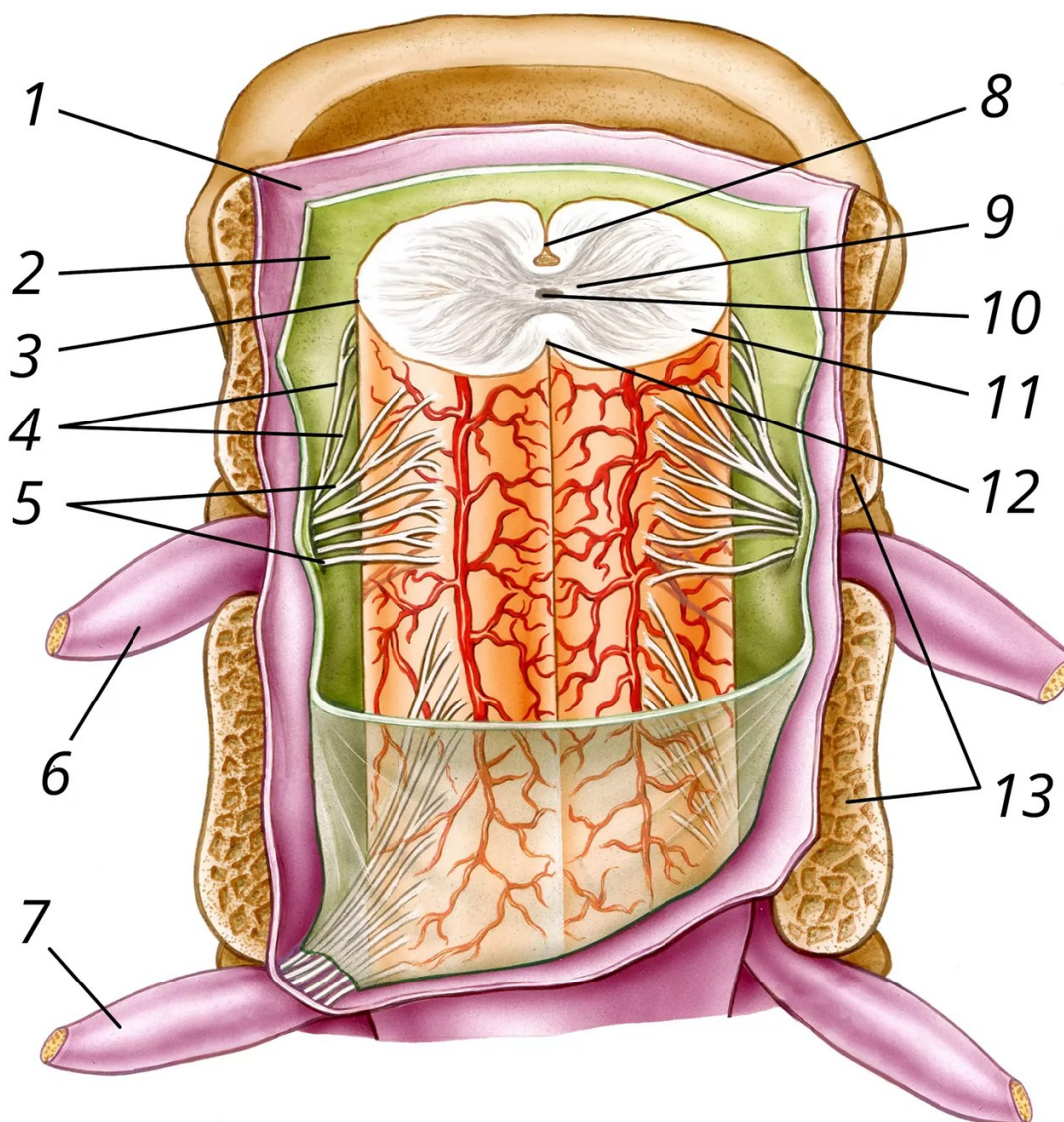


Рис. 5.2.1.4. Спинной мозг в разрезе (по Р.Д. Синельникову)

- 1 — твёрдая оболочка; 2 — паутинная оболочка; 3 — мягкая оболочка; 4 — передний корешок;
 5 — задний корешок; 6 — спинномозговой узел; 7 — спинномозговой нерв; 8 — передняя срединная щель;
 9 — серое вещество; 10 — спинномозговой канал; 11 — белое вещество; 12 — задняя срединная борозда;
 13 — тела позвонков.

Спинальный мозг окружён **тремя соединительнотканными мозговыми оболочками** (*лат. meninges*).

Рассмотрим оболочки и пространство между ними, продвигаясь вовнутрь.

- **Эпидуральное пространство.** Между твёрдой оболочкой и надкостницей позвонков (позвоночного канала) имеется эпидуральное пространство (*cavitas epiduralis, seu spatium epidurale*). В нём залегают жировая клетчатка и венозные сплетения (*лат. plexus venosi vertebrales interni*), в которые вливается венозная кровь от спинного мозга и позвонков.

- **Твёрдая оболочка.** Наружная твёрдая оболочка (*лат. dura mater spinalis*), наиболее прочная и толстая, построена из плотной фиброзной соединительной ткани и образует подобие мешка, охватывающего спинной мозг и корешки спинномозговых нервов. Внутренняя поверхность твёрдой оболочки покрыта слоем эндотелия, вследствие чего имеет гладкий блестящий вид. Твёрдая оболочка получает артерии из спинномозговых ветвей сегментарных артерий. Она не прилегает вплотную к стенкам позвоночного канала, которые покрыты надкостницей. Твёрдая оболочка продолжается на спинномозговые нервы, образуя их среднюю оболочку — **периневрий**. Вверху твёрдая оболочка срастается с краем большого затылочного отверстия, а внизу входит в крестцовый канал и продолжается в наружную терминальную нить, которая прикрепляется к копчику.

- **Субдуральное пространство.** Далее следует субдуральное пространство (*лат. spatium subdurale*), которое имеет вид узкой щели, заполненной большим количеством тонких соединительнотканых пучков. Ликвор выполняет механическую защиту (амортизацию) и питание (обмен веществ) нервных клеток.

- **Паутинная оболочка.** Средняя паутинная оболочка (*лат. arachnoidea mater spinalis*), в виде тонкого прозрачного бессосудистого листка. Оболочка имеет вид тонкой паутины и образует ворсинчатые выросты — грануляции паутинной оболочки. Посредством грануляций происходит реабсорбция ликвора через слой глиальных клеток и эндотелий синуса в венозную кровь. С возрастом количество и размеры ворсинок увеличиваются.

- **Подпаутинное пространство.** В подпаутинном, или субарахноидальном пространстве (*лат. spatium subarachnoidea*) спинной мозг и нервные корешки лежат свободно, окружённые большим количеством ликвора. Из этого пространства берут ликвор для анализа.

Наполняющая подпаутинное пространство жидкость находится в непрерывном сообщении с жидкостью подпаутинных пространств и желудочков головного мозга.

Оболочки спинного мозга, в промежутках между передними и задними корешками во фронтальной плоскости, **скреплены между собой** соединительнотканными тяжами, фиксирующими спинной мозг. Особенно важную роль играет парная **зубчатая связка**, состоящая из 19–23 зубцов. Она отходит от мягкой мозговой оболочки на боковой поверхности спинного мозга, прикрепляется к паутинной оболочке и достигает своими зубцами твёрдой оболочки. Посредством обеих связок **подпаутинное пространство делится на передний и задний отделы**. Влияния толчков и сотрясений, испытываемых человеческим телом, уменьшаются и спинной мозг человека находится в наиболее благоприятных условиях. С другой стороны, зубчатая связка не слишком туго натянута и потому не препятствует спинному мозгу следовать за движениями позвоночника, иногда весьма значительными. Зубчатые связки служат для укрепления мозга на месте, не позволяя ему вытягиваться в длину.

- **Сосудистая оболочка.** Внутренняя мягкая мозговая, или сосудистая оболочка (*лат. pia mater spinalis*), покрытая с поверхности эндотелием, непосредственно облекает спинной мозг и содержит между двумя своими листками сосуды, вместе с которыми заходит в его борозды и мозговое вещество (образуя вокруг сосудов периваскулярные пространства). Сосуды спинного мозга, спускаясь вдоль спинного мозга, соединяются между собой многочисленными ветвями, образуя на поверхности мозга сосудистую сеть. От этой сети отходят, веточки, проникающие вместе с отростками мягкой оболочки в вещество мозга. Вены в общем аналогичны артериям и впадают в конечном итоге во внутренние позвоночные венозные сплетения.

Все три оболочки продолжают в такие же оболочки головного мозга.

Спинной мозг **подразделяют на части**: шейную, грудную, поясничную, крестцовую и копчиковую, а части — на сегменты. **Сегмент спинного мозга** (*лат. segmentum medullae spinalis*) — структурно-функциональная единица спинного мозга — участок серого вещества с принадлежащей ему парой передних и задних корешков. На всём протяжении спинного мозга с каждой его стороны отходит **31 пара корешков**. Соответственно 31 паре спинномозговых нервов в спинном мозге выделяют 31 сегмент: 8 шейных, 12 грудных, 5 поясничных, 5 крестцовых и 1–3 копчиковых.

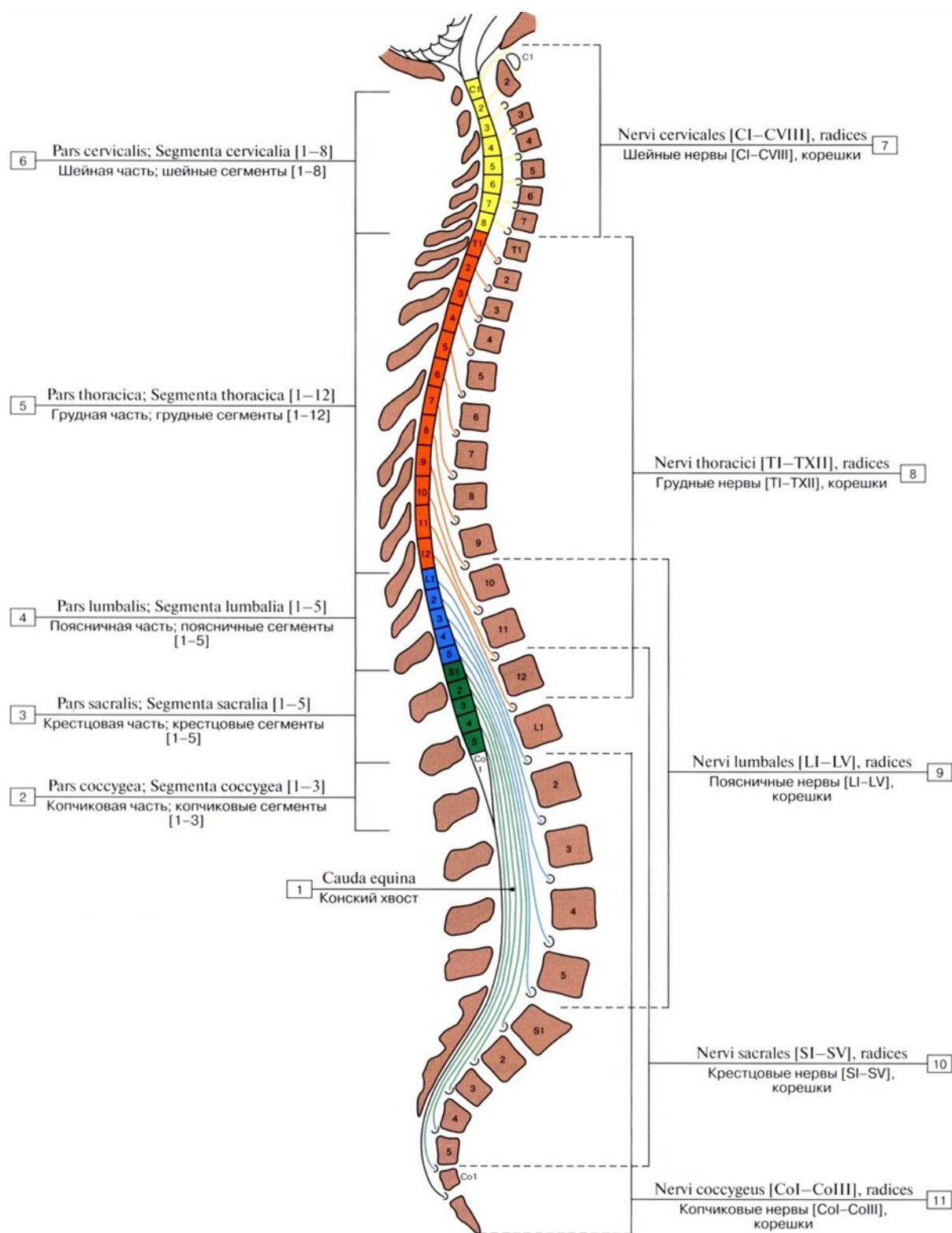


Рис. 5.2.1.5. Скелетотопия сегментов спинного мозга

Знание скелетотопии сегментов спинного мозга имеет большое значение для диагностики поражений спинного мозга и при нейрохирургических вмешательствах.

Связь спинного мозга с периферией осуществляется посредством нервных волокон, проходящих в спинномозговых корешках.

Передние корешки (*lat. radices anteriores*) содержат **центробежные двигательные волокна**, а **задние корешки** (*lat. radices posteriores*) — **центростремительные чувствительные волокна** (поэтому при двусторонней перерезке задних корешков спинного мозга у собаки чувствительность исчезает, передних корешков — чувствительность сохраняется, но тонус мышц конечностей исчезает).

Между корешками спинномозговых нервов имеются **межкорешковые промежутки**. Передние и задние корешки на каждой стороне соединяются между собой и образуется **спинномозговой нерв**, который выходит из межпозвоночного отверстия и содержит как афферентные, так и эфферентные нервные волокна, т. е. является смешанным по составу.

Кроме того, от спинномозгового нерва отходят: **менингеальная ветвь** (она идёт в позвоночный канал к твёрдой оболочке спинного мозга) и белая соединительная ветвь к узлам симпатического ствола.

В межпозвоночных отверстиях вблизи места соединения обоих корешков на заднем корешке имеется утолщение — **спинномозговой ганглий, или узел** (*lat. ganglion spinale*), содержащий **псевдоуниполярные нервные клетки** (афферентные нейроны) с одним отростком, который делится затем на две ветви: одна из них, центральная, идёт в составе заднего корешка в спинной мозг, другая, периферическая, продолжается в спинномозговой нерв.

Таким образом, **в спинномозговых узлах отсутствуют синапсы**, так как здесь лежат клеточные тела только афферентных нейронов. Этим названные узлы отличаются от вегетативных узлов периферической нервной системы, так как в последних вступают в контакты вставочные и эфферентные нейроны.

Спинномозговые узлы крестцовых корешков лежат внутри крестцового канала, а узел копчикового корешка — внутри мешка твёрдой оболочки спинного мозга.

(см. далее «Периферический отдел нервной системы»)

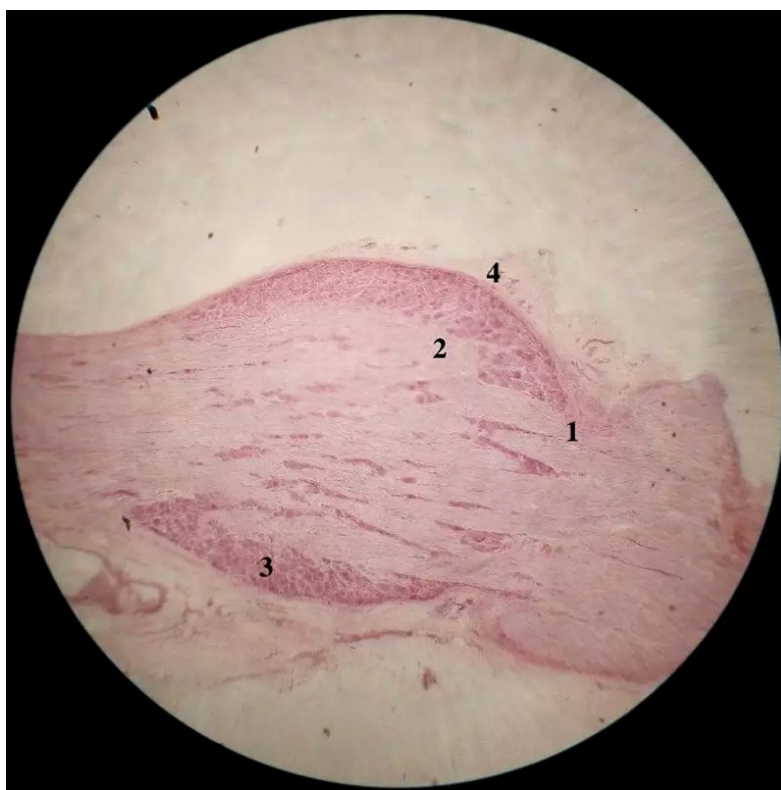


Рис. 5.2.1.6. Препарат среза спинного мозга, спинномозговой ганглий (по БРЭ)

1 — задний корешок; 2 — нервные волокна; 3 — псевдоуниполярные нейроны;
4 — соединительная капсула.

5.2.2. Функции спинного мозга

Спинной мозг выполняет две функции: рефлекторную и проводниковую.

Рефлекторная функция осуществляется нервными центрами спинного мозга, которые являются **сегментарными рабочими центрами** безусловных рефлексов. Их нейроны непосредственно связаны с рецепторами и рабочими органами. Каждый сегмент спинного мозга через свои корешки иннервирует три **метамера** (поперечных отрезка) тела и получает чувствительную информацию также от трёх метамеров. Вследствие такого перекрытия каждый метамер тела иннервируется тремя сегментами и передаёт сигналы (импульсы) в три сегмента спинного мозга (фактор надёжности). В спинной мозг поступает афферентация от рецепторов кожи, двигательного аппарата, кровеносных сосудов, пищеварительного тракта, выделительных и половых органов. Эфферентные импульсы от спинного мозга идут к скелетным мышцам, в том числе к дыхательным — межрёберным и диафрагме, к внутренним органам, кровеносным сосудам, потовым железам и т. д.

Проводниковая функция спинного мозга осуществляется за счёт восходящих и нисходящих проводящих путей. Восходящие пути передают информацию от тактильных, болевых, температурных рецепторов кожи и проприорецепторов скелетных мышц через нейроны спинного мозга и другие отделы ЦНС к мозжечку и коре большого мозга. Нисходящие проводящие пути связывают кору большого мозга, подкорковые ядра и образования ствола мозга с мотонейронами спинного мозга. Они обеспечивают влияние высших отделов ЦНС на деятельность скелетных мышц.

Проводниковый, или проводящий, аппарат спинного мозга филогенетически более новый, чем сегментарный. Так как его компоненты связывают спинной мозг с головным, его развитие идёт параллельно развитию последнего. У человека проводниковый аппарат спинного мозга приобретает особую выраженность по сравнению с животными.

*При воспалении канатика (**фуникулит**) возникают сегментарные расстройства одновременно двигательной и чувствительной сфер, при заболевании корешка (**радикулит**) наблюдаются сегментарные нарушения одной сферы — или чувствительной, или двигательной, а при воспалении ветвей нерва (**неврит**, **мононеврит**) расстройства соответствуют зоне распространения данного нерва.*

*Воспаление нервного сплетения — **плексит**. Множественное воспаление или дегенеративное поражение нервов — это **полиневрит**. Болезненность по ходу нерва, не сопровождающаяся существенным нарушением функции органа или мышцы, называется **невралгией**. Жгучая боль, приступообразно усиливающаяся, называется **каузалгией** (болезнь Пирогова–Митчелла), наблюдается после повреждения (ранение, ожог) нервных стволов, богатых волокнами симпатической нервной системы. Боль, остро возникающая в поясничной области в момент физического напряжения, особенно подъёма тяжести, называется **люмбаго** (прострелом). Болевые, моторные и вегетативные нарушения, обусловленные поражением корешков спинного мозга вследствие остеохондроза позвоночника, — это **дискогенные радикулопатии** (банальные радикулиты).*

*Воспаление спинного мозга называется **миелитом**. Гнойное воспаление клетчатки в эпидуральном пространстве спинного мозга — **эпидурит**. Заболевание, характеризующееся образованием полостей в центре серого вещества спинного мозга, называется **сингмиелией**. Острое вирусное заболевание, обусловленное поражением клеток передних рогов спинного мозга и двигательных ядер черепных нервов, называется **полиомиелитом**.*

5.2.3. Общая характеристика головного мозга и его отделов

Головной мозг (лат. encephalon от др.-греч. ἐγκέφαλος [enkephalos]), как и спинной, относится к ЦНС. Форма головного мозга соответствует форме черепа, в котором он располагается. Его верхнелатеральная поверхность сообразно своду черепа выпукла, а нижняя, или основание мозга, уплощена и неровна.

Масса головного мозга у взрослого человека колеблется от 1100 до 2000 г, в среднем у мужчин она равна 1395 г, у женщин — 1245 г. У новорождённых масса головного мозга составляет в среднем 350–400 г.



Рис. 5.2.3.1. Положение головного мозга в черепе

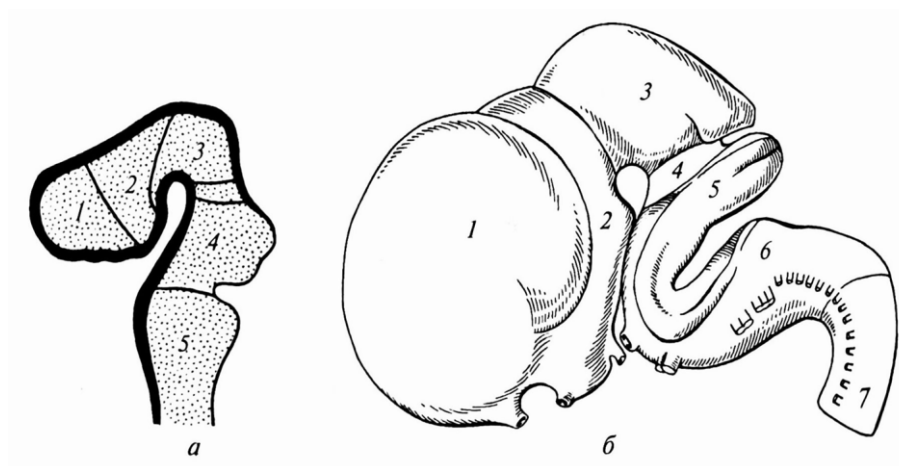


Рис. 5.2.3.2. Развитие головного мозга (схема; по Р. Д. Синельникову)

- а — пять мозговых пузырей:** 1 — конечный мозг; 2 — промежуточный мозг; 3 — средний мозг; 4 — задний мозг; 5 — продолговатый мозг; между 3-м и 4-м пузырями перешеек ромбовидного мозга);
- б — более поздняя стадия развития головного мозга** (изгибы видны на уровне среднего и заднего мозга): 1 — конечный (большой) мозг; 2 — промежуточный мозг; 3 — средний мозг; 4 — ромбовидный мозг; 5 — задний мозг; 6 — продолговатый мозг; 7 — спинной мозг)

Головной мозг развивается из **переднего отдела нервной трубки**. Закладка его происходит в конце 3 недели эмбрионального развития. Сначала образуется три мозговых пузыря: передний мозг, **средний мозг** и ромбовидный мозг. В процессе дальнейшего развития на 4–5 неделе передний мозговой пузырь делится на **конечный и промежуточный мозг**, а ромбовидный — на **задний и продолговатый мозг**.

До 1955 г. к стволу относили и промежуточный мозг, но теперь в мозговой ствол включают продолговатый, задний (мост) и средний мозг, т. е. те отделы, в которых находятся ядра черепных нервов.

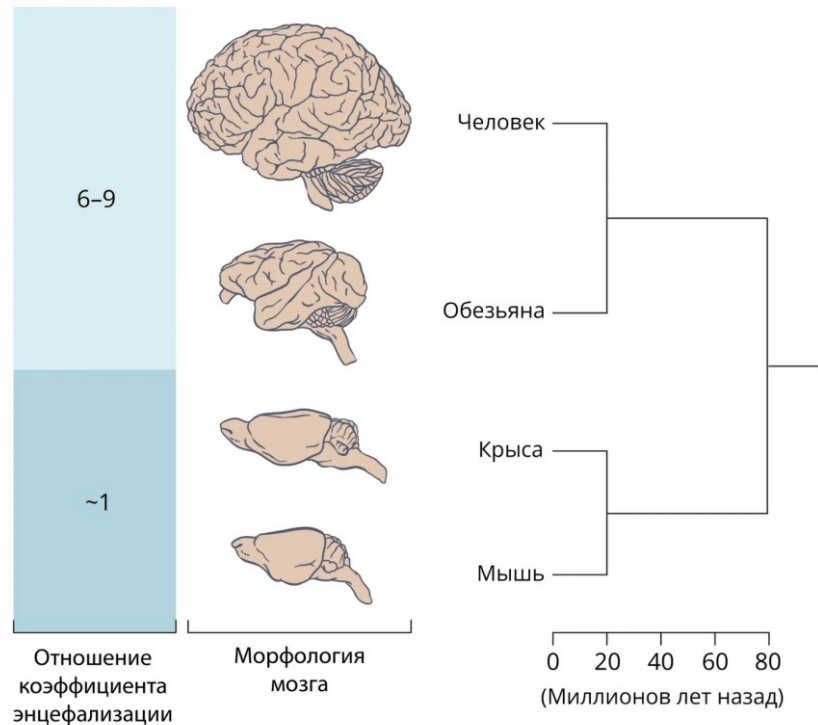


Рис. 5.2.3.3. Схематическое изображение эволюции центральной нервной системы (по БРЭ)



Рис. 5.2.3.4. Сагиттальный разрез головного мозга

Головной мозг, как и спинной, окружён **3 мозговыми оболочками**: наружной — **твёрдой**, средней — **паутинной** и внутренней — **мягкой (сосудистой)**. Все они по существу **являются продолжением соответствующих оболочек спинного мозга**.

Однако, в отличие от спинного мозга, где между надкостницей позвоночного канала и твёрдой оболочкой имеется эпидуральное пространство, твёрдая оболочка головного мозга тесно примыкает к костям черепа, являясь одновременно их надкостницей (но отделяется от них сравнительно легко).

- **Твёрдая оболочка** образует ряд отростков, которые заходят между частями мозга: **серп большого мозга, серп мозжечка, намёт (палатка) мозжечка, диафрагма турецкого седла**, отделяя их друг от друга. В некоторых местах твёрдая оболочка расщепляется, образуя каналы треугольной формы, выстланные эндотелием, — **синусы твёрдой мозговой оболочки**. В них идёт отток венозной крови от мозга через внутреннюю яремную вену. Кроме того, синусы соединяются с наружными венами головы через эмиссарные вены (венозные выпускники) и с диплоическими венами, расположенными в губчатом веществе костей черепа.

- **Паутинная оболочка** тонкая и прозрачная, отделена от твёрдой оболочки узким субдуральным пространством, в котором содержится небольшое количество ликвора.

Между мягкой и паутинной оболочкой находится **подпаутинное (субарахноидальное) пространство**, заполненное ликвором. Над крупными щелями и бороздами подпаутинное пространство широкое, образует вместилища, называемые **цистернами** (мозжечково-мозговая, латеральной борозды, зрительного перекреста, межножковая). Вблизи синусов твёрдой оболочки паутинная оболочка образует своеобразные выпячивания — **грануляции паутинной оболочки** (пахионовы грануляции), где осуществляется отток ликвора в венозное русло.

- **Мягкая (сосудистая) оболочка** головного мозга -самая внутренняя оболочка мозга. Она сращена с наружной поверхностью мозга, глубоко проникает во все его щели и борозды, содержит сосуды, питающие ткань мозга. В определённых местах сосудистая оболочка проникает в полости желудочков мозга, формируя **сосудистые сплетения**.

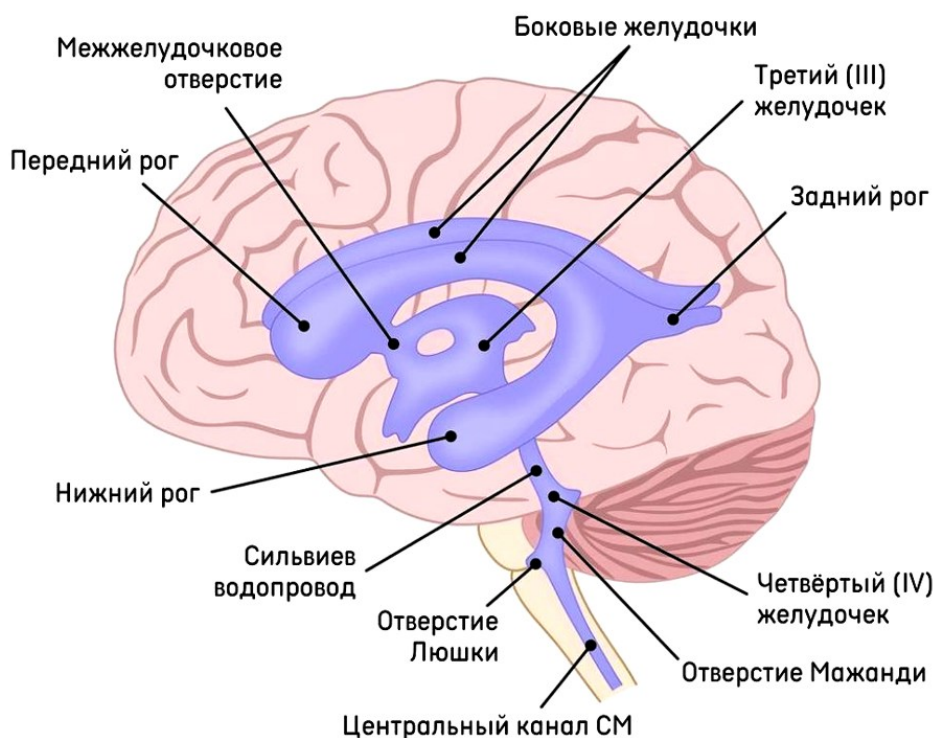


Рис. 5.2.3.5. Система желудочков головного мозга

Отверстие Люшки (синоним — латеральная апертюра IV желудочка) — боковое отверстие в четвёртом желудочке головного мозга.
Отверстие Мажанди (синонимы — срединная апертюра IV желудочка, отверстие Биша) — отверстие в сосудистой основе IV желудочка.

Канал внутри переднего отдела нервной трубки в процессе развития головного мозга также изменяет форму и размеры и превращается в сообщающиеся между собой полости, называемые **желудочками мозга**, они сообщаются с центральным каналом спинного мозга. Различают два боковых желудочка I (**левый**) и II (**правый**), III (**третий**) желудочек, **водопровод** среднего мозга и IV (**четвёртый**) желудочек.

Сосудистые сплетения мягкой оболочки, преимущественно в боковых желудочках, продуцируют ликвор. Желудочки содержат ликвор объёмом до 200 мл.

Функции ликвора:

- предохраняет головной и спинной мозг от механических воздействий;
- обеспечивает постоянство внутричерепного давления и компенсирует колебания объёма мозга;
- поддерживает постоянство осмотического давления в тканях мозга и участвует в обмене веществ между нервной тканью и кровью;
- принимает участие в нейрогуморальной и эндокринной регуляции;
- оказывает существенное влияние на гематоэнцефалический (мозговой) барьер, его регуляторную и защитную функции.

Воспаление вещества головного мозга называется **энцефалитом**. Воспаление мозговых оболочек — это **менингит**; ограниченное серозное воспаление паутинной оболочки головного и/или спинного мозга — **арахноидит**. Заболевание, характеризующееся увеличением объёма ликвора в полости черепа, называется **гидроцефалией**, или **водянкой мозга**. Заболевание, основным симптомом которого являются приступы головной боли преимущественно в одной половине головы, — это **мигрень** (гемикрания). Бессознательное состояние, обусловленное нарушением функции ствола мозга, называется **комой**. Острое нарушение мозгового кровообращения, сопровождающееся разрывом мозгового сосуда, — это **инсульт**. Ревматическое поражение головного мозга, преимущественно мозжечка и подкорковых образований большого мозга, проявляющееся непроизвольными порывистыми движениями на фоне значительного снижения мышечного тонуса, называется **малой хореей**, или хорейческим гиперкинезом (греч. *choréia* [choreia] — пляска, круговращение).

5.2.4. Продолговатый мозг

Продолговатый мозг (лат. *medulla oblongata*, *bulbus*, греч. *myelencephalon*) развивается из пятого мозгового пузыря. Является начальным отделом головного мозга, располагается **на скате черепа** между спинным мозгом и мостом. **Длина** его 25–30 мм, **масса** 7 г. По внешнему строению напоминает спинной мозг: на его передней поверхности имеется **передняя срединная щель**, на задней — **задняя срединная борозда**, а по бокам с каждой стороны находятся передняя и задняя **латеральные борозды**.

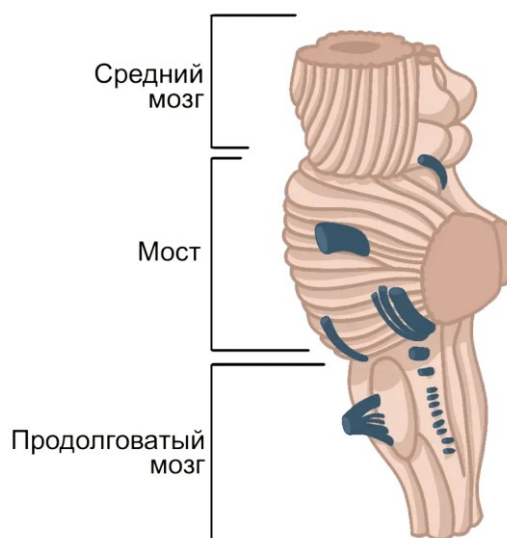


Рис. 5.2.4.1. Схема строения ствола головного мозга (по БРЭ)

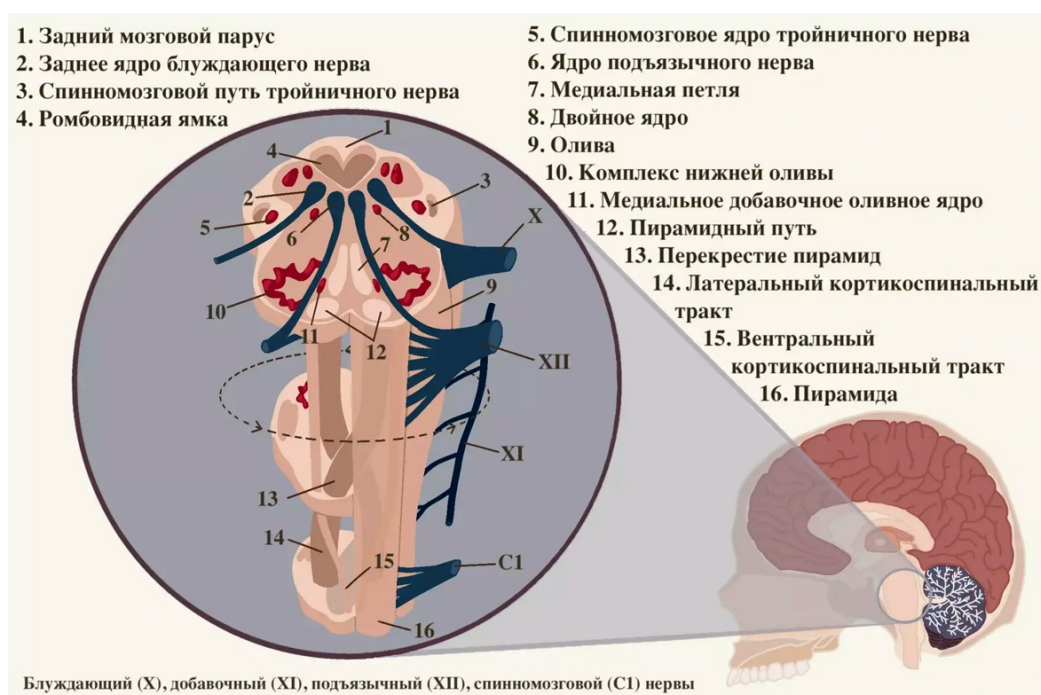


Рис. 5.2.4.2. Схема строения ствола головного мозга (по БРЭ)

На передней (вентральной) поверхности продолговатого мозга видны два продольных возвышения — **пирамиды**, состоящие из волокон двигательных нисходящих путей: переднего и латерального корково-спинно-мозговых (пирамидных) проводящих путей. В пирамидах происходит **перекрест** (переход на другую сторону) **латерального корково-спинномозгового пирамидного пути**. Место перекреста служит также **анатомической границей между продолговатым и спинным мозгом**.

Кнаружи от пирамид лежат овальные возвышения — **оливы**, ядра которых являются промежуточным центром равновесия.

На задней поверхности продолговатого мозга по обе стороны от задней срединной борозды располагаются **тонкий и клиновидный пучки**, являющиеся продолжением одноименных пучков спинного мозга. Эти пучки заканчиваются утолщениями — **бугорками тонкого и клиновидного ядер** (скопление нейронов). Данные ядра служат местом переключения мышечно-суставной (проприоцептивной) чувствительности коркового направления. Верхняя часть задней поверхности продолговатого мозга плоская, имеет форму треугольника и образует **нижнюю половину ромбовидной ямки и дна четвёртого желудочка**.

Внутреннее строение продолговатого мозга отличается от строения спинного мозга: **серое вещество здесь не образует сплошного столба**, а распадается на отдельные скопления клеток — **ядра продолговатого мозга**. К ним относятся **ядра последних четырёх пар черепных нервов**: языкоглоточного (IX пара), блуждающего (X пара), добавочного (XI пара), подъязычного (XII пара) нервов, одно ядро тройничного нерва (V пара), ядра центров дыхания, кровообращения, олив, тонкого и клиновидного пучков, ретикулярной формации.

Эти ядра являются **центрами ряда безусловных рефлексов**:

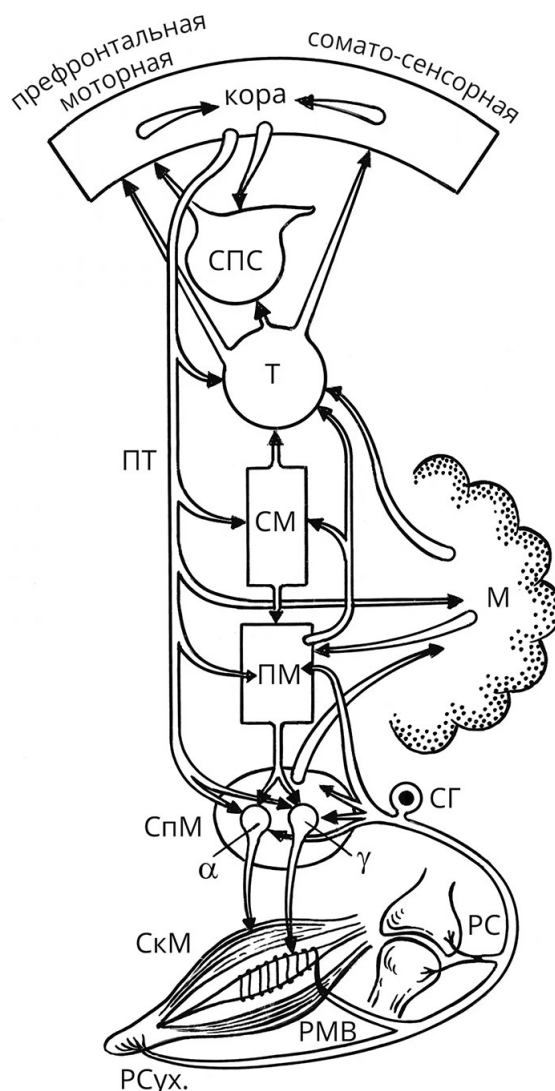
- **защитных** — кашель, чихание, мигание, слезотечение, рвота;
- **пищевых** — сосание, глотание, сокоотделение пищеварительных желёз;
- **сердечно-сосудистых** — регулируют деятельность сердца и кровеносных сосудов;
- **дыхательных** — обеспечивают вентиляцию лёгких, ритм и глубину дыхания;
- **установочных рефлексов позы и перераспределения тонуса мышц** (ядра олив).

Белое вещество продолговатого мозга состоит из коротких и длинных пучков нервных волокон.

Короткие пучки осуществляют связь между ядрами продолговатого мозга, а также между ними и ядрами близлежащих отделов головного мозга.

Длинные пучки нервных волокон представляют восходящие и нисходящие пути головного и спинного мозга. За счёт этих путей продолговатый мозг осуществляет проводниковую функцию.

При частичном поражении продолговатого мозга (кровоизлияние, травма) наблюдается нарушение дыхания, сердечной деятельности, а при полном повреждении (разрушении) его наступает гибель организма от остановки дыхания и кровообращения. У бульбарного животного, у которого произведена перерезка ствола мозга выше продолговатого мозга на границе с мостом, произвольные движения исчезают.



ПТ – пирамидный тракт; СПС – стриопаллидарная система; Т – таламус; СМ – средний мозг;
 ПМ – продолговатый мозг; М – мозжечок; СпМ – спинной мозг, α и γ – мотонейроны спинного мозга; СГ – спинальный ганглий; СкМ – скелетная мышца; РСуx – рецепторы сухожилий; РМВ – мышечное веретено;
 РС – рецепторы суставов.
 Стрелками указано направление входящих и нисходящих влияний.

Рис. 5.2.4.3. Пирамидная система и её основные связи (по БРЭ)

5.2.5. Задний мозг

Задний мозг (*греч.* metencephalon) развивается из четвёртого мозгового пузыря, включает мост и мозжечок.

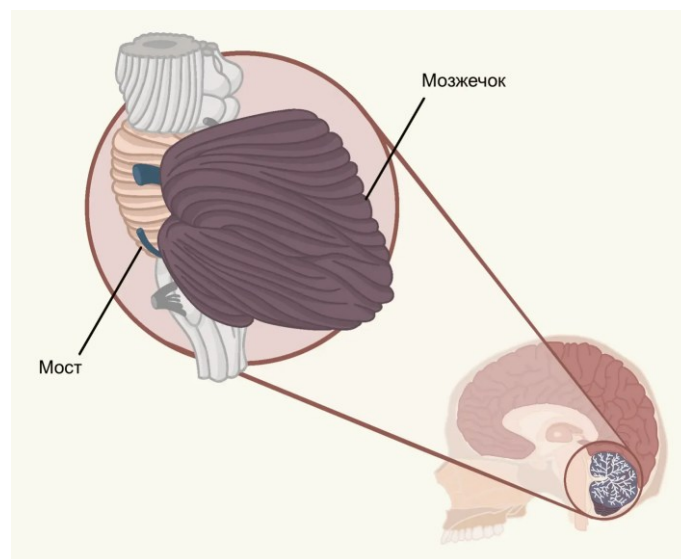


Рис. 5.2.5.1. Сагиттальный разрез головного мозга (по БРЭ)

А. Варолиев мост (*лат.* pons Varolii) представляет собой утолщение в форме поперечного валика, расположенного впереди продолговатого мозга. Передняя часть моста прилежит к **скату черепа**, задняя часть моста вместе с верхней частью продолговатого мозга обращена к мозжечку и является дном четвёртого желудочка. На передней части моста имеется **базилярная (основная) борозда** для одноименной артерии. По сторонам мост переходит в правую и левую **средние мозжечковые ножки**, в которых находятся пучки нервных волокон для связи моста с мозжечком. На границе между передней (базилярной) частью и задней частью (покрышкой) моста лежит **трапециевидное тело**, образованное ядрами и поперечно идущими волокнами проводящего пути слухового анализатора. В передней (базилярной) части моста располагаются скопления **серого вещества**, называемые **собственными ядрами моста**, для связи коры большого мозга с мостом и мозжечком. В задней части (покрышке) моста лежат **ядра предпоследних четырёх пар черепных нервов**: тройничного (V пара), отводящего (VI пара), лицевого (VII пара), преддверно-улиткового (VIII пара) нервов, ядра верхней оливы и ретикулярной формации. **Белое вещество** моста содержит, помимо поперечно идущих волокон, проводящие пути, проходящие транзитно из других отделов мозга в восходящем и нисходящем направлениях.

Б. Мозжечок (*лат.* cerebellum), или малый мозг, располагается в задней черепной ямке под затылочными долями полушарий большого мозга кзади от продолговатого мозга и моста. **Масса** мозжечка 120–150 г. По своему развитию мозжечок может быть отнесён к мозговому стволу, но значительно отличается от него по строению и не содержит ядер черепных нервов.

В нём выделяют **два полушария** — **правое и левое** и среднюю часть — **червь**.

Мозжечок построен из серого и белого вещества.

Серое вещество на наружной поверхности мозжечка образует тонкий сплошной слой толщиной 1–2,5 мм — **кору**. Под корой находится **белое вещество**, а внутри его — отдельные скопления серого вещества — **ядра**. Наиболее латерально от червя залегает самое значительное **зубчатое ядро**, ближе к червя — **пробковидное, шаровидное** и самое медиальное — **ядро шатра**. Все они парные. **Кора мозжечка** представлена тремя слоями нервных клеток.

Белое вещество, имеющее на сагиттальном разрезе вид ветвистого дерева («**дерево жизни**»), состоит из пучков нервных волокон, которые связывают кору мозжечка с ядрами и вторым полушарием мозжечка, а также с различными участками головного и спинного мозга.

Мозжечок связан с мозговым стволом **тремя парами ножек**: верхние соединяют его со средним мозгом, средние — с мостом, нижние — с продолговатым мозгом.

Прямых связей с рецепторами и эффекторами организма мозжечок не имеет.

Между мозжечком, продолговатым мозгом и мостом располагается **четвёртый желудочек**. Дном его является ромбовидная ямка. Вверху через **водопровод** мозга он сообщается с третьим желудочком, с боков через латеральные апертурлы сосудистой основы — отверстия **Г. Люшки**, снизу сзади через срединную аперттуру — отверстие **Ф. Мажанди** сообщается с **подпаутинным пространством** головного мозга, а внизу переходит в **центральный канал спинного мозга**. Желудочек заполнен ликвором.



Рис. 5.2.5.2. Мозжечок (по БРЭ)

Основная функция мозжечка — координация сложных движений тела, нормальное распределение мышечного тонуса, регуляция деятельности внутренних органов. Он оказывает адаптационно-трофическое влияние на все отделы мозга (через симпатическую нервную систему), регулирует обмен веществ в мозге и способствует приспособлению нервной системы к изменяющимся условиям существования. (**Л. А. Орбели**). Другими словами, мозжечок является высшим адаптационно-трофическим центром, стабилизирующим все вегетативные и анимальные функции (процессы) в организме.

При удалении мозжечка наблюдаются следующие нарушения:

- **астазия** (от *греч.* а — отрицание, stasis — стояние) — неспособность к слитному тетаническому сокращению мышц (непрерывные качательные движения лап собаки); теряется способность стоять;
- **атония** (от *греч.* atonia — расслабленность, вялость) — падение или ослабление тонуса мышц;
- **атаксия** (от *греч.* ataxia — беспорядок) — недостаточная координированность и контролируемость движений (из-за выпадения анализа сигналов от проприорецепторов мышц и сухожилий);
- **астения** (от *греч.* а — отрицание, sthenos — сила) — сильная слабость и снижение силы мышечных сокращений: животное, пройдя несколько шагов, ложится и отдыхает;
- **нарушение деятельности внутренних органов** (пищеварительного тракта, сердечно-сосудистой системы, изменение содержания сахара в крови, ионов натрия, калия, кальция и т. д.).

Со временем эти нарушения у безмозжечковой собаки сглаживаются за счёт компенсации функций корой большого мозга. Если удалить у такой собаки и кору, то все нарушения появляются снова и уже никогда не компенсируются. Таким образом, мозжечок является помощником коры большого мозга по управлению скелетной мускулатурой и деятельностью всех внутренних органов.

5.2.6. Средний мозг

Средний мозг (*греч.* mesencephalon) развивается из третьего мозгового пузыря. Его развитие связано со зрительным и слуховым анализаторами. Средний мозг состоит из **двух ножек мозга и крыши** (пластинки четверохолмия).

Внутри среднего мозга имеется полость — **водопровод**, длиной 1,5 см, который соединяет третий желудочек с четвертым и содержит ликвор.



Рис. 5.2.6.1. Схема строения среднего мозга (по БРЭ)

Каждая ножка состоит из покрышки и основания, между которыми находится **чёрное вещество**. Оно относится к **экстрапирамидной системе**, которая участвует в поддержании мышечного тонуса и автоматически (непроизвольно) регулирует работу мышц. Покрышка ножек мозга содержит главным образом восходящие пути к таламусу, красные ядра и ретикулярную формацию.

Красные ядра — одни из главных координационных ядер экстрапирамидной системы. От них начинается нисходящий **красноядерно-спинномозговой (руброспинальный) путь**, по которому передаются импульсы к двигательным нейронам спинного мозга.

В **основании ножек** мозга проходят нисходящие пути от коры большого мозга. В центральном сером веществе среднего мозга вокруг водопровода в области дна расположены **ядра двух пар черепных нервов** — глазодвигательного (III пара), блокового (IV пара), а также — добавочное парасимпатическое ядро глазодвигательного нерва (ядро **Н. М. Якубовича**, или ядро **К. Вестфаль–Л. Эдингера**), промежуточное ядро РФ, отростки клеток которого участвуют в образовании ретикулярно-спинномозгового пути. Волокна, отходящие от добавочного ядра, иннервируют гладкие мышцы глазного яблока (мышцу, суживающую зрачок, и ресничную мышцу).

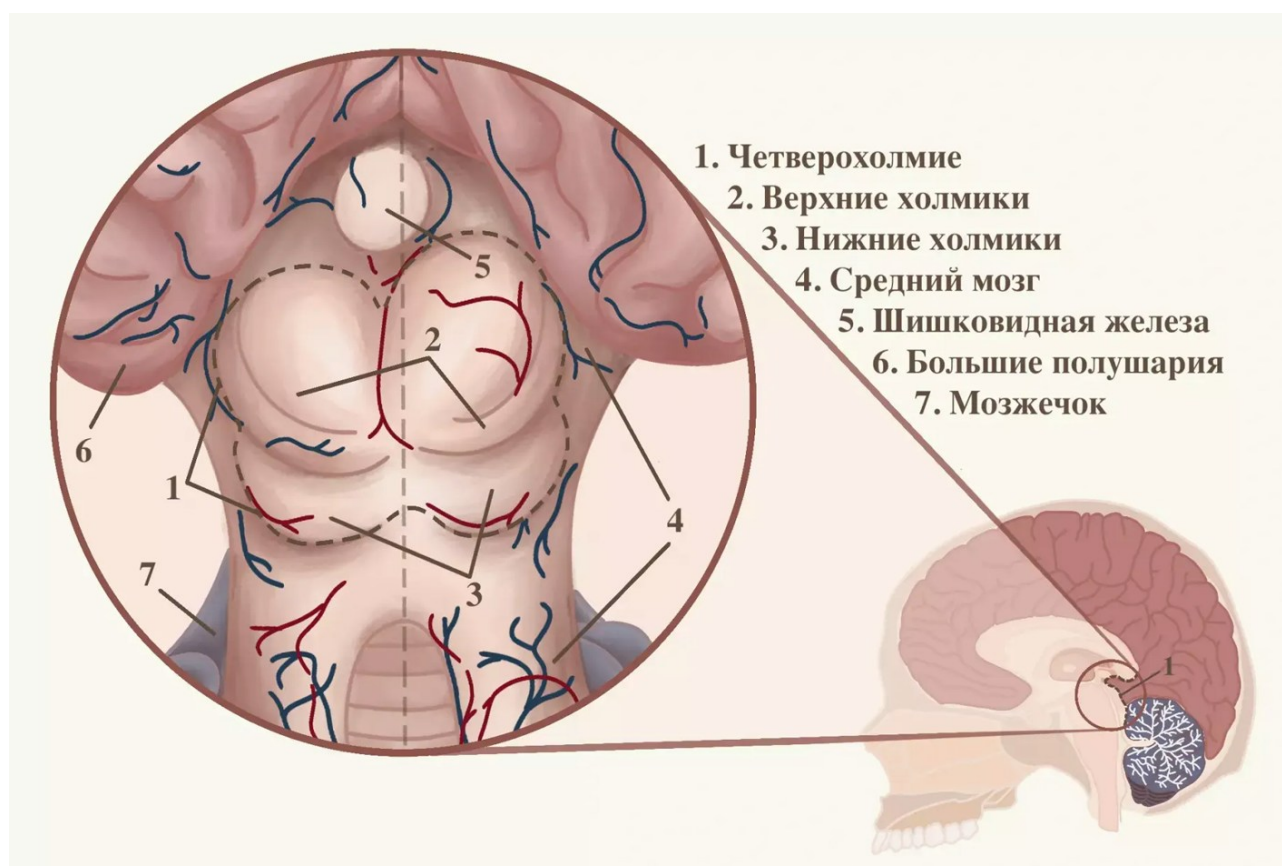


Рис. 5.2.6.2. Четверохолмие (по БРЭ)

Крыша среднего мозга состоит из **двух верхних и двух нижних холмиков**, в которых заложены ядра серого вещества. Верхние холмики связаны со **зрительным путём**, нижние — со **слуховым**. От них берёт начало двигательный путь, идущий к клеткам передних рогов спинного мозга.

Ядра серого вещества **верхних холмиков** являются первичными (подкорковыми) зрительными **центрами ориентировочной реакции** на визуальные сигналы и зрачкового рефлекса (поворот головы и движение глаз в ответ на внезапные световые раздражения, сужение зрачка при ярком свете).

Ядра **нижних холмиков** являются первичными (подкорковыми) центрами ориентировочной реакции на звук (поворот головы, глаз в сторону звукового раздражителя).

Средний мозг связан с мозжечком верхними ножками.

Средний мозг **играет важную роль** в регуляции мышечного тонуса и осуществлении установочных и выпрямительных рефлексов, благодаря чему возможны стояние и ходьба.

Если животному сделать поперечный разрез между продолговатым и средним мозгом, то у него резко повышается тонус разгибательных мышц (так называемая децеребрационная ригидность). Если сделать разрез выше — децеребрационной ригидности не возникает.

Как установлено, структурами, притормаживающими тонус мышц-разгибателей, являются **красные ядра**. **Чёрное вещество** также регулирует мышечный тонус и поддержание позы, участвует в регуляции актов жевания, глотания, дыхания, в мимике и т.д. Оно оказывает тормозящее влияние на хвостатое ядро, скорлупу и бледный шар. При его разрушении эти тормозящие влияния устраняются. В результате усиливаются возбуждающие влияния базальных ганглиев на кору головного мозга и ретикулярную формацию и возникают характерные **симптомы болезни Дж. Паркинсона** (дрожательного паралича): нарушение позы, походки, мышечного тонуса, амимия и дрожание (тремор).

5.2.7. Промежуточный мозг

Промежуточный мозг (*греч. diencephalon*) развивается из второго мозгового пузыря. Он включает следующие отделы: таламическую область, гипоталамус и третий желудочек.

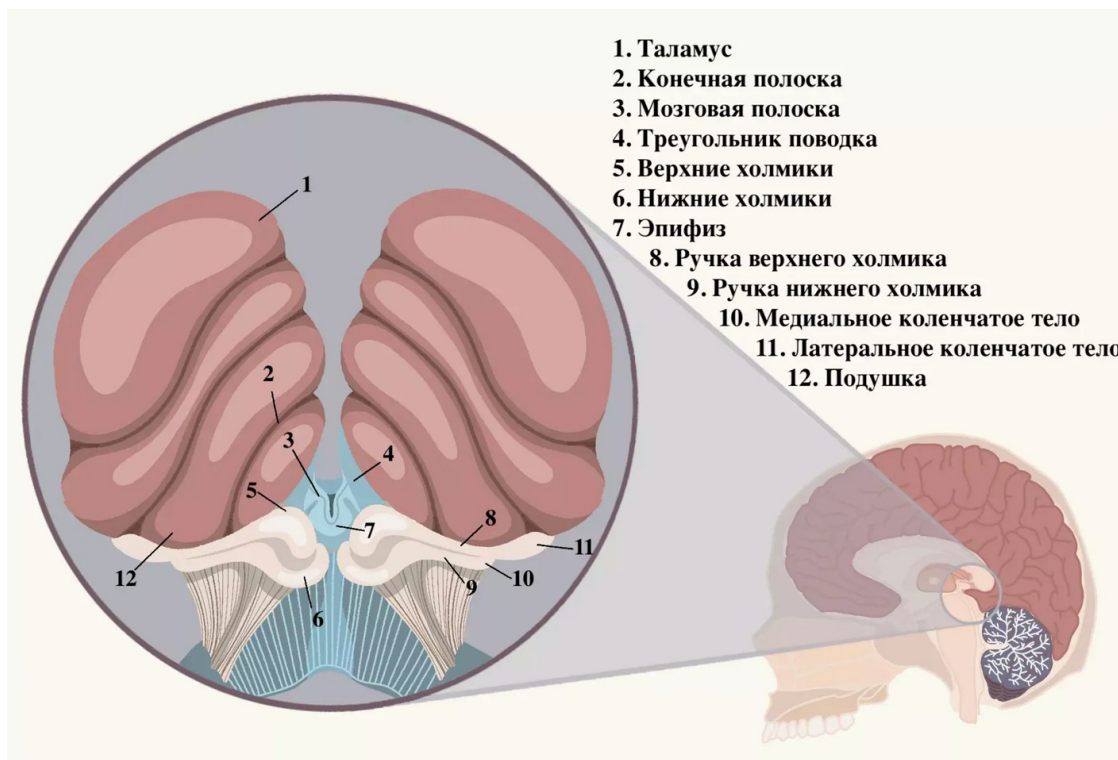


Рис. 5.2.7.1. Схема строения промежуточного мозга (по БРЭ)

А. К **таламической области** относят таламус, метаталамус и эпиталамус.

Таламус, задний таламус, или зрительный бугор — парное образование, имеющее яйцевидную форму, спереди небольшой выступ — передний бугорок, а сзади значительное выпячивание — подушку. Обращённые друг к другу медиальные поверхности таламусов являются латеральными стенками третьего желудочка. Латеральная поверхность таламуса прилежит к внутренней капсуле.

Таламус является подкорковым центром, коллектором всех видов чувствительности, кроме обонятельной, вкусовой и слуховой

Ядра таламуса (до 40) в функциональном отношении делятся на 3 группы:

- **специфические (чувствительные) ядра** связаны с определёнными чувствительными зонами коры большого мозга и передают в кору информацию, являющуюся источником наших ощущений;
- **неспецифические ядра** — это ядра РФ; они связаны со многими областями коры и принимают участие в активизации её деятельности;
- **ассоциативные ядра** связаны с двигательными подкорковыми ядрами: полосатым телом, бледным шаром, гипоталамусом, средним и продолговатым мозгом.

Метаталамус (заталамическая область) представлен двумя парами коленчатых тел: латеральных и медиальных, соединяющихся с холмиками крыши среднего мозга при помощи ручек верхнего и нижнего холмиков. Латеральное коленчатое тело, правое и левое, является первичным подкорковым центром зрения, медиальное — слуха. Аксоны нейронов этих ядер идут соответственно в зрительную и слуховую зоны коры.

Эпиталамус (надталамическая область) включает шишковидное тело — **эпифиз**, поводки, спайки поводков и эпиталамическую спайку.

(см. «Эндокринная система»)

Б. **Гипоталамус** образует нижние отделы промежуточного мозга и участвует в образовании дна третьего желудочка. К гипоталамусу относятся **серый бугор** с воронкой и **гипофизом** — эндокринной железой, зрительный перекрест, зрительный тракт и сосцевидные тела.

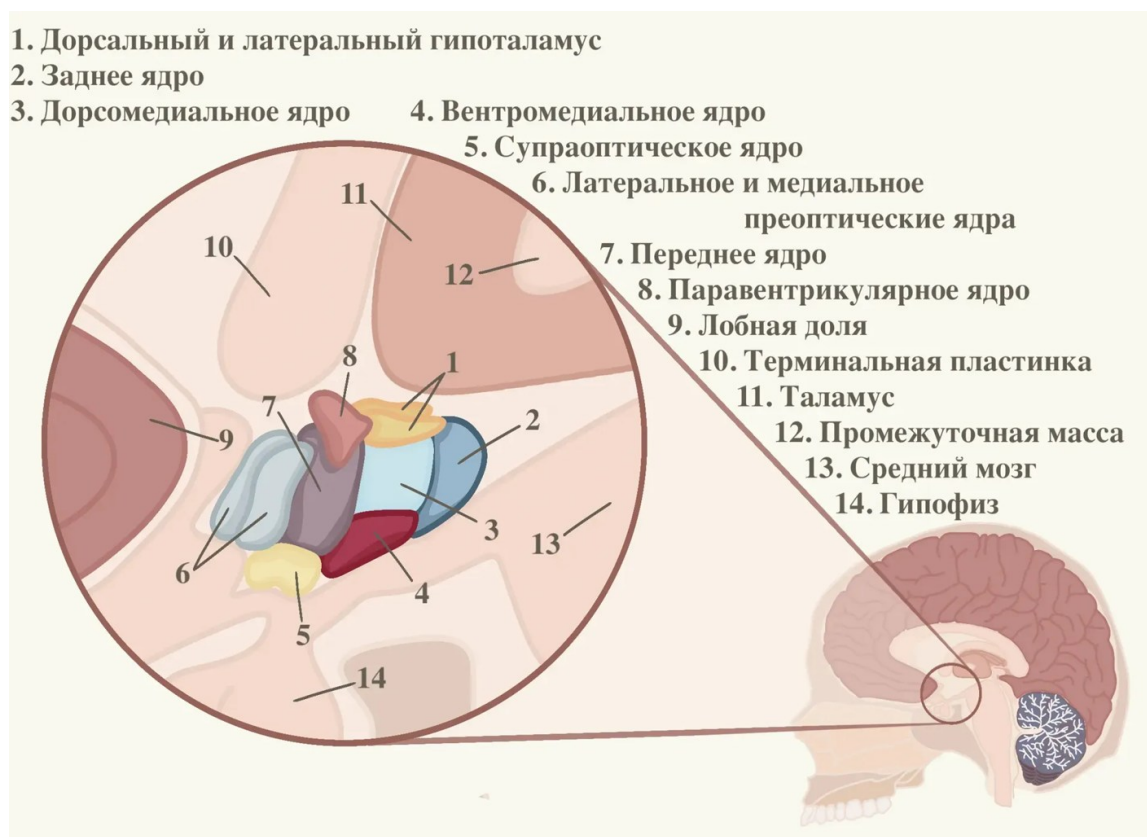


Рис. 5.2.7.2. Гипоталамус (по БРЭ)

Гипоталамус представляет собой продолжение покрывки ножек мозга в промежуточный мозг. Сюда из среднего мозга продолжают и здесь же заканчиваются красные ядра и чёрное вещество. Латеральное последнее находится относящееся к экстрапирамидной системе гипоталамическое ядро, которому свойственны также и вегетативные функции.

Серое вещество гипоталамуса образует более 30 пар ядер, которые являются высшими подкорковыми центрами вегетативной нервной системы.

В этой области расположены **центры, регулирующие все вегетативные функции, обеспечивающие гомеостаз, все виды обмена, включая водно-солевой.**

При раздражении **передних отделов гипоталамуса** возникает **парасимпатический эффект**: сужение зрачков, бронхов, падение АД, уменьшение частоты сердечных сокращений, усиление секреции и моторики пищеварительного тракта и т. д.

При раздражении **задних отделов (задней группы ядер) гипоталамуса** наблюдается диаметрально противоположный, т. е **симпатический эффект**: расширение зрачков, бронхов, повышение АД и т. д.

При раздражении **средней группы ядер** гипоталамуса возникает комплекс эмоциональных реакций и различные изменения обмена веществ.

Гипоталамус тесно связан с гипофизом.

В гипоталамусе образуются гормоны **вазопрессин и окситоцин**, которые по аксонам поступают в заднюю долю гипофиза, накапливаются, а затем поступают в кровь. С кровью по сосудам из гипоталамуса поступают в переднюю долю гипофиза рилизинг-факторы (высвобождающие факторы), стимулирующие или задерживающие образование тропных гормонов аденогипофиза.

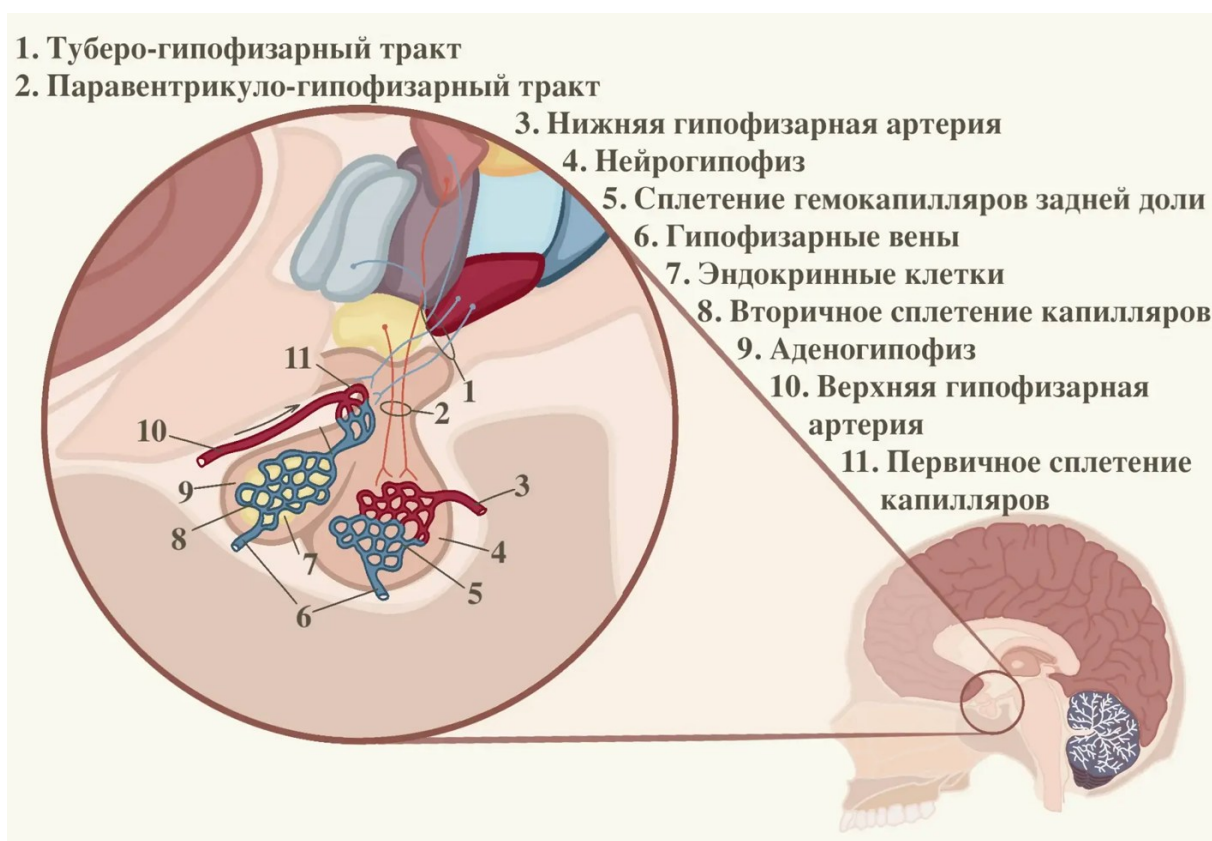


Рис. 5.2.7.3. Гипофиз (по БРЭ)

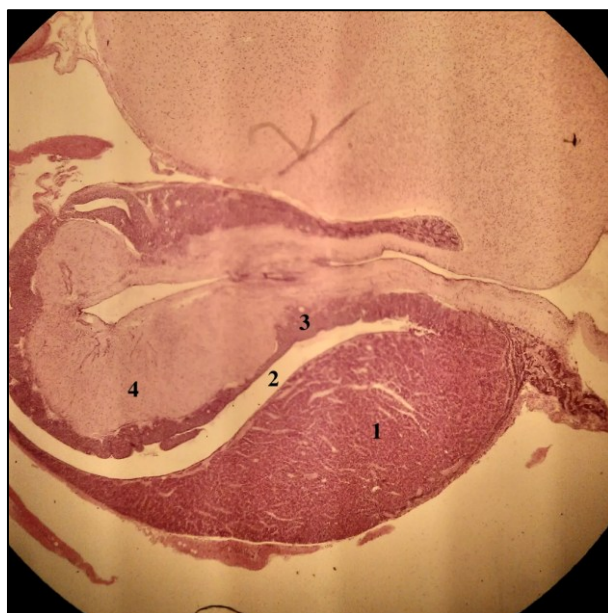


Рис. 5.2.7.4. Препарат среза гипофиза (окраска гематоксином и эозином) (по БРЭ)

1 — передняя доля; 2 — щель; 3 — промежуточная часть; 4 — задняя доля.

В. **Третий желудочек** представляет собой узкую вертикальную щель между двумя зрительными буграми промежуточного мозга. Спереди он сообщается с **боковыми желудочками** (левым и правым) межжелудочковыми отверстиями, а сзади переходит в водопровод среднего мозга.

В стволе мозга между его специфическими ядрами находятся скопления нейронов с многочисленными, сильно ветвящимися отростками, образующими густую сеть — **ретикулярная формация, или сетевидное образование (РФ)**.

От нейронов ретикулярной формации начинаются неспецифические пути. Они идут вверх к коре и подкорке и вниз к нейронам спинного мозга. Источниками для возбуждения ретикулярной формации являются:

- поток афферентных импульсов от всех органов чувств (рецепторов);
- эффекторные центры коры большого мозга.

Ретикулярная формация — это не исполнительная, а настраивающая структура. Раздражение ретикулярной формации не вызывает двигательного эффекта, но влияет на имеющуюся деятельность, тормозя или усиливая её. Торможение возникает при раздражении задних отделов ствола мозга, а усиление рефлексов — при раздражении передних отделов. Соответствующие зоны ретикулярной формации получили название тормозящей и активирующей зон.

На кору большого мозга ретикулярная формация оказывает активирующее воздействие, поддерживая состояние бодрствования и концентрируя внимание. По выражению **И. П. Павлова**: «*подкорка заряжает кору*». В свою очередь кора большого мозга регулирует активность ретикулярной формации.

5.2.8. Большой мозг

Большой мозг (лат. cerebrum), или **конечный мозг** (греч. telencephalon), развивается из переднего (первого) мозгового пузыря; состоит из **двух полушарий** — левого и правого, разделённых продольной щелью и соединяющихся между собой при помощи **мозолистого тела и спаек**.

В процессе эволюции большой мозг возник позднее других отделов головного мозга, но достиг у человека наивысшего развития. По своей массе и величине он значительно превосходит все другие отделы головного мозга.

Полости большого мозга образуют левый (первый) и правый (второй) **боковые желудочки**. Каждое полушарие большого мозга состоит из наружных покровов — **коры (плаща)**, глубже лежащего белого вещества и расположенных в нём скоплений серого вещества (**базальных ядер**).

С полушариями большого мозга сращены таламусы и ножки мозга. Граница между большим и следующим за ним промежуточным мозгом проходит в том месте, где внутренняя капсула прилежит к латеральной стороне таламуса. Между полушариями и мозжечком имеется поперечная **щель большого мозга**.

На каждом полушарии различают **3 поверхности**: **верхнелатеральную** — выпуклую, **медиальную** — плоскую, **нижнюю** — **неровную**, лежащую на основании черепа. Наиболее выступающие впереди и кзади участки полушария получили названия полюсов: **лобный полюс**, **затылочный полюс** и **височный полюс**. Поверхности полушарий испещрены извилинами и бороздами: **извилины** представляют собой валики (возвышения) мозгового вещества, **борозды** — углубления между извилинами. **Наличие борозд увеличивает поверхность коры полушарий большого мозга без увеличения его объёма.**

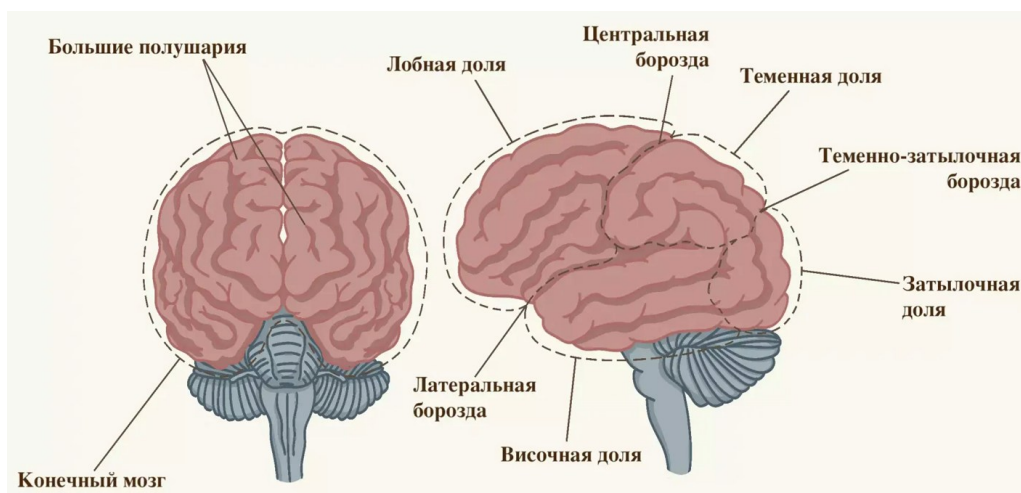


Рис. 5.2.8.1. Схема строения конечного мозга человека (по БРЭ)

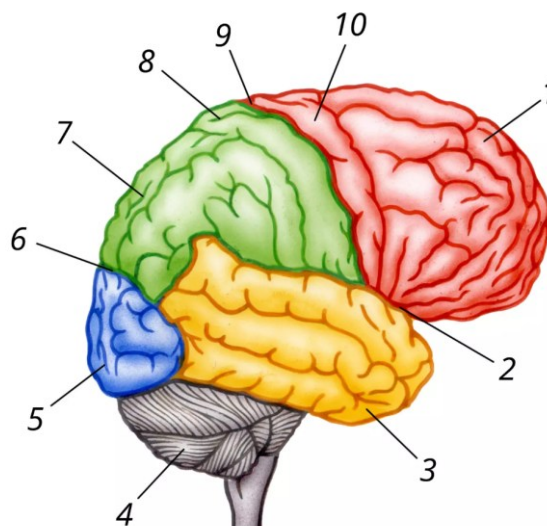


Рис. 5.2.8.2. Боковая поверхность коры правого полушария головного мозга человека (по БРЭ)

1 — лобная доля; 2 — Сильвиева борозда; 3 — височная доля; 4 — мозжечок; 5 — затылочная доля; 6 — теменно-затылочная борозда; 7 — теменная доля; 8 — задняя центральная (постцентральная) извилина; 9 — Роландова борозда; 10 — передняя центральная (прецентральная) извилина.

В каждом полушарии различают **5 долей**: лобную, теменную, височную, затылочную и островковую.

- **Лобная доля** занимает передний отдел полости черепа, включая переднюю черепную ямку, и отграничена от находящейся позади неё теменной доли центральной, или Роландовой, бороздой.
- **Теменная доля** находится сзади центральной борозды.
- **Височная доля** расположена в средней черепной ямке и отделена от лобной и теменной долей глубокой латеральной, или Сильвиевой бороздой.
- **Затылочная доля** лежит над мозжечком в заднем отделе полости черепа. Между ней и теменной долей на медиальной поверхности полушария проходит теменно-затылочная борозда.
- **Островковая доля** (островок) **И. Рейля** расположена в глубине латеральной борозды. Её можно увидеть, если раздвинуть или удалить прикрывающие островок участки лобной, теменной и височной долей, которые получили наименование покрывшки.

Медиальная поверхность полушария имеет две концентрически расположенные извилины. Одна из них находится над мозолистым телом выше борозды мозолистого тела и называется **поясной извилиной**. Сзади и книзу от мозолистого тела поясная извилина суживается, образуя **перешеек поясной извилины**. Далее внизу и впереди перешеек переходит во вторую более широкую извилину гиппокампа, или **парагиппокампальную извилину**, ограниченную сверху **бороздой гиппокампа**. Поясная извилина, перешеек и парагиппокампальная извилина образуют вместе **сводчатую извилину**. Передний изогнутый конец парагиппокампальной извилины называется **крючком**. Парагиппокампальная извилина отделяет височную долю от ствола мозга. Сводчатая извилина относится к лимбической области (*лат. limb* — кромка, кайма), входящей в состав лимбической системы.

Большой мозг построен из серого и белого вещества.

Серое вещество снаружи полушария образует плащ, или кору большого мозга, в глубине полушария — подкорковые (базальные) ядра. Между корой и подкорковыми ядрами располагается **белое вещество**.

Внутри каждого полушария имеется полость, называемая **боковым желудочком**. В каждом желудочке различают центральную часть (в глубине теменной доли), от которой отходят **3 рога**: передний (лобный), задний (затылочный) и нижний (височный). В центральной части и нижнем роге находится сосудистое сплетение бокового желудочка, продуцирующее, как уже говорилось ранее, ликвор.

5.2.9. Особенности строения коры большого мозга

Кора большого мозга — высший отдел ЦНС, формирующий деятельность организма как единого целого в его взаимоотношениях с окружающей средой. Она является наиболее молодым образованием ЦНС. С появлением коры происходит кортиколизация функций, т. е. регуляция функций организма перемещается из нижних отделов ЦНС в кору. Кора начинает контролировать все процессы, протекающие в организме, а также всю деятельность человека.

По **И. П. Павлову**, кора является распорядителем и распределителем всех функций и всей деятельности организма. Кора — это вместилище всей нашей интеллектуальной жизни, это мастерская наших желаний, мыслей, воли и чувств. Деятельность коры вместе с ближайшими подкорковыми ядрами носит название высшей нервной деятельности (ВНД).

Кора большого мозга представляет собой слой серого вещества толщиной от 1,5 до 5 мм. За счёт большого количества складок площадь коры большого мозга составляет около 2200–2500 см² (0,2–0,25 м²).

В коре содержится от 14 до 17 млрд нейронов, большая часть которых (90%) сгруппирована в **шесть слоёв**, (пластинок) и образует **неокортекс** (новую кору) — высший интегративный отдел соматической нервной системы. Занимает 95,6% площади всей коры большого мозга. Из этих шести слоёв нижние (V и VI слои) являются началом эфферентных путей; средние слои (III и IV слои) связаны с афферентными путями, а верхние (I и II слои) относятся к ассоциативным нейронам и ассоциативным путям коры. Шестислойный тип коры видоизменяется в различных областях как в смысле толщины и расположения слоёв, так и состава клеток.

Остальную часть коры занимает другой отдел — **палеокортекс** (древняя кора — *греч.* παλαιός [palaios] — древний и *лат.* cortex — кора от *греч.* μαντιάς [mantias] — мантия, плащ), с более простой трёхслойной структурой. Процессы, протекающие в палеокортексе, не всегда отражаются в сознании. К палеокортексу относят филогенетически самые древние и небольшие отделы коры, входящие в состав **лимбической системы** («обонятельного мозга»). Однако рассматривать эти отделы только как корковый отдел обонятельного анализатора нельзя, так как здесь расположены высшие корковые вегетативные центры.

Все пространство между серым веществом коры большого мозга и базальными ядрами занято белым веществом. Оно состоит из большого количества нервных волокон, идущих в различных направлениях и образующих проводящие пути конечного мозга.

Эти **нервные волокна** могут быть **трёх видов**:

- **ассоциативные (короткие или длинные)**, соединяющие между собой различные участки одного и того же полушария;
- **комиссуральные**, связывающие чаще всего одинаковые симметричные участки двух полушарий, самая большая мозговая спайка — **мозолистое тело** связывает между собой части обоих полушарий;
- **проекционные (проводящие)**, осуществляющие связь с другими отделами ЦНС до спинного мозга включительно — либо центростремительно, либо центробежно.

5.2.10. Локализация функций в коре большого мозга

Роль отдельных областей коры большого мозга впервые была изучена в 1870 г. немецкими учёными **Г. Фричем** и **Е. Гитцигом**. Установлено, что разные участки коры ведают определёнными функциями. Было создано учение о локализации функций в коре большого мозга.

Отечественными авторами в это учение было внесено много новых данных. Так, например, анатом **В. А. Бец** в 1874 г. доказал, что каждый участок коры отличается по строению от других участков мозга. Этим было положено начало учению о разнокачественности коры головного мозга. **И. П. Павлов** рассматривал кору полушарий большого мозга как сплошную воспринимающую поверхность, как совокупность корковых концов анализаторов. Он доказал, что корковый конец анализатора — это не какая-либо строго очерченная зона.

В коре большого мозга различают ядро и рассеянные элементы. **Ядро** — это место концентрации нейронов коры, составляющих точную проекцию всех элементов определённого рецептора, где происходит высший анализ, синтез и интеграция функций. **Рассеянные элементы** могут располагаться как по периферии ядра, так и на значительном расстоянии от него. В них совершаются более простые анализ и синтез.

Поле 6
Премоторная область

Поле 4
Первичная моторная область

Поля 3-2-1
Постцентральные первичные сенсорные поля

Поля 5 и 7
Сенсорные ассоциативные поля

Поля 39 – 40
Ассоциативные поля

Поля 18 – 19
Зрительные ассоциативные поля

Поле 17
Первичная зрительная (стриарная) кора

Поля 18 – 19
Зрительные ассоциативные поля

Поле 22 (задняя часть)
Сенсорный центр речи (центр Вернике)

Поле 41
Первичная слуховая кора

Поле 42
Ассоциативная слуховая кора

Поле 44
Моторный центр речи (центр Брока)

Поле 8
Глазное поле лобной доли

Ассоциативные поля лобной доли

Ассоциативные поля

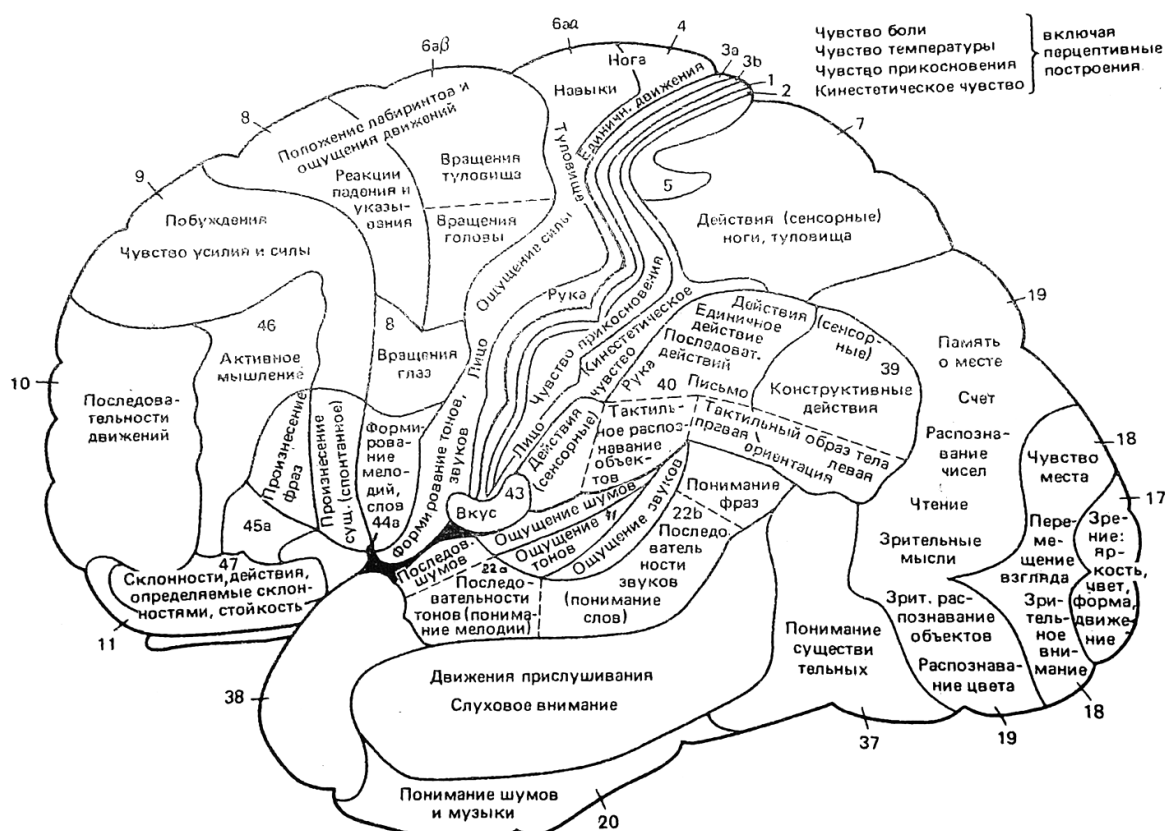


Рис. 5.2.10.1. Расположение клеточных полей по классификации К. Бродмана

В зависимости от функциональных особенностей в коре выделяют моторные (двигательные), сенсорные (чувствительные) и ассоциативные зоны, осуществляющие связи между различными зонами коры.

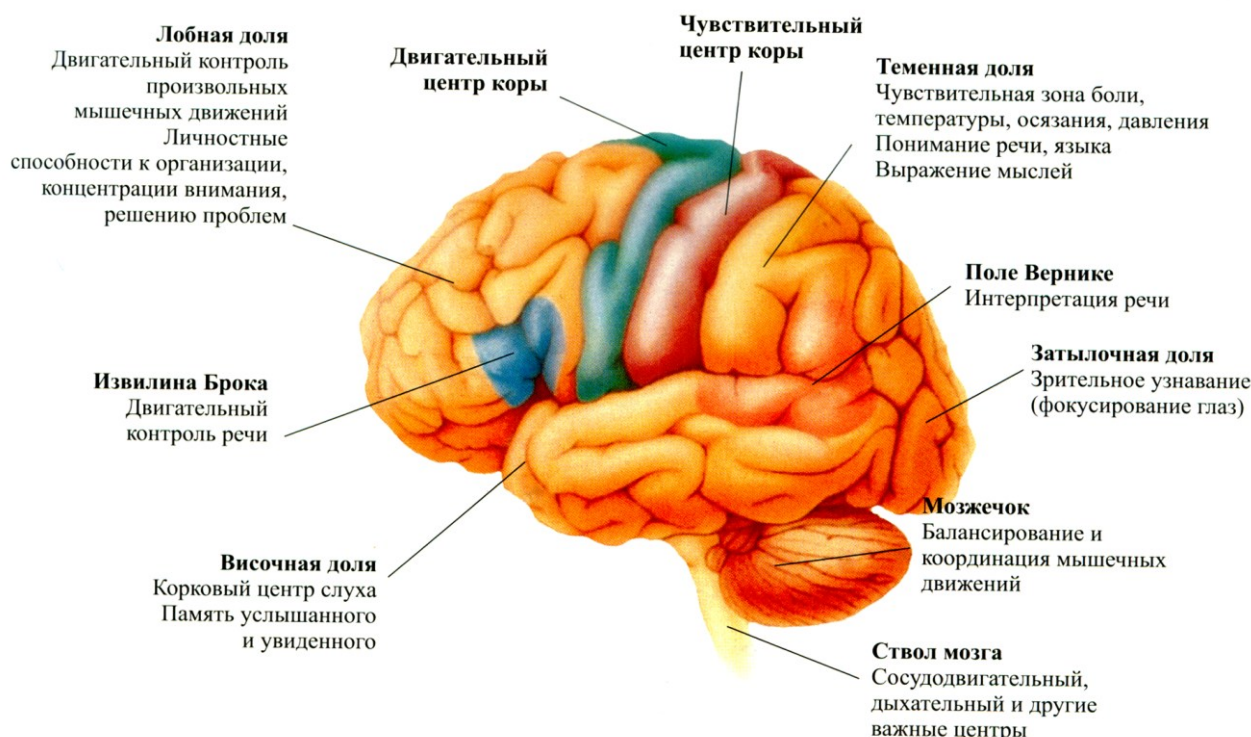


Рис. 5.2.10.2. Функциональные зоны коры больших полушарий

Нейтральные (немые) зоны в коре, как правило, отсутствуют.

Наиболее важные функциональные зоны коры.

А. Моторные зоны.

- **Моторная (двигательная) зона** коры представлена в **передней центральной извилине** лобной доли и **парацентральной дольке**. При неполном повреждении прецентральной извилины наблюдаются **парезы** (ослабление движений) скелетной мускулатуры на противоположной стороне, при полном повреждении — **параличи** (отсутствие движений), а при раздражении — разнообразные сокращения скелетных мышц.

Б. Сенсорные зоны.

- **Зона кожной чувствительности** (тактильной, болевой и температурной) представлена в задней центральной (постцентральной) извилине теменной доли. При неполном повреждении постцентральной извилины возникают нарушения кожной чувствительности на противоположной стороне тела, при двустороннем полном повреждении — **анестезия** (полная потеря чувствительности).
- **Мышечно-суставная (проприоцептивная) чувствительность** проецируется в переднюю (**предцентральную**) и заднюю (**постцентральную**) центральные извилины.
- **Зрительная зона** (ядро зрительного анализатора) находится в затылочной доле по краям шпорной борозды. При поражении затылочной доли наступает **полная корковая слепота**.
- **Слуховая зона** (ядро слухового анализатора) локализуется в верхней височной извилине (поперечные височные извилины, или извилины **Р. Гешля**) в глубине латеральной борозды. Сюда поступает информация от рецепторов улитки внутреннего уха.
- **Вкусовая зона** расположена в лимбической системе (парагиппокампальной извилине и крючке). Эта область получает импульсацию от вкусовых рецепторов слизистой оболочки полости рта и языка.
- **Обонятельная зона** расположена также в лимбической системе (парагиппокампальной извилине и крючке). Сюда поступают импульсы от обонятельных рецепторов слизистой оболочки полости носа.

В. **Зоны речи.** В коре имеется несколько зон, ведающих функцией речи.

- **Моторный центр речи П. Брока** находится в лобной доле левого полушария — у «правшей», в лобной доле правого — у «левшей».
- **Сенсорный центр речи К. Вернике** расположен в височной доле.
- **Зона**, обеспечивающая восприятие **письменной (зрительной) речи**, находится в угловой извилине нижней теменной доли.

Г. **Ассоциативные зоны** расположены в теменных, лобных и других долях коры, они осуществляют связь между различными областями коры, объединяя все поступающие импульсы в целостные акты научения (чтение, речь, письмо), логического мышления, памяти и обеспечивая возможность целесообразной реакции поведения. При нарушении ассоциативных зон появляется **агнозия** (греч. а — отрицание, gnosis — знание, познание) — неспособность узнавать предметы и **апраксия** (греч. аргхία — бездействие) — неспособность производить заученные движения.

Долгое время считалось, что левое полушарие (у «правшей») является доминантным (лат. dominans - господствующий), а правое — подчинённым. К настоящему времени имеются данные о функциональной асимметрии полушарий, под которой понимают такое неравенство, при котором в отношении одних функций главным является левое, а в отношении других — правое полушарие.

Установлено, что **левое полушарие** ответственно за речевые функции, логическое и математическое мышление, за формирование положительных эмоций. **Правое полушарие** отвечает за формирование музыкальных, художественных и других способностей, отрицательных эмоций (печаль, страх и т. д.).

5.2.11. Базальные ядра, лимбическая система и функции этих образований

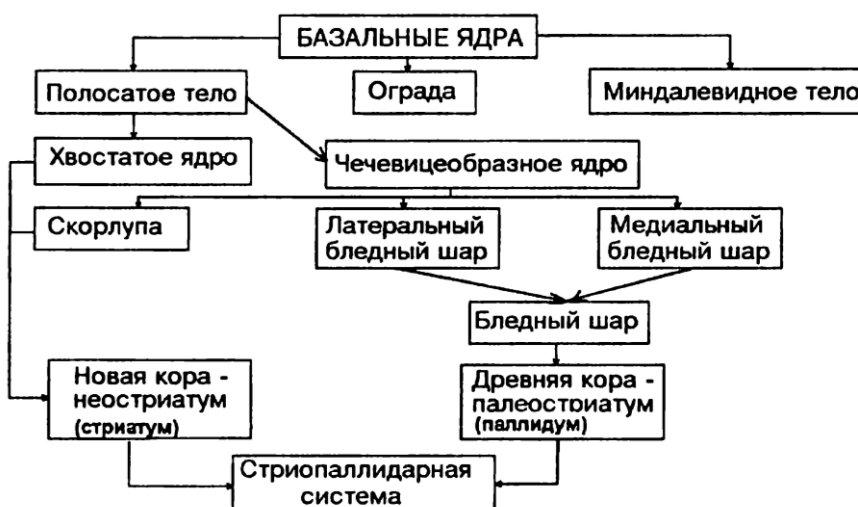
Базальные ядра — это комплекс подкорковых образований: хвостатое ядро, скорлупа, бледный шар, ограда, миндалевидное тело, расположенный в основании больших полушарий вблизи промежуточного мозга.

Палеостриатум (паллидум).

Бледный шар является более старым образованием, центром сложных двигательных рефлекторных реакций (ходьба, бег), формирует сложные мимические реакции, участвует в обеспечении правильного распределения мышечного тонуса. При раздражении бледного шара наблюдается сокращение скелетных мышц на противоположной стороне тела, при поражении бледного шара движения теряют свою плавность.

Неостриатум (стриатум).

Хвостатое ядро и скорлупа чечевицеобразного ядра объединяются под общим названием «**полосатое тело**» (скопления серого вещества, чередуются с прослойками белого вещества) и регулируют сложные двигательные функции, безусловнорефлекторные реакции цепного характера: бег, плавание, прыжки. Кроме того, полосатое тело через гипоталамус регулирует вегетативные функции организма, а также вместе с ядрами промежуточного мозга обеспечивает осуществление безусловных рефлексов — **инстинктов**.



5.2.11.1. Базальные ядра головного мозга

Лимбическая система («висцеральный мозг»; *лат. limbus* — кайма, край) — это комплекс образований обонятельного мозга, расположенный на нижней поверхности лобной доли (периферический отдел обонятельного мозга) на обеих сторонах таламуса, непосредственно под конечным мозгом. Эта система является высшим корковым центром регуляции деятельности вегетативной нервной системы и гипофиза.

В ней осуществляется **интеграция трёх видов информации**:

- о деятельности внутренних органов;
- обонятельная;
- о деятельности чувствительных и двигательных ассоциативных зон коры.

Лимбическая система отвечает за мотивацию и выработку сложных поведенческих актов, успешное выполнение которых требует координации вегетативных и соматических рефлексов. Она активно участвует также в формировании эмоций, памяти, состояний сна, бодрствования и т. д.

5.2.12. Изучение функций коры больших полушарий. Электроэнцефалография

Для изучения функций коры применяют следующие методы:

- **экстирпация**, т. е. оперативное удаление отдельных участков коры;
- **метод электрического, химического и температурного раздражений** различных зон коры;
- **метод электроэнцефалографии**, т. е. регистрации биопотенциалов мозга;
- **метод условных рефлексов** И. П. Павлова;
- **клинический метод** — изучение деятельности отдельных органов и систем при повреждении коры (кровоизлияние, ранение, опухоль и т. д.).

Электроэнцефалография (ЭЭГ). Коре большого мозга свойственна постоянная электрическая активность. Запись этих колебаний (биопотенциалов) непосредственно от коры называется **электрокортикограммой**, от кожи головы — **электроэнцефалограммой**, а сам метод исследования — **электроэнцефалографией**.

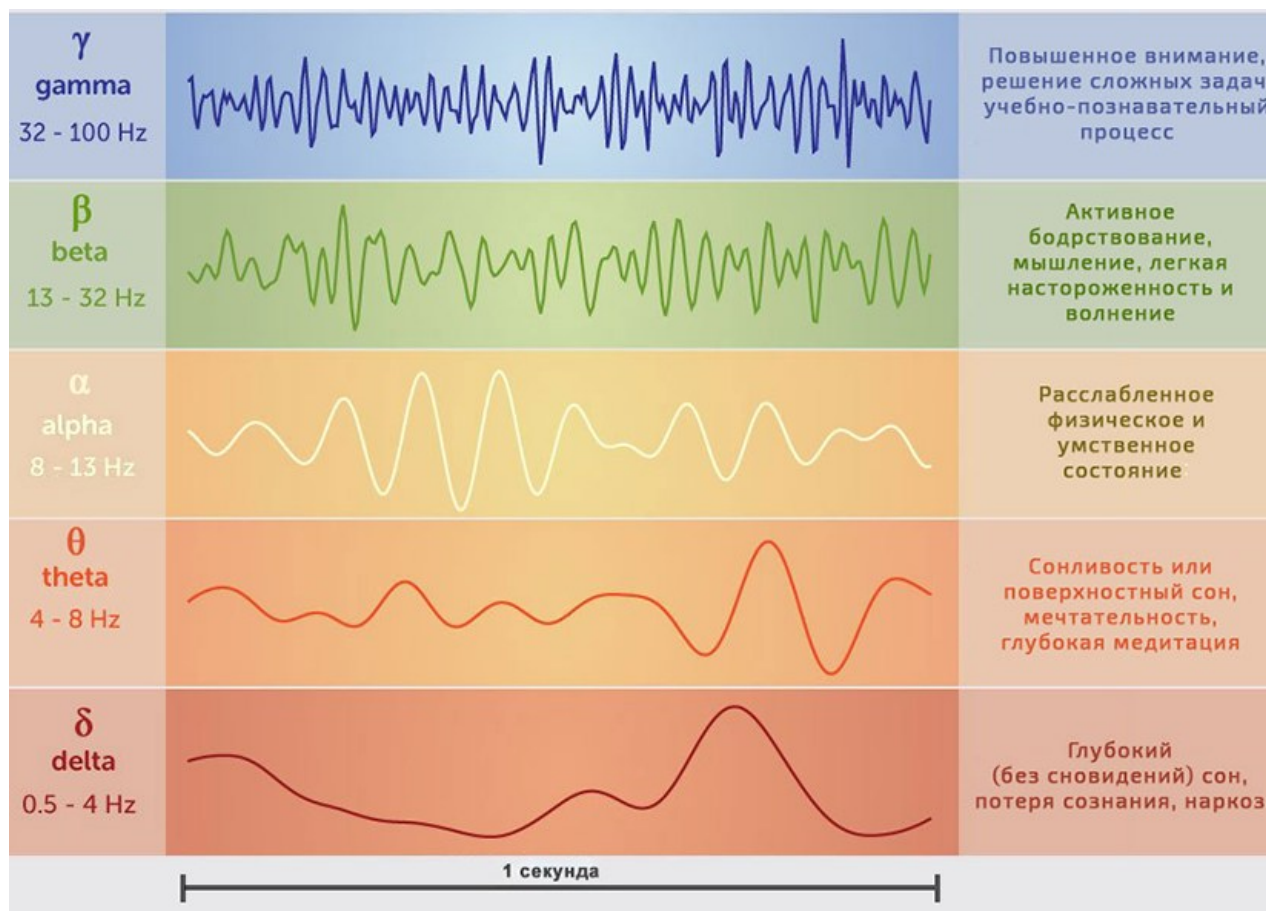
Биоэлектрическую активность головного мозга в функциональном отношении делят на **2 основных вида**:

- **спонтанную (фоновую) активность**;
- **вызванные потенциалы** — ответы на фоне спонтанной активности.

Различают **4 основных типа ритма ЭЭГ**.

- **Альфа-ритм (α-ритм)** — это ритмические колебания потенциалов синусоидальной формы с частотой 8–13 Гц в секунду и амплитудой 20–80 мкВ (по другим данным 5–100 микровольт). Регистрируется в условиях покоя при закрытых глазах и отсутствии внешних раздражений у 85–95 % здоровых взрослых людей. Лучше выражен в затылочной области, а также в теменной; у слепых людей может отсутствовать.
- **Бета-ритм (β-ритм)** — это потенциалы с частотой колебаний 14–40 Гц в секунду и более низкой амплитудой 10–30 мкВ. Более выражен в лобных долях. Регистрируется в области передних и центральных извилин. В норме слабо выражен и в большинстве случаев имеет амплитуду 3–7 мкВ. При открывании глаз, умственной работе и других раздражителях альфа-ритм быстро сменяется бета-ритмом. Т. е. в норме связаны с высшими когнитивными процессами и фокусированием внимания, в обычном бодрствующем состоянии, когда мы с открытыми глазами наблюдаем за происходящими событиями, или сосредоточены на решении каких-либо текущих проблем. Это явление смены редкого ритма на более частый получило название реакции активации (или десинхронизации).
- **Тета-ритм (θ-ритм)** — потенциалы с частотой колебаний 4–8 Гц в секунду и высокой амплитудой — 100–150 мкВ. Регистрируется во фронтальных зонах и гиппокампе. Наблюдается во время неглубокого сна, при гипоксии, неглубоком наркозе. Эти волны появляются тогда, когда спокойное, расслабленное бодрствование переходит в сонливость. Колебания в головном мозге становятся более медленными и ритмичными. Это состояние называется ещё «сумеречным», поскольку в нём человек находится между сном и бодрствованием. В норме связаны с изменением состояния сознания. Часто такое состояние сопровождается видением неожиданных, сноподобных образов, сопровождаемых яркими воспоминаниями. Большинство людей засыпают, как только в головном мозге появляется заметное количество этих волн. Ритм связан с поисковым поведением, усиливается при эмоциональном напряжении, часто наблюдается при психотических нарушениях, состояниях спутанности сознания, сотрясениях мозга. Высокий уровень может показывать состояние сонливости и утомления, что может быть проявлением астенического синдрома, хронического стресса.
- **Дельта-ритм (δ-ритм)** — самые медленные волны. Имеет частоту колебаний потенциалов 0,5–4 Гц в секунду, амплитуду 250–300 мкВ (высокоамплитудные волны до 1000 мкВ). Медленные волны связаны с

восстановительными процессами, особенно во время сна, и низким уровнем активации. Наблюдается в состоянии глубокого сна, наркоза, вокруг очага опухоли. У детей до 7 лет может быть зарегистрирован и в бодрствующем состоянии. При многих неврологических и других нарушениях эти волны заметно усилены. Их избыток практически гарантирует наличие нарушений внимания и других когнитивных функций.



5.2.12.1. Ритмы головного мозга на ЭЭГ

Кроме того, регистрируют и другие виды ритма.

- **Гамма-ритм (γ-ритм)** — частота колебания выше 30 Гц, иногда достигает 90 Гц, амплитуда обычно не превышает 15 мкВ. Регистрируется в прецентральной, фронтальной, височной и теменной зонах коры головного мозга. Обычно очень хорошо наблюдается при решении задач, которые требуют максимального сосредоточения внимания.
- **Каппа-ритм (κ-ритм)** — немодулированные волны с частотой 8–13 Гц. Амплитуда располагается в промежутке 5–40 мкВ. Регистрация данного ритма происходит в височной области головного мозга. Схож по частоте с альфа-ритмом. Наблюдается при подавлении альфа-ритма в других областях в процессе умственной деятельности.
- **Лямбда-ритм (λ-ритм)** — частоты колебания находятся в пределах 12–14 Гц — заострённые однофазные колебания обычно в альфа- или, реже, в тета-диапазонах частот амплитудой до 30–50 мкВ, регистрируемые в затылочных отведениях во время работы зрительного анализатора (например, при демонстрации визуальных изображений). Считается, что лямбда-волны связаны с саккадическими (от фр. *saccade* — рывок, толчок) движениями глаз при рассматривании сложных изображений.
- **Мю-ритм (μ-ритм)**, сенсомоторный или роландический ритм — частота колебания ритма 8–13 Гц. Амплитуда обычно не превышает 50 мкВ. Наблюдается у 10–15% людей. Близкий по частоте альфа-эквивалент, но отличается формой волн, имеющих округлённые вершины и поэтому похожи на арки с «острыми» основаниями, напоминающими греческую букву «μ». Регистрируется над центральными и центрально-теменными отделами, получил название поскольку максимальную выраженность он имеет в

проекции Роландовой борозды. Считается, что роландический ритм был впервые подробно описан **А. Гасто** в 1958 г. Связан с тактильным и проприоцептивными раздражениями и воображением движения. Как и альфа-ритм, подвержен депрессии при реакции активации. Активируется во время умственной нагрузки и психического напряжения, угнетается при двигательной активности — произвольной (сжатие пальцев в кулак), рефлекторной и даже при намерении движения.

- **Сигма-ритм (σ -ритм)** — наблюдается в ЭЭГ, но полностью блокируется в развитой фазе быстрого сна.
- **Тау-ритм (τ -ритм)** — частота 10–12 Гц. Ритм избирательно чувствителен к слуховым стимулам, счёту в уме и другим видам умственной деятельности. Считается, что регистрации на ЭЭГ этих ритмов препятствуют кости черепа, и чаще альфа-эквиваленты могут быть зарегистрированы при наличии дефектов подлежащих костных структур.

5.3. Периферический отдел нервной системы

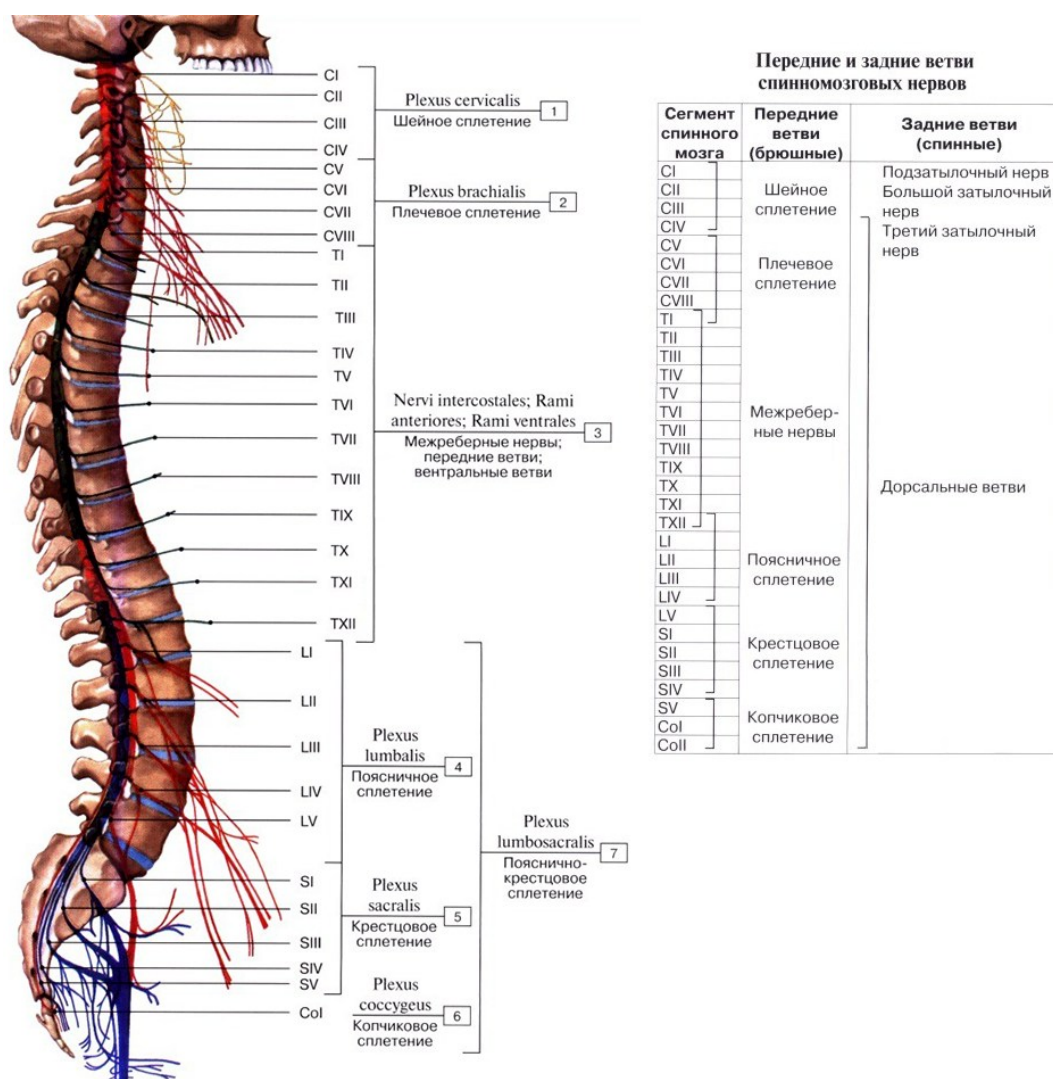
5.3.1. Обзор спинномозговых нервов

5.3.2 Обзор черепных нервов

5.3.1. Обзор спинномозговых нервов

У человека имеется 31 пара спинномозговых нервов соответственно 31 сегменту спинного мозга: 8 пар шейных, 12 пар грудных, 5 пар поясничных, 5 пар крестцовых и 1–3 пары копчиковых нервов.

Каждый **спинномозговой нерв образуется путём соединения переднего (двигательного) и заднего (чувствительного) корешков и представляет собой сравнительно короткий ствол**. По выходе из межпозвоночного отверстия нерв делится на **2 основные ветви: переднюю и заднюю, обе по функции смешанные**. Кроме того, от спинномозгового нерва отходят: **менингеальная ветвь** (она идёт в позвоночный канал к твёрдой оболочке спинного мозга) и белая соединительная ветвь к узлам симпатического ствола.



5.3.1.1. Проекция спинномозговых нервов

Посредством спинномозговых нервов спинной мозг осуществляет следующую иннервацию: чувствительную — туловища, конечностей и частично шеи, двигательную — всех мышц туловища, конечностей и части мышц шеи; симпатическую иннервацию — всех органов, которые её имеют, и парасимпатическую — органов малого таза.

Задние ветви всех спинномозговых нервов имеют сегментарное расположение. Они идут на заднюю поверхность туловища, где делятся на кожные и мышечные ветви, которые иннервируют кожу и мышцы затылка, шеи, спины, поясничной области и таза. Эти ветви называются по соответствующим нервам (например, задняя ветвь I грудного нерва, ... II и т. д.). Только некоторые из них дополнительно имеют и специальные названия. Так, например, задняя ветвь I шейного нерва называется под затылочным нервом, II шейного — большим затылочным нервом.

Передние ветви значительно толще задних.

▪ Из них только **12 пар грудных спинномозговых нервов** (*лат. nervi thoracici*) имеют сегментарное (метамерное) расположение. Эти нервы называются **межрёберными**, так как идут в **межрёберных промежутках на внутренней поверхности вдоль нижнего края соответствующего ребра**. Они иннервируют **кожу и мышцы передней и боковой стенки грудной клетки и живота**.

Передние ветви остальных спинномозговых нервов, прежде чем пойти к соответствующей области тела, образуют сплетения.

Различают шейное, плечевое, поясничное, крестцовое и копчиковое сплетения. От сплетений отходят нервы, каждый из которых имеет собственное название и иннервирует определённую область.

▪ C_I–C_{IV} — **Шейное сплетение** (*лат. plexus cervicalis*) — образовано передними ветвями четырёх верхних шейных нервов. Оно расположено в области четырёх верхних шейных позвонков на глубоких мышцах шеи. Спереди и сбоку оно прикрыто грудино-ключично-сосцевидной мышцей. От этого сплетения отходят **чувствительные (кожные), двигательные (мышечные) и смешанные нервы (ветви)**.

▪ **Чувствительные нервы:** малый затылочный нерв, большой ушной нерв, поперечный нерв шеи, надключичные нервы иннервируют соответственно кожу латеральной части затылка, ушной раковины, наружного слухового прохода, переднебоковой области шеи, кожу в области ключицы и ниже её.

▪ **Мышечные ветви** иннервируют глубокие мышцы шеи (лестничные и др.), а также трапециевидную, грудино-ключично-сосцевидную мышцы, а от шейной петли получают иннервацию под подъязычные мышцы.

▪ **Диафрагмальный нерв** является смешанным и самым крупным нервом шейного сплетения. Его двигательные волокна иннервируют диафрагму, а чувствительные — перикард и плевру.

▪ C_V–C_{VIII} — **Плечевое сплетение** (*лат. plexus brachialis*) образовано передними ветвями четырёх нижних шейных, частью передней ветви IV шейного и I грудного спинномозговых нервов. В сплетении различают надключичные (короткие) ветви, отходящие главным образом от стволов надключичной части: верхнего, среднего и нижнего, и подключичные (длинные) ветви, отходящие от трёх пучков: медиального, латерального и заднего подключичной части, окружающих подмышечную артерию с трёх сторон.

▪ **Короткие ветви** плечевого сплетения иннервируют мышцы и кожу груди, все мышцы плечевого пояса и мышцы спины. Наиболее короткой ветвью подключичной части плечевого сплетения является подмышечный нерв, который иннервирует дельтовидную, малую круглую мышцы и капсулу плечевого сустава.

▪ **Длинные ветви** плечевого сплетения иннервируют кожу и мышцы свободной верхней конечности. К ним относятся следующие нервы:

▪ **Медиальный кожный нерв плеча** иннервирует кожу медиальной поверхности плеча.

▪ **Медиальный кожный нерв предплечья** иннервирует кожу переднемедиальной поверхности предплечья.

▪ **Мышечно-кожный нерв** иннервирует мышцы-сгибатели плеча: двуглавую, плечевую, клювовидно-плечевую и кожу переднелатеральной поверхности предплечья.

▪ **Срединный нерв** на плече ветвей не даёт, иннервирует переднюю группу мышц предплечья, кроме локтевого сгибателя запястья и медиальной части глубокого сгибателя пальцев, на кисти — мышцы возвышения большого пальца (за исключением приводящей мышцы), две червеобразные мышцы, кожу

латеральной части ладони, ладонной поверхности 3,5 пальцев, начиная с большого, и частично тыльную поверхность этих пальцев.

- **Локтевой нерв** на плече ветвей также не даёт, иннервирует локтевой сгибатель запястья, медиальную часть глубокого сгибателя пальцев, мышцы возвышения мизинца, все межкостные, две червеобразные мышцы, мышцу, приводящую большой палец кисти, кожу медиальных отделов кисти, ладонной и тыльной поверхности 1,5 и 2,5 пальцев, начиная с мизинца.

- **Лучевой нерв** — самый толстый нерв плечевого сплетения, иннервирует мышцы-разгибатели на плече и предплечье, кожу задней поверхности плеча, предплечья, кожу латеральных отделов тыла кисти и тыльной поверхности 2,5 пальцев, начиная с большого.

- L_I-L_{III} — **Поясничное сплетение** (*лат. plexus lumbalis*) образовано передними ветвями верхних трёх поясничных нервов и частично передними ветвями XII грудного и IV поясничного нервов. Оно располагается рядом с поясничными позвонками в толще большой поясничной мышцы.

- **Короткие ветви** поясничного сплетения иннервируют квадратную мышцу поясницы, подвздошно-поясничную мышцу, мышцы живота, а также кожу нижнего отдела брюшной стенки и наружных половых органов (мышечные ветви, подвздошно-подчревный, подвздошно-паховый и бедренно-половой нервы).

- **Длинные ветви** этого сплетения иннервируют в основном свободную нижнюю конечность. Наиболее крупными ветвями поясничного сплетения являются:

- **латеральный кожный нерв бедра** иннервирует кожу латеральной поверхности бедра до коленного сустава;

- **бедренный нерв** иннервирует переднюю группу мышц бедра, кожу над ней. Является самым толстым нервом поясничного сплетения. Наиболее длинная подкожная ветвь этого нерва — подкожный нерв спускается по медиальной поверхности голени и стопы, где иннервирует кожу переднемедиальной поверхности голени и медиального края стопы до большого пальца;

- **запирательный нерв** от сплетения спускается в малый таз, а оттуда через запирательный канал выходит на медиальную поверхность бедра и иннервирует медиальную группу мышц, приводящих бедро, кожу над ними, а также тазобедренный сустав.

- S_I-S_{IV} — **Крестцовое сплетение** (*лат. plexus sacralis*) образовано передними ветвями IV (частично) и V поясничных нервов и верхних четырёх крестцовых нервов. Находится в полости малого таза на передней поверхности грушевидной мышцы. От него отходят короткие и длинные ветви.

- **Короткие ветви** включают верхний и нижний ягодичные нервы, половой нерв, внутренний запирательный, грушевидный нервы и нерв квадратной мышцы бедра. **Половой нерв** иннервирует мышцы и кожу промежности и наружных половых органов, **остальные нервы** — рядом лежащие мышцы таза и ягодичной области.

- **Длинные ветви** крестцового сплетения представлены задним кожным нервом бедра и седалищным нервом. Оба нерва выходят на заднюю поверхность бедра через подгрушевидное отверстие.

- **Седалищный нерв** (самый крупный нерв в теле человека) спускается в подколенную ямку и делится на две ветви: большеберцовый и общий малоберцовый нервы. Иннервирует всю заднюю группу мышц бедра. **Большеберцовый нерв** проходит по задней поверхности голени между поверхностными и глубокими мышцами (сгибателями голени и стопы), иннервируя их. Затем позади медиальной лодыжки он переходит на подошвенную поверхность стопы и делится на медиальный и латеральный подошвенные нервы, иннервирующие кожу и мышцы подошвы стопы. **Общий малоберцовый нерв** в толще длинной малоберцовой мышцы делится на **поверхностный и глубокий малоберцовые нервы**, переходящие оба на тыл стопы. Первый иннервирует длинную и короткую малоберцовые мышцы, кожу тыла стопы и пальцев, второй — переднюю группу мышц голени (разгибатели стопы и пальцев), мышцы тыла стопы, капсулу голеностопного сустава и кожу первого межпальцевого промежутка тыльной поверхности стопы. **Кожные ветви большеберцового и общего малоберцового нервов**, соединяясь на задней поверхности голени, образуют **икроножный нерв**, который иннервирует кожу латерального края стопы. Таким образом, на голени и стопе большеберцовый и общий малоберцовый нервы обеспечивают иннервацию всех мышц и кожи этих областей, за исключением кожи медиальной поверхности голени и стопы (иннервируемой подкожным нервом бедра).

- **Задний кожный нерв бедра** иннервирует кожу промежности, ягодичной области и задней поверхности бедра.

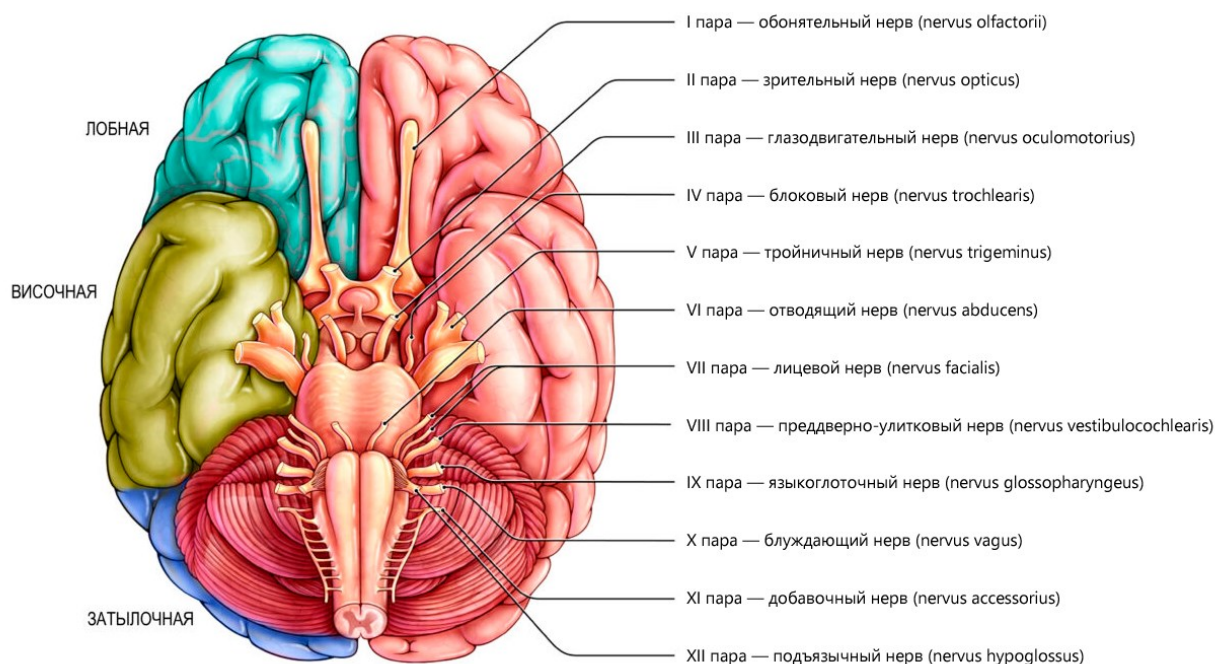
▪ Со_I–Со_{III} — **Копчиковое сплетение** (*лат. plexus coccygeus*) — нервное сплетение. Образуется передними ветвями 5-го (иногда и 4-го) крестцового и копчиковых нервов. Располагается на передней поверхности сухожильной части копчиковой мышцы и крестцово-остистой связки. Оно связано с половым нервом и с концевым отделом симпатического ствола. От копчикового сплетения отходят:

- **Копчиковый нерв** — нерв и непосредственное продолжение копчикового сплетения. Отдаёт и иннервирует копчиковую мышцу, мышцу, поднимающую задний проход, вентральную крестцово-копчиковую мышцу.
- **Заднепроходно-копчиковые нервы** — нервы копчикового сплетения. Они представлены несколькими (3–5) тонкими ветвями, которые следуют по передней поверхности копчиковой мышцы, между нею и мышцей, поднимающей задний проход, и у верхушки копчика, со стороны его латеральной поверхности, проникают в кожу, разветвляясь в области копчика до заднего прохода.
- **Соединительная ветвь** с непарным узлом симпатического ствола

5.3.2. Обзор черепных нервов

Черепные нервы (*лат. nervi craniales, seu encephalici*) — это нервы, отходящие от стволовой части головного мозга (они в нём или начинаются, или заканчиваются).

Различают **12 пар черепных нервов**, порядковый номер, обозначаемый римской цифрой, отражает последовательность выхода нервов.



5.3.2.1. Локализация черепных нервов на основании головного мозга

По выходе из головного мозга черепные нервы направляются к соответствующим отверстиям в основании черепа, через которые покидают полость черепа и разветвляются в области головы, шеи, а блуждающий нерв (X пара) — также в грудной и брюшной полостях.

Все черепные нервы различаются по составу нервных волокон и по функциям. В отличие от спинномозговых нервов, которые образуются из передних и задних корешков, являются смешанными и только на периферии делятся на чувствительные и двигательные нервы, черепные нервы представляют собой какой-нибудь один из этих двух корешков, которые в области головы никогда не соединяются вместе.

Чувствительные нервы — обонятельные и зрительные, развиваются из выростов переднего мозгового пузыря и являются отростками клеток, залегающих в слизистой оболочке полости носа (орган обоняния) или в сетчатке глаза. Остальные образуются путём выселения из формирующегося головного мозга молодых

нервных клеток, отростки которых образуют чувствительные нервы (например, преддверно-улитковый нерв) или чувствительные волокна смешанных нервов (тройничный, лицевой, языкоглоточный, блуждающий нервы). **Двигательные черепные нервы** (блоковый, отводящий, добавочный, подъязычный нервы) сформировались из двигательных (эфферентных) нервных волокон, являющихся отростками двигательных ядер, залегающих в стволе головного мозга.

Одни из черепных нервов являются **чувствительными**: I, II, VIII пары, другие: III, IV, VI, XI и XII пары — **двигательными**, а третьи: V, VII, IX, X пары — **смешанными**. В составе III, VII, IX и X пар нервов вместе с другими нервными волокнами проходят парасимпатические волокна.

▪ I пара — **обонятельный нерв** (*лат. nervus olfactorii*) — **чувствительный**, образован длинными отростками (аксонами) обонятельных клеток, которые располагаются в **слизистой оболочке обонятельной области полости носа**. Единого нервного ствола обонятельные нервные волокна не образуют, а собираются в виде 15–20 тонких обонятельных нервов (нитей), которые проходят через отверстия решетчатой пластинки одноименной кости, вступают в **обонятельную луковицу** и контактируют с митральными клетками (второй нейрон). Аксоны митральных клеток в толще обонятельного тракта направляются в обонятельный треугольник, а затем в составе латеральной полоски следуют в **парагиппокампальную извилину и в крючок**, в котором находится **корковый центр обоняния**.

▪ II пара — **зрительный нерв** (*лат. nervus opticus*) — **чувствительный**, образован аксонами ганглиозных клеток **сетчатой оболочки глаза**. Является проводником зрительных импульсов, возникающих в светочувствительных клетках глаза: палочках и колбочках и передающихся вначале биполярным клеткам (нейроцитам), а от них — ганглиозным нейроцитам. Отростки ганглиозных клеток формируют зрительный нерв, который **из глазницы проникает в полость черепа**. Там он сразу образует частичный **зрительный перекрест** — **хиазму** со зрительным нервом противоположной стороны и продолжается в **зрительный тракт**. Зрительные тракты подходят к **подкорковым зрительным центрам: ядрам латеральных коленчатых тел, подушек таламуса и верхних холмиков крыши среднего мозга**. Ядра верхних холмиков связаны с ядрами глазодвигательного нерва (добавочным парасимпатическим ядром Н. М. Якубовича — через него осуществляется зрачковый рефлекс сужения зрачка при ярком свете и аккомодация глаза) и с ядрами передних рогов через покрывшечно-спинномозговой путь (для осуществления ориентировочного рефлекса на внезапные световые раздражения). От ядер латеральных коленчатых тел и подушек таламуса аксоны 4-го нейрона следуют в **затылочную долю коры** (к шпорной борозде), где осуществляется высший анализ и синтез зрительных восприятий.

▪ III пара — **глазодвигательный нерв** (*лат. nervus oculomotorius*) — **двигательный**, состоит из двигательных соматических и эфферентных парасимпатических нервных волокон. Эти волокна являются аксонами **двигательного ядра и добавочного парасимпатического ядра Н. М. Якубовича**, находящихся на дне мозгового водопровода — на уровне **верхних холмиков крыши среднего мозга**. Нерв выходит из полости черепа через **верхнюю глазничную щель в глазницу** и делится на две ветви: верхнюю и нижнюю. Двигательные соматические волокна иннервируют **5 поперечнополосатых мышц глазного яблока**: верхнюю, нижнюю и медиальную прямые, нижнюю косую и мышцу, поднимающую верхнее веко, а парасимпатические волокна — **мышцу, суживающую зрачок и ресничную, или цилиарную, мышцу** (обе гладкие). Парасимпатические волокна по пути к мышцам переключаются в ресничном узле, лежащем в заднем отделе глазницы.

▪ IV пара — **блоковый нерв** (*лат. nervus trochlearis*) — **двигательный, тонкий**, начинается от ядра, расположенного на дне **водопровода мозга** на уровне **нижних холмиков крыши среднего мозга**. Проходит в глазницу через **верхнюю глазничную щель** сверху и латеральнее глазодвигательного нерва, доходит до **верхней косой мышцы глазного яблока** и иннервирует её.

▪ V пара — **тройничный нерв** (*лат. nervus trigeminus*) — **смешанный, самый толстый** из всех черепных нервов. Чувствительные нервные волокна являются дендритами нейронов **тройничного (гассерова) узла**, который находится на **верхушке пирамиды височной кости**. Состоит из чувствительных и двигательных нервных волокон. Эти нервные волокна образуют **3 ветви нерва**: первая — **глазной нерв**, вторая — **верхнечелюстной нерв** и третья — **нижнечелюстной нерв**. Центральные отростки нейронов тройничного узла составляют чувствительный корешок тройничного нерва, идущий в мозг к чувствительным ядрам моста

и продолговатого мозга (одно ядро). От этих ядер аксоны вторых нейронов следуют в таламус, а от него аксоны третьих нейронов — в нижние отделы постцентральной извилины коры большого мозга. Двигательные волокна тройничного нерва являются аксонами нейронов его двигательного ядра, расположенного в мосту. Эти волокна по выходе из мозга образуют двигательный корешок, который, минуя тройничный узел, присоединяется к нижнечелюстному нерву. Таким образом, глазной и верхнечелюстной нервы являются чисто чувствительными, а нижнечелюстной — смешанным. По пути к каждой из ветвей присоединяются парасимпатические волокна от лицевого или языкоглоточного нерва, которые оканчиваются в слёзных и слюнных железах. Эти волокна являются постганглионарными отростками клеток парасимпатической части вегетативной нервной системы, выселившихся в эти области в процессе эмбриогенеза из ромбовидного мозга (крылонёбный, ушной узлы).

- **Глазной нерв** входит в глазницу через верхнюю глазничную щель и делится на слёзный, лобный и носоресничный нервы. Даёт чувствительные и парасимпатические (от VII пары) ветви к слёзной железе, глазному яблоку, коже верхнего века, лба, конъюнктиве верхнего века, слизистой оболочке носа, лобной, клиновидной и решетчатых пазух.
- **Верхнечелюстной нерв** выходит из полости черепа **через круглое отверстие в крыловидно-нёбную ямку**, где от него отходят подглазничный и скуловой нервы.
 - **Подглазничный нерв** через нижнюю глазничную щель проникает в полость глазницы, оттуда через подглазничный канал выходит на переднюю поверхность верхней челюсти. По ходу, в подглазничном канале, он отдаёт ветви для иннервации зубов и дёсен верхней челюсти; на лице он иннервирует кожу нижнего века, носа, верхней губы.
 - **Скуловой нерв** проникает в глазницу также через нижнюю глазничную щель, отдавая по ходу к глазному нерву парасимпатические секреторные волокна (от VII пары) для слёзной железы. Затем он входит в скулоглазничное отверстие скуловой кости и делится на две ветви. Одна выходит в височную ямку (через скуловисочное отверстие скуловой кости) и иннервирует кожу височной области и латерального угла глаза, другая появляется на передней поверхности скуловой кости (через скулолицевое отверстие скуловой кости), иннервируя кожу скуловой и щёчной областей.
 - В составе **конечных разветвлений верхнечелюстного** нерва от крылонёбного узла подходят парасимпатические волокна лицевого нерва к слизистой оболочке и железам полости носа, твёрдого и мягкого неба, глотки.
- **Нижнечелюстной нерв** выходит из полости черепа **через овальное отверстие в подвисочную ямку**. Двигательными ветвями он иннервирует все жевательные мышцы, мышцы, напрягающие нёбную занавеску, барабанную перепонку, челюстно-подъязычную мышцу и переднее брюшко двубрюшной мышцы. Чувствительные волокна входят в состав пяти основных ветвей, иннервирующих главным образом кожу нижней части лица и височной области.
 - **Менингеальная ветвь** возвращается в полость черепа через остистое отверстие (сопровождая среднюю менингеальную артерию) для иннервации твёрдой мозговой оболочки в области средней черепной ямки.
 - **Щёчный нерв** иннервирует кожу и слизистую оболочку щеки.
 - **Ушно-височный нерв** иннервирует кожу ушной раковины, наружного слухового прохода, барабанную перепонку и кожу височной области. В его составе проходят секреторные парасимпатические волокна языкоглоточного нерва к околоушной слюнной железе, переключающиеся в ушном узле у овального отверстия от малого каменистого нерва.
 - **Язычный нерв** воспринимает общую чувствительность слизистой оболочки передних двух третей языка и слизистой оболочки полости рта. К язычному нерву присоединяются парасимпатические волокна барабанной струны от лицевого нерва для секреторной иннервации поднижнечелюстной и подъязычной слюнных желёз.
 - **Нижний альвеолярный нерв** самый крупный из всех ветвей нижнечелюстного нерва. Он входит в нижнечелюстной канал через одноименное отверстие, иннервирует зубы и десны нижней челюсти, а затем выходит через подбородочное отверстие и иннервирует кожу подбородка и нижней губы.
- VI пара — **отводящий нерв** (*лат. nervus abducens*) — **двигательный**, образован аксонами двигательных клеток ядра этого нерва, залегающего в **покрышке моста**. Идёт в глазницу через **верхнюю глазничную щель** и иннервирует **латеральную (наружную) прямую мышцу** глазного яблока.

- VII пара — **лицевой нерв** (*лат. nervus facialis*), или промежуточно-лицевой — смешанный, объединяет 2 нерва:
 - **Промежуточный нерв**, представлен чувствительными вкусовыми и вегетативными (парасимпатическими) волокнами и соответствующими ядрами. Лицевой и промежуточный нервы выходят из мозга рядом, входят во **внутренний слуховой проход** и соединяются в один ствол — лицевой нерв, проходящий в **канале лицевого нерва**.
 - **Собственно, лицевой** образуемый двигательными волокнами клеток ядра лицевого нерва. Все ядра лицевого нерва залегают в пределах **моста мозга**. В лицевом канале пирамиды височной кости от лицевого нерва отходят **3 ветви**:
 - **Большой каменистый нерв**, несущий парасимпатические волокна к крылонёбному узлу, а оттуда постганглионарные секреторные волокна в составе скулового и других нервов из второй ветви тройничного нерва подходят к слёзной железе, железам слизистой оболочки полости носа, рта и глотки.
 - **Барабанная струна** проходит через барабанную полость и, покинув её, присоединяется к язычному нерву из третьей ветви тройничного нерва; она содержит вкусовые волокна для вкусовых сосочков тела и кончика языка (передних двух третей) и секреторные парасимпатические волокна к поднижнечелюстной и подъязычной слюнным железам.
 - **Стременной нерв** иннервирует стремениную мышцу барабанной полости.

Отдав свои ветви в лицевом канале, лицевой нерв выходит из него через шилососцевидное отверстие. После выхода лицевой нерв отдаёт двигательные ветви к заднему брюшку надчерепной мышцы, к задней ушной мышце, к заднему брюшку двубрюшной мышцы и к шилоподъязычной мышце. Затем лицевой нерв вступает в околоушную слюнную железу и в толще её веерообразно распадается, образуя так называемую большую гусиную лапку — околоушное сплетение. Это сплетение состоит только из двигательных волокон, которые иннервируют все мимические мышцы головы и часть мышц шеи (подкожную мышцу шеи и др.).
- VIII пара — **преддверно-улитковый нерв** (*лат. nervus vestibulocochlearis*) — **чувствительный**, образован чувствительными нервными волокнами, идущими от органа слуха и равновесия. Он состоит из **2 частей**: преддверной и улитковой, которые по своим функциям различны. Обе части имеют состоящие из биполярных клеток нервные узлы, расположенные в пирамиде височной кости. Периферические отростки (дендриты) клеток преддверного узла заканчиваются на рецепторных клетках вестибулярного аппарата в преддверии и ампулах полукружных протоков, а клеток улиткового узла — на рецепторных клетках спирального органа в улитке внутреннего уха. Центральные отростки (аксоны) этих узлов соединяются во внутреннем слуховом проходе в преддверно-улитковый нерв, который выходит из пирамиды через внутреннее слуховое отверстие и заканчивается в ядрах моста (в области вестибулярного поля ромбовидной ямки). Аксоны клеток вестибулярных ядер (второй нейрон) направляются к ядрам мозжечка и к спинному мозгу, образуя преддверно-спинномозговой путь. Часть волокон преддверной части преддверно-улиткового нерва направляется непосредственно в мозжечок, минуя вестибулярные ядра. Аксоны клеток переднего и заднего улитковых ядер моста (второй нейрон) направляются к подкорковым центрам слуха: медиальному коленчатому телу и нижнему холмику крыши среднего мозга. Часть волокон улитковых ядер моста заканчивается в медиальном коленчатом теле, где находится третий нейрон, передающий импульсы по своему аксону в корковый центр слуха, находящийся в верхней височной извилине (извилинах Р. Гешля). Другая часть волокон улитковых ядер моста проходит транзитом через медиальное коленчатое тело, а затем через ручку нижнего холмика вступает в его ядро, где и заканчивается. Здесь начинается один из экстрапиримидных путей (покрышечно-спинномозговой путь), который передаёт импульсы из нижних холмиков пластинки крыши среднего мозга клеткам двигательных ядер передних рогов спинного мозга.
 - **Преддверная часть** является проводником импульсов от статического аппарата, заложенного в преддверии и полукружных протоках лабиринта внутреннего уха. Участвует в регулировании положения головы, туловища и конечностей в пространстве, а также в системе координации движений.
 - **Улитковая часть** проводит слуховые импульсы от находящегося в улитке **спирального органа**, воспринимающего звуковые раздражения.
- IX пара — **языкоглоточный нерв** (*лат. nervus glossopharyngeus*) — **смешанный**, содержит **чувствительные, двигательные и вегетативные нервные волокна, но чувствительные волокна в нём преобладают**. Ядра языкоглоточного нерва находятся в продолговатом мозге: двигательное - двойное ядро,

общее с блуждающим нервом; вегетативное (парасимпатическое) — нижнее слюноотделительное ядро; ядро одиночного пути, на котором заканчиваются чувствительные нервные волокна. Волокна этих ядер формируют языкоглоточный нерв, который выходит из полости черепа через яремное отверстие вместе с блуждающим и добавочным нервами. У яремного отверстия языкоглоточный нерв образует два чувствительных узла: верхний и более крупный нижний. Аксоны нейронов этих узлов заканчиваются в ядре одиночного пути продолговатого мозга, а периферические отростки (дендриты) идут к рецепторам слизистой оболочки задней трети языка, к слизистой оболочке глотки, среднего уха, а также к сонным синусам и клубочку.

Основные ветви нерва:

- **Барабанный нерв** обеспечивает чувствительную иннервацию слизистой оболочки барабанной полости и слуховой трубы; через конечную ветвь этого нерва — малый каменистый нерв от нижнего слюноотделительного ядра приносятся парасимпатические секреторные волокна для околоушной слюнной железы. После перерыва в ушном узле секреторные волокна подходят к железе в составе ушно-височного нерва от третьей ветви тройничного нерва;
 - **Миндаликовые ветви** — к слизистой оболочке нёбных дужек и миндалин.
 - **Синусная ветвь** — к сонному синусу и сонному клубочку.
 - **Ветвь шилоглоточной мышцы** для её двигательной иннервации.
 - **Глоточные ветви** вместе с ветвями блуждающего нерва и ветвями симпатического ствола образуют глоточное сплетение.
 - **Соединительная ветвь** присоединяется к ушной ветви блуждающего нерва.
 - Конечные ветви языкоглоточного нерва — **язычные ветви** обеспечивают чувствительную и вкусовую иннервацию слизистой оболочки задней трети языка.
- X пара — **блуждающий нерв** (*лат. nervus vagus*) — **смешанный, является самым длинным** из черепных нервов. Имеет в своём составе чувствительные, двигательные и парасимпатические волокна (основная часть). По составу волокон и области иннервации блуждающий нерв является главным парасимпатическим нервом. Одна из чувствительных ветвей — нерв-депрессор заканчивается рецепторами в дуге аорты и играет важную роль в регуляции кровяного давления. Другие более тонкие чувствительные ветви блуждающего нерва иннервируют часть твёрдой оболочки головного мозга и кожу наружного слухового прохода и ушной раковины. Двигательные соматические волокна иннервируют мышцы глотки, мягкого неба и мышцы гортани. Парасимпатические (эфферентные) волокна, иннервируют органы шеи, грудной и брюшной полостей, за исключением сигмовидной кишки и органов малого таза. По волокнам блуждающего нерва идут импульсы, которые замедляют ритм сердцебиения, расширяют сосуды, суживают бронхи, усиливают перистальтику и расслабляют сфинктеры органов пищеварительного тракта, увеличивают секрецию пищеварительных желёз.
- Топографически у блуждающего нерва выделяют **4 отдела**: головной, шейный, грудной и брюшной.
- **От головного отдела** отходят веточки к твёрдой оболочке головного мозга (менингеальная ветвь) и к коже задней стенки наружного слухового прохода и части ушной раковины (ушная ветвь).
 - **От шейного отдела** отходят глоточные ветви, верхние шейные сердечные ветви, верхний гортанный и возвратный гортанный нервы.
 - **От грудного отдела** отходят грудные сердечные ветви — к сердечным сплетениям, бронхиальные ветви — к лёгочному сплетению, пищеводные ветви — к пищеводному сплетению.
 - **Брюшной отдел** представлен передним и задним блуждающими стволами, являющимися ветвями пищеводного сплетения
- XI пара — **добавочный нерв** (*лат. nervus accessorius*) — **двигательный, имеет два ядра: одно залегает в продолговатом мозге, а другое — в спинном**. Нерв начинается несколькими черепными и спинномозговыми корешками. Последние поднимаются вверх, входят в полость черепа через **большое затылочное отверстие**, сливаются с черепными корешками и образуют **ствол добавочного нерва**. Этот ствол, приходя в **яремное отверстие**, **делится на две ветви**.
- **Внутренняя ветвь** присоединяется к **стволу блуждающего нерва**.
 - **Наружная ветвь** после выхода из **яремного отверстия** спускается вниз и иннервирует **грудино-ключично-сосцевидную и трапецевидную мышцы**.

▪ XII пара — **подъязычный нерв** (*лат. nervus hypoglossus*) — **двигательный**. Его **ядро** расположено в **продолговатом мозге**. Нерв выходит многочисленными корешками **в борозде между пирамидой и оливой**. Покидает полость черепа через **канал подъязычного нерва затылочной кости**, затем дугообразно направляется к **языку**, иннервируя **всю его мускулатуру и частично некоторые мышцы шеи**. Одна из **ветвей подъязычного нерва (нисходящая)** образует вместе с ветвями шейного сплетения так называемую шейную петлю (**петлю подъязычного нерва**). Ветви этой петли иннервируют **мышцы шеи, лежащие ниже подъязычной кости**.

5.4. Вегетативная нервная система

5.4.1. Сравнительная характеристика соматической и вегетативной нервных систем

5.4.2. Симпатическая нервная система её функции

5.4.3. Парасимпатическая нервная система и её функции

5.4.4. Управление вегетативными функциями

5.4.5. Понятие о вегетодистониях

5.4.1. Сравнительная характеристика соматической и вегетативной нервных систем

Вегетативная (автономная) нервная система (лат. vegetativus — растительный) — это совокупность эфферентных нейронов спинного и головного мозга, а также нервных клеток особых узлов (ганглиев), иннервирующих внутренние органы. Эта система представляет собой эфферентный отдел нервной системы, через который ЦНС управляет деятельностью и трофикой (питанием) внутренних органов, устанавливает взаимоотношения между органами, поддерживает относительное постоянство внутренней среды и физиологических функций (гомеостаз). Другими словами, вегетативная система принимает активное участие в рефлекторной саморегуляции работы всех внутренних органов и поддержании внутренней среды на оптимальном уровне.

Вегетативная нервная система, **как правило, не имеет своих особых афферентных путей**. Однако в некоторых ганглиях вегетативной нервной системы (интрамуральных) имеются собственные чувствительные нейроны в виде клеток **А. С. Догеля** (с небольшим количеством маловетвящихся отростков) и псевдоуниполярных нейронов.

Вегетативная нервная система подразделяется на центральный и периферический отделы.

К **центральному отделу** относятся:

- парасимпатические ядра III, VII, IX, X пар черепных нервов, лежащие в мозговом стволе;
- вегетативное (симпатическое) ядро, образующее боковой промежуточный столб VIII шейного, всех грудных и двух верхних поясничных сегментов спинного мозга;
- крестцовые парасимпатические ядра, залегающие в сером веществе II–IV крестцовых сегментов спинного мозга.

К **периферическому отделу** относятся:

- вегетативные нервы, ветви и нервные волокна, выходящие из головного и спинного мозга;
- вегетативные (висцеральные) сплетения;
- узлы вегетативных сплетений;
- симпатический ствол: правый и левый с его узлами, межузловыми и соединительными ветвями и симпатическими нервами;
- концевые узлы парасимпатической части вегетативной нервной системы.

Основные анатомо-физиологические особенности вегетативной нервной системы и её отличия от соматической показаны в таблице.

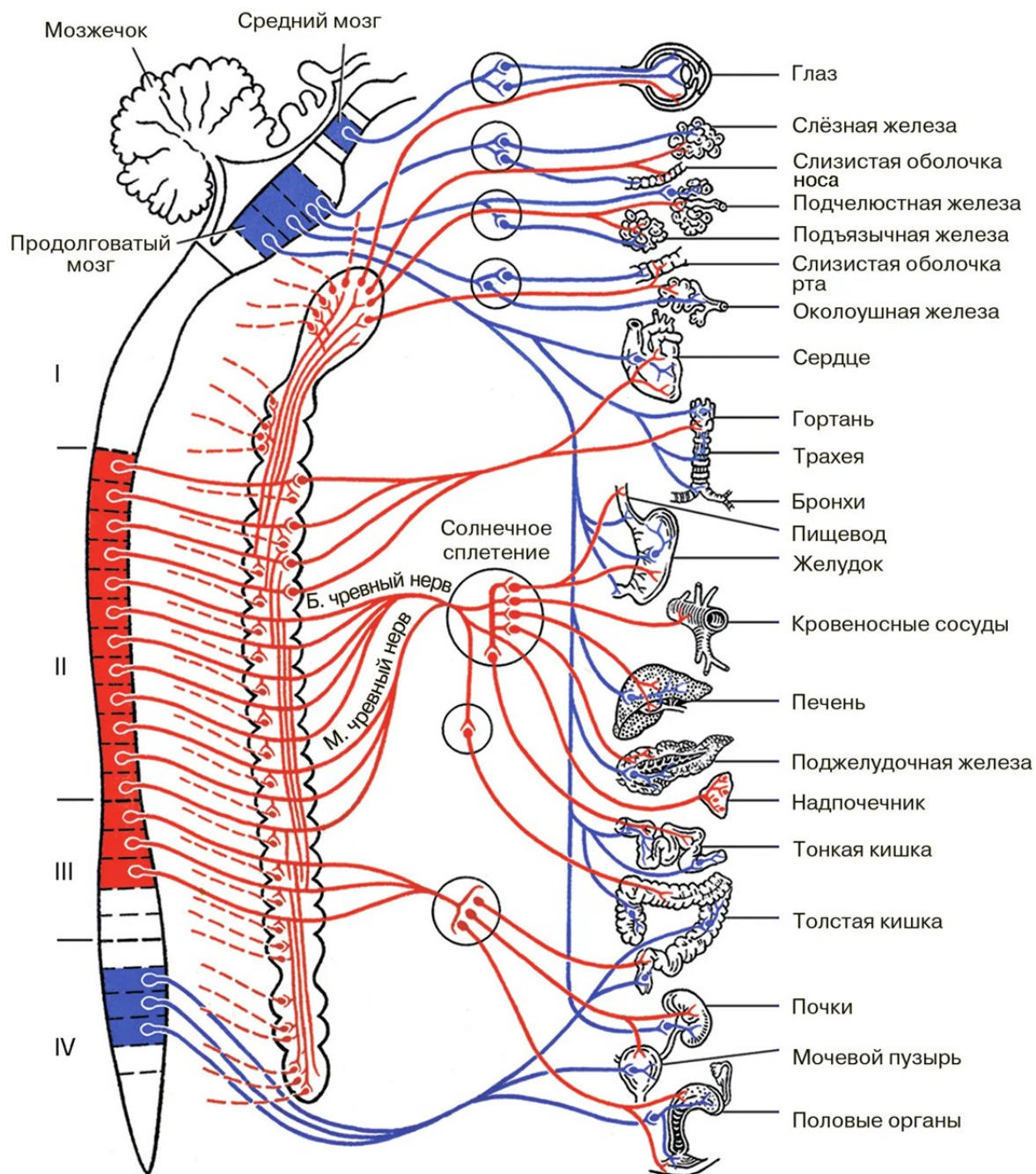
Вегетативная нервная система имеет два отдела: симпатический и парасимпатический.

Основные отличия симпатической системы от парасимпатической по длине волокон и передаче импульсов состоят в следующем:

- у симпатической системы преганглионарное волокно обычно короче, чем постганглионарное волокно, а у парасимпатической системы, на оборот, преганглионарное волокно длиннее во много раз, чем постганглионарное;
- при передаче импульсов с преганглионарного волокна на постганглионарное происходит мультипликация (умножение) импульсов:
 - у симпатической системы — на 20–30 направлений (волокон);
 - у парасимпатической системы — только на 2–3 направления (волокон).

Табл. 5.4.1.1. Структурно-функциональные различия соматической и вегетативной нервной системы

Сравниваемые показатели	Соматическая нервная система	Вегетативная нервная система
1. Выполняемые функции	Обеспечивает: 1) сенсорику — восприятие раздражений; 2) моторику, т. е. произвольное сокращение скелетных мышц; 3) психику, т. е. ВНД и психическую деятельность.	Обеспечивает: 1) сокращение и расслабление гладких непроизвольных мышц сосудов и внутренних органов; 2) адаптацию и трофику, в том числе скелетных мышц, эндокринных желёз, мозга; 3) регуляцию гомеостаза, обмена веществ, теплообмена и т. д.
2. Положение тела эфферентного нейрона	Внутрицентральное: в головном и спинном мозге	В периферических ганглиях: околопозвоночных, предпозвоночных и внутриорганных
3. Выход из ЦНС	Сегментарный — на всем протяжении, начиная с верхних холмиков четверохолмия и кончая крестцовым отделом спинного мозга	Очаговый — из нескольких участков: в краниобульбарном, тораколумбальном и сакральном отделах
4. Эфферентный путь рефлекса	Однонейронный — от мотонейрона, не прерываясь, до мышцы	Двухнейронный — предузловый: от мозга до ганглия и послеузловый: от узла до рабочего органа
5. Перерезка переднего корешка	Вызывает полное перерождение всех соматических нервных волокон вплоть до поперечнополосатой мышцы, так как в этом случае двигательная клетка (трофический центр нейрона), расположенная в спинном мозге, отделяется от нервного волокна, и это влечёт за собой полную его гибель	Совершенно не нарушает целости эфферентного нейрона, клетка которого, находясь в одном из периферических нервных ганглиев, продолжает функционировать автономно. Отсюда и название этого отдела нервной системы «автономный», предложенное в 1898 г. английским физиологом и фармакологом Дж. Ленгли
6. Распределение эфферентных волокон на периферии	Сегментарное — по метамерам (поперечным отрезкам) тела	Сегментарность отсутствует
7. Толщина (диаметр) волокон	Волокна толстые, диаметром 12–14 мкм	Волокна тонкие, диаметром 5–7 мкм
8. Возбудимость волокон	Высокая	Малая (низкая)
9. Скорость проведения возбуждения	Высокая — 70–120 м/с	Низкая — 1–5 м/с
10. Рефрактерный период	Короткий — 0.5–2 мс	Длинный — 6–7 мс
11. Распространение возбуждения по периферии	Возбуждением охватывается ограниченная область	Возбуждение охватывает большие области



I – шейный отдел спинного мозга; II – грудной; III – поясничный; IV – крестцовый.
Синим обозначена парасимпатическая нервная система, красным – симпатическая; метасимпатическая система на схеме не отражена (Б. – большой, М. – малый).

Рис. 5.4.1.1. Вегетативная нервная система (схема; по БРЭ)

5.4.2. Симпатическая нервная система её функции

Симпатическая часть вегетативной нервной системы состоит из центрального и периферического отделов. **Центральный отдел** образуют нейроны боковых промежуточных столбов спинного мозга от VIII шейного до II поясничного сегментов включительно.

Периферический отдел представлен нервными волокнами и симпатическими нервными узлами (ганглиями). Последние подразделяются на 2 группы: **околопозвоночные узлы**, расположенные двумя цепочками по бокам от позвоночника и образующие правый и левый симпатические стволы (по 20–25 узлов в каждом), и **предпозвоночные узлы** — узлы периферических нервных сплетений, лежащие в грудной и брюшной полостях.

Симпатические стволы, правый и левый, представляют собой цепочки нервных узлов, соединённых межузловыми ветвями. Топографически в каждом из стволов различают шейный, грудной, поясничный и крестцовый (тазовый) отделы.

Шейный отдел обычно включает 3 симпатических узла (верхний, средний и нижний), в остальных отделах число узлов (грудных, поясничных и крестцовых) соответствует количеству сегментов спинного мозга. Самым крупным узлом шейного отдела является верхний шейный узел, от которого отходят ветви, осуществляющие симпатическую иннервацию органов, кожи и сосудов головы и шеи. Сплетения на внутренней и наружной сонных артериях и по ходу их ветвей достигают слёзной железы, слюнных желёз, желёз слизистой оболочки глотки, гортани, языка, мышцы, расширяющей зрачок. Все три шейных узла отдают ветви для иннервации сосудов головного и спинного мозга и их оболочек, щитовидной, паращитовидных желёз, сердца (вместе с ветвями блуждающих нервов образуют поверхностное и глубокое сердечные сплетения).

От узлов **грудного отдела** симпатического ствола отходят ветви к аорте, сердцу, лёгким, бронхам, пищеводу, образующие органные сплетения: аортальное, сердечное, лёгочное, пищеводное и т.д. Они обеспечивают симпатическую иннервацию одноименных органов. Наиболее крупными нервами грудного отдела являются большой и малый внутренностные нервы, которые между ножками диафрагмы проходят в брюшную полость, где заканчиваются в узлах чревного (солнечного) сплетения.

Узлы **поясничного отдела** отдают ветви, участвующие в образовании чревного сплетения и других вегетативных сплетений брюшной полости (брюшного, аортального, почечного, надпочечникового), которые обеспечивают симпатическую иннервацию сосудов и органов брюшной полости.

Ветви **крестцового отдела** симпатического ствола образуют сплетения таза и обеспечивают симпатическую иннервацию сосудов, желёз, органов и тканей данной области, включая конечные отделы пищеварительного тракта и мочеполовых органов.

От всех узлов симпатического ствола отходят так называемые **серые соединительные ветви** к спинномозговому нервам. Иннервируют сосуды туловища, конечностей, а также железы и гладкие мышечные клетки кожи. Таким образом, симпатическая система иннервирует все органы и ткани организма, в том числе скелетные мышцы и ЦНС.

Общий характер влияния симпатической системы на организм сводится к обеспечению его деятельного состояния, включая двигательную деятельность (**эрготропное влияние**). Стимулирует катаболизм и расход энергии. Осуществляются рефлексы расширения зрачков, бронхов, учащения и усиления сердечных сокращений, расширения сосудов сердца, лёгких, мозга, работающих скелетных мышц при одновременном сужении сосудов кожи и органов брюшной полости (обеспечение перераспределения крови). Она осуществляет выброс депонированной крови из печени, селезёнки, расщепление гликогена до глюкозы в печени (мобилизация углеводных источников энергии), усиливает деятельность некоторых эндокринных желёз, поддерживает гомеостаз. Симпатическая система снижает деятельность ряда внутренних органов.

Симпатическая система не только регулирует работу внутренних органов, но и оказывает выраженное трофическое влияние на обменные процессы, протекающие в скелетных мышцах и ЦНС. Трофическое влияние симпатической нервной системы, изменяющее обмен веществ в органе и приспособляющее деятельность органа к потребностям целого организма, называется адаптационно-трофическим влиянием (Л. А. Орбели, 1935).

5.4.3. Парасимпатическая нервная система и её функции

Парасимпатическая часть вегетативной нервной системы также состоит из центрального и периферического отделов.

Центральный отдел включает парасимпатические ядра глазодвигательного (средний мозг), лицевого (мост), языкоглоточного и блуждающего (продолговатый мозг) черепных нервов, а также парасимпатические ядра II–IV крестцовых сегментов спинного мозга.

Периферический отдел состоит из узлов и волокон, входящих в состав III, VII, IX и X пар черепных нервов и тазовых нервов.

Самое большое количество парасимпатических волокон проходит в составе **блуждающего нерва**. Они берут начало от заднего (дорсального) парасимпатического ядра блуждающего нерва в продолговатом мозге и иннервируют все органы шеи, грудной и брюшной полостей (до поперечной ободочной кишки включительно) через парасимпатические узлы околоорганов и внутриорганов сплетений.

Парасимпатическая иннервация нисходящей, сигмовидной ободочной и прямой кишки, а также органов малого таза осуществляется за счёт тазовых внутренностных нервов, отходящих от крестцовых парасимпатических ядер спинного мозга. Они участвуют в образовании вегетативных нервных сплетений таза и переключаются в узлах сплетений тазовых органов. Парасимпатическая система иннервирует только внутренние органы и органы головы.

Общий характер влияния парасимпатической системы на организм сводится к обеспечению состояния покоя, к анаболизму (ассимиляции), депонированию веществ и сохранению энергии (**трофотропное действие**). Принимает активное участие в регуляции деятельности внутренних органов, в процессах восстановления организма после деятельного состояния. При раздражении парасимпатических нервов наблюдается сужение зрачков, бронхов, замедление частоты и ослабление силы сердечных сокращений, замедление пульса (брадикардия), расширение сосудов в некоторых областях, понижение АД, обильная секреция слюны, богатой ферментами, усиление секреции и моторики желудочно-кишечного тракта, опорожнение полых органов (желчного, мочевого пузыря, прямой кишки), усиление процессов мочеобразования в почках, синтеза гликогена в печени, наполнение кровяных депо кровью и т.д. В отличие от симпатической системы парасимпатическая система адаптационнотрофической функцией не обладает.

Влияние симпатической и парасимпатической системы нередко противоположно по своему характеру, что даёт, казалось бы, основание говорить об «антагонизме» этих систем. «Антагонистические» отношения проявляются не всегда и не везде. В ряде случаев подобный антагонизм не имеет места. Так, например, нельзя говорить об антагонистических взаимоотношениях симпатических нервов, расширяющих зрачок, и парасимпатических, — суживающих его.

Установлено, что при возбуждении симпатической системы в конечном итоге в результате взаимодействия различных реакций активизируется парасимпатическая система. В свою очередь, активизация парасимпатической системы ведёт к возбуждению симпатической системы.

5.4.4. Управление вегетативными функциями

Элементарными управляющими центрами вегетативной нервной системы являются **вегетативные интрамуральные ганглии**. Они складываются из афферентных, вставочных и эфферентных нейронов и обеспечивают местные рефлексы, ограничивающиеся данным органом или системой. Ещё в 1896 г. русский гистолог **А. С. Догель** установил, что интрамуральные узлы (ауэрбахово и мейснерово сплетения) пищеварительного тракта имеют в своём составе клетки трёх типов: нейроны I типа — эфферентные, II — афферентные, III — вставочные (ассоциативные). Гистологические наблюдения **Б. А. Долго-Сабунова** (1935) позволили проследить пути миграции (выселения) вегетативных нейронов не только в периферические интрамуральные ганглии, но и по ходу ствола блуждающего нерва, его веточек и вне ствола в виде отдельных узелков. В настоящее время весь комплекс микроганглионарных образований, расположенных в стенках внутренних органов (сердца, бронхов, пищеварительного тракта, мочевого пузыря и др.) и обладающих моторной активностью, называют **метасимпатической нервной системой** (**А. Д. Ноздрачёв**, 1966).

Околопозвоночные и предпозвоночные узлы периферических нервных сплетений, лежащие в грудной и брюшной полостях, являются также регуляторными центрами. Доказано, что в них происходит переключение импульсов со специфических афферентных нейронов на эфферентные. В спинном мозге

заложены центры, обладающие зачатками интегративной активности. В продолговатом и среднем мозге расположены жизненно важные центры, обладающие большой интегративной активностью. Одни из них функционируют непрерывно, автоматически (сосудодвигательный, дыхательный центры), другие — в зависимости от импульсов, поступающих с периферии рефлекторно (центр кашля, чихания).

В гипоталамусе имеются центры, координирующие взаимодействие симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы. Раздражение ядер задней группы гипоталамуса приводит к симпатическому эффекту, передней группы — к парасимпатическому эффекту. Лимбическая система, которую по праву называют **висцеральным мозгом** (*П. Мак-Лин*, 1954), во взаимодействии с гипоталамусом осуществляет сложную координацию вегетативных функций с соматической деятельностью и эмоциональными реакциями. **Мозжечок избирательно связан** с симпатической системой и опосредованно через симпатические нервы влияет на деятельность всех внутренних органов, являясь универсальным стабилизатором их функций (*Л. А. Орбели*, 1935).

Участие коры большого мозга в управлении деятельностью внутренних органов также доказано. Раздражение ограниченных участков коры передних отделов большого мозга приводит к изменению кровообращения, дыхания и других функций. *К. М. Быков* (1947) показал, что можно выработать условные рефлексы, при которых сигнальный раздражитель изменяет деятельность любой висцеральной функции. Кроме того, была доказана возможность выработки интероцептивных условных рефлексов. Таким образом, подтвердилась идея *И. П. Павлова* о том, что кора больших полушарий координирует и регулирует функции вегетативной нервной системы.

5.4.5. Понятие о вегетодистониях

Вегетодистония — это симптомокомплекс, возникающий в результате функциональных нарушений в образованиях вегетативной нервной системы. Одной из основных причин вегетодистоний является лабильность и повышенная возбудимость вегетативной нервной системы, сдвиги симпатических и парасимпатических влияний в организме в сторону преобладания одной из этих систем. Лица с преобладанием тонуса симпатической нервной системы называют **симпатикотониками**, с преобладанием парасимпатической — **ваготониками** (парасимпатикотониками). В обычных условиях у здоровых людей отмечаются суточные колебания тонуса вегетативных систем. Принято считать, что в ночное время усиливается тонус парасимпатической системы, в дневное — симпатической. У физически тренированных людей, как правило, тонус парасимпатической системы в покое увеличивается, но в то же время при нагрузке симпатический тонус также возрастает в большей степени, чем у нетренированных людей.

Большое значение в возникновении вегетодистоний имеют **психогенные и эмоциональные факторы**, под влиянием которых усиливается повышенная возбудимость различных отделов вегетативной нервной системы и нервно-сосудистых аппаратов больного. В органах, иннервируемых вегетативной нервной системой, могут возникнуть функциональные расстройства, обозначаемые как неврозы, поскольку органических изменений ни в самой нервной системе, ни в органах не отмечается. Длительные функциональные изменения могут вести впоследствии и к органическим нарушениям: гипертонической болезни, стенокардии, язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки и т. д.

Симптоматика вегетодистоний самая разнообразная. Больные жалуются на зуд, зябкость, ощущение жара, боли в руках и ногах, области сердца, желудка. Отмечается повышенная потливость (гипергидроз), изменение формы зрачков (игра зрачков), пульса (брадикардия или тахикардия), изменение АД, усиленное слюноотделение или сухость во рту. Резко выражены кожные сосудистые реакции. Отмечается дермографизм, который может проявляться в форме крапивницы, субфебрилитет (небольшое повышение температуры тела).

Течение вегетодистоний хроническое со склонностью к **затиханию и обострению**.

Большое значение в профилактике вегетодистоний имеет укрепляющий режим: регулярный отдых, пребывание на свежем воздухе, водные процедуры по утрам, утренняя физическая зарядка, прогулка перед сном. Необходимо по возможности устранить травмирующие факторы.

5.5. Рефлексы. Высшая нервная деятельность

5.5.1. Учение о рефлексах

5.5.2. Учение о сигнальных системах

5.5.3. Высшая нервная деятельность

5.5.4. Типы высшей нервной деятельности

5.5.5. Формы высшей нервной деятельности

5.5.6. Возрастные особенности ВНД.

5.5.1. Учение о рефлексах

Рефлекс (лат. reflexus — отражение) — это причинно обусловленная реакция организма на раздражение, осуществляемая при обязательном участии ЦНС. Структурную основу рефлекторной деятельности составляют нейронные цепи из рецепторных, вставочных и эффекторных нейронов. Они образуют путь, по которому проходят нервные импульсы от рецепторов к исполнительному органу, называемому рефлекторной дугой.

В её состав входят:

рецептор → афферентный нервный путь → рефлекторный центр → эфферентный путь → эффектор

Безусловные рефлексы — передаются по наследству и закономерно возникают в ответ на определённое раздражение, они объединяют и согласовывают функции различных органов, осуществляют адаптацию организма. Совокупность сложных безусловных рефлексов, определяющих некоторые формы поведения, называют инстинктом (например, построение гнезда, забота о ребёнке).

- Врождённые, наследственно передающиеся реакции, большинство из них начинают функционировать сразу же после рождения.
- Являются видовыми, т. е. свойственны всем представителям данного вида.
- Постоянны и сохраняются в течение всей жизни.
- Осуществляются за счёт низших отделов ЦНС (подкорковые ядра, ствол мозга, спинной мозг).
- Возникают в ответ на адекватные раздражения, действующие на определённое рецептивное поле.

Безусловные рефлексы обеспечивают приспособление организма только к тем изменениям среды, с которыми часто встречались многие поколения. Их значение в том, что благодаря ним сохраняется целостность организма, поддерживается гомеостаз и продление рода.

Более сложной, безусловно-рефлекторной, деятельностью являются инстинкты, их биологическая природа пока остаётся неясной в деталях. В упрощённом виде инстинкты можно представить как сложный взаимосвязанный ряд простых врождённых рефлексов.

Группы безусловных рефлексов.

- Пищевые рефлексы— слюноотделение, жевание, глотание и т.д.
- Оборонительные (защитные) рефлексы— кашель, моргание, одёргивание руки при болевом раздражении.
- Жизнеобеспечивающие рефлексы — терморегуляция, дыхание и другие рефлексы, поддерживающие гомеостаз.
- Ориентировочные рефлексы— образно говоря рефлекс «Что такое?»
- Игровые рефлексы— в процессе игры создаются модели будущих жизненных ситуаций.
- Половые и родительские рефлексы— от осуществления полового акта до рефлексов ухода за потомством.

Условные рефлексы вырабатываются в течение индивидуальной жизни. Возникают качественно новые рефлекторные реакции, которые **И. П. Павлов** назвал условными рефлексами, считая их самой совершенной формой приспособления. Они на базе безусловных рефлексов обеспечивают совершенное приспособление человека к меняющимся условиям обитания.

- Реакции, приобретённые в процессе индивидуальной жизни.
- Индивидуальные.
- Непостоянны — могут возникать и исчезать.
- Являются преимущественно функцией коры больших полушарий.
- Возникают на любые раздражители, действующие на разные рецептивные поля.

Условный рефлекс — это сложная многокомпонентная реакция, которая вырабатывается на базе безусловных рефлексов с использованием предшествующего индифферентного раздражителя. Он имеет сигнальный характер, и организм встречает воздействие безусловного раздражителя подготовленным. Например, в предстартовый период происходит перераспределение крови, усиление дыхания и кровообращения, и когда мышечная нагрузка начинается, организм уже к ней подготовлен.

Условные рефлексы сравнительно легко приобретаются, также легко теряются организмом, если необходимость в них отпала.

Классификация условных рефлексов затруднительна ввиду их многочисленности. Тем не менее, различают:

- По типу раздражаемых рецепторов — **экстероцептивные, интероцептивные, проприоцептивные** условные рефлексы.
- **Натуральные** (образуются при действии на рецепторы естественных безусловных раздражителей) и **искусственные** (при действии индифферентных раздражителей).
- **Положительные** — связаны с двигательными и секреторными реакциями.
- Рефлексы без внешних двигательных и секреторных эффектов — **отрицательные или тормозные**.
- Условные рефлексы **на время** — связаны с регулярно повторяющимися раздражителями. Их ещё называют следовыми рефлексами.
- Рефлексы **подражания**. У «зрителя» также формируются временные связи, в первую очередь они формируются у детей.
- **Экстраполяционные** рефлексы — заключаются в способности человека правильно определять направление передвижения полезного и опасного объекта, т.е. предвидеть благоприятные и неблагоприятные для жизни ситуации.

Физиологической основой для возникновения условных рефлексов служит образование функциональных временных связей в высших отделах ЦНС. **Временная связь** — это совокупность нейрофизиологических, биохимических и ультраструктурных изменений в мозге, возникающих в процессе совместного действия условного и безусловного раздражителей. **И. П. Павлов** высказал предположение, что при выработке условного рефлекса происходит формирование временной нервной связи между двумя группами клеток коры — корковыми представительствами условного и безусловного рефлексов. Возбуждение от центра условного рефлекса может передаваться к центру безусловного рефлекса от нейрона к нейрону. Следовательно, первый путь образования временной связи между корковыми представительствами условного и безусловного рефлексов является внутрикортикальным. Однако при разрушении коркового представительства условного рефлекса выработанный условный рефлекс сохраняется. По-видимому, образование временной связи идёт между подкорковым центром условного рефлекса и корковым центром безусловного рефлекса. При разрушении коркового представительства безусловного рефлекса условный рефлекс также сохраняется. Следовательно, выработка временной связи может идти между корковым центром условного рефлекса и подкорковым центром безусловного рефлекса. Разобщение корковых центров условного и безусловного рефлексов путём пересечения коры мозга не препятствует образованию условного рефлекса. Это свидетельствует о том, что временная связь может образоваться между корковым центром условного рефлекса, подкорковым центром безусловного рефлекса и корковым центром безусловного рефлекса.

Рассмотрим **механизм образования простого натурального условного рефлекса** — усиление слюноотделения при виде лимона. У человека, ни разу, не пробовавшего лимон, он вызывает простое любопытство (ориентировочный рефлекс).

Возбуждение при виде лимона возникает в зрительных рецепторах и подаётся в зрительную зону КБП (затылочная область) — здесь возникает очаг возбуждения. Вслед за этим человек пробует лимон на вкус — возникает очаг возбуждения в центре слюноотделения (это подкорковый центр). Он, как более сильный будет «притягивать» возбуждение из зрительного центра. В итоге между двумя никогда не связанными нервными центрами возникает нервная временная связь. После нескольких повторений она закрепляется и теперь

возбуждение, возникающее, в зрительном центре быстро переходит на подкорковый центр, вызывая слюноотделение при виде лимона.

Таким образом, для образования условного рефлекса необходимы следующие важнейшие условия:

- Наличие **двух раздражителей**, один из которых безусловный (пища, болевой раздражитель и др.), вызывающий безусловно-рефлекторную реакцию, а другой — условный (сигнальный), сигнализирующий о предстоящем безусловном раздражении (свет, звук, вид пищи и т. д.).
- **Многократное сочетание условного и безусловного раздражителей** (хотя возможно образование условного рефлекса при их однократном сочетании).
- **Условный раздражитель должен предшествовать действию безусловного.**
- В качестве условного раздражителя может быть использован любой раздражитель внешней или внутренней среды, который должен быть по возможности индифферентным, **не вызывать оборонительной реакции**, не обладать чрезмерной силой и способен привлекать внимание.
- **Безусловный раздражитель должен быть достаточно сильным**, в противном случае временная связь не сформируется.
- **Возбуждение от безусловного раздражителя должно быть более сильным**, чем от условного.
- Необходимо **устранить посторонние раздражители**, так как они могут вызывать торможение условного рефлекса.
- При выработке условного рефлекса должна быть **выражена мотивация**, например, при выработке пищевого слюноотделительного рефлекса животное должно быть голодным, у сытого — этот рефлекс не вырабатывается. И наоборот: голодный ученик плохо воспринимает объяснения учителя, так как у него нет мотивации на получения знаний. Другими словами, мощными стимулами являются — поощрение и наказание.



Рис. 5.5.1.1. Образование условного рефлекса (по БРЭ)

Имеются различные мнения по вопросу о механизмах образования временной связи. Возможно, образование временной связи происходит по принципу доминанты. Очаг возбуждения от безусловного раздражителя всегда сильнее, чем от условного, так как безусловный раздражитель всегда биологически более значим для животного. Этот очаг возбуждения является доминантным, следовательно, притягивает к себе возбуждение от очага условного раздражения. Если возбуждение прошло по каким-либо нервным цепям, то в следующий раз оно по этим путям пройдёт значительно легче (явление «проторения пути»). В основе этого лежат: суммация возбуждений, длительное повышение возбудимости синаптических образований, увеличение количества медиатора в синапсах, увеличение образования новых синапсов. Все это создаёт структурные предпосылки к облегчению движения возбуждения по определённым нейронным цепям.

Другим представлением о механизме формирования временной связи является конвергентная теория. В её основе лежит способность нейронов отвечать на раздражения разных модальностей. По представлениям **П. К. Анохина**, условный и безусловный раздражители вызывают распространённую активацию корковых нейронов благодаря включению ретикулярной формации. В результате восходящие сигналы (условного и

безусловного раздражителей) перекрываются, т. е. происходит встреча этих возбуждений на одних и тех же корковых нейронах. В результате конвергенции возбуждений возникают и стабилизируются временные связи между корковыми представительствами условного и безусловного раздражителей.

При выработке новых **условных рефлексов высших порядков** в качестве подкрепления могут быть использованы и условные рефлексы, выработанные раньше. Например, если выработан условный рефлекс слюноотделение на сервировку стола. Если теперь ввести новый условный раздражитель, допустим сигнал времени по радио и подкреплять его сервировкой стола, то этот радиосигнал будет вызывать слюноотделение. Такие рефлексы называют рефлексы второго порядка, существуют также рефлексы третьего, четвёртого, пятого и более высших порядков.

В жизни человеку приходится встречаться с множеством раздражителей и их компонентов. Для того чтобы выбрать из этого бесконечного множества раздражителей лишь те, которые являются биологически и социально значимыми для нас. Необходимо, чтобы мозг обладал способностью к анализу различных воздействий на организм, т. е. способностью их дифференцировать.

Для последующей адекватной реакции обязательны процессы синтеза, т. е. способность мозга связывать и обобщать, объединять отдельные раздражители в единое целое.

Оба эти процесса неразрывно связаны и осуществляются нервной системой постоянно в процессе ВНД.

Примером наиболее сложных аналитико-синтетических процессов КБП является образование динамического стереотипа. Это устойчивая система осуществления отдельных условных рефлексов. Выбатывается и закрепляется благодаря возникновению связи между следовым действием от предыдущего раздражителя и последующим возбуждением. Он автономен — осуществляется не только на раздражитель, сколько на его место в системе воздействий. Играет большую роль в формировании разнообразных (трудовых, спортивных, игровых и др.) навыков. В принципе обиходное название динамического стереотипа — «привычка».

Возбуждение — это реакция на раздражение, выработанная в процессе эволюции. Заключается в переходе от состояния относительного физиологического покоя к деятельности. В основе лежит изменение ионной проницаемости и электрических потенциалов мембраны.

Торможение — активный нервный процесс, приводящий к угнетению или предупреждению возбуждения. Выделяют два типа торможения: безусловное и условное.

Если не подкреплять условный раздражитель безусловным, то наступает его торможение. Это активный нервный процесс, результатом которого является ослабление или подавление процесса возбуждения и временной связи. Различные раздражители вызывают торможение одних рефлексов и возбуждение, и образование других. Образование новых рефлексов и их торможение ведёт к гибкому приспособлению организма в конкретных условиях существования.

Виды торможения условных рефлексов:

- **Безусловное торможение (внешнее по Павлову)** относится к врождённым свойствам нервной системы. Обусловлено торможением безусловным раздражителем, который появляется одновременно с выработанным (например, ориентировочный рефлекс). В КБП возникает новый, не связанный с данным рефлексом, очаг возбуждения. Он оттягивает на себя возбуждение. Оно выявляется при первом же предъявлении сильного постороннего раздражителя. Например, громкий звонок вызывает торможение слюноотделительного рефлекса. Ситуация в жизни: представьте, Вам одной фразой испортили аппетит. Вторая ситуация: маленький ребёнок хочет есть и поэтому плачет. Пища ещё не готова. Мама отвлекает его, давая игрушку. Плач прекращается, так как поведение, связанное с требованием пищи, оказывается заторможенным.

- **Внутреннее (условное) торможение.** Обусловлено торможением при не подкреплении безусловным раздражителем. Условное торможение бывает двух видов — угасание и дифференцировка.

Угасание формируется постепенно при неподкреплении безусловным раздражителем (например, пища) условного раздражителя (например, свет лампочки или бутылочка с соской).

Дифференцировка — это способность отличить один сигнал от других, похожих. Например, только хозяйка даст кошке лакомства. Кошка бежит к открыванию двери, если пришла хозяйка (слышит звук открываемого замка). На приход других людей кошка не реагирует (замок открывают чуть-чуть по-другому — «не те это сигналы»).

- **Охранительное торможение.** Предохраняет нервные центры от чрезмерно сильного раздражения или переутомления.

- **Растормаживание.** Возникает при торможении процесса торможения.

5.5.2. Учение о сигнальных системах

Поведение человека намного сложнее, чем поведение животных. Хотя закономерности образования условных рефлексов сходны. Но у человека есть высшая форма приспособления к условиям среды — **рассудочная деятельность**. Это способность улавливать закономерности, связывающие предметы и явления окружающей среды и использовать это знание в новых условиях. В результате организм не только приспосабливается (как животные), но и способен предвидеть изменения среды и учитывать их в своём поведении. Учитывая это, **И. П. Павлов** развил учение о двух сигнальных системах.

Первая сигнальная система — анализирует сигналы, идущие от всех анализаторов, возникающие на основе безусловных рефлексов, принадлежат к первой сигнальной системе, при которой сигналом одного явления внешнего мира может стать лишь другое явление (например, сигналом еды может стать звонок). Она свойственна человеку и животным.

У человека, кроме того, появилась и развилась новая, как результат деятельности всей коры больших полушарий, более совершенная, **вторая сигнальная система** — сигнализация словом — **система речевых сигналов**. Она находится в тесном взаимодействии с первой сигнальной системой и при этом играет ведущую роль в сознательной жизни человека. Произносимое, слышимое и видимое слово может вызвать и вызывает у человека те же действия и реакции, что и внешнее и внутреннее раздражение иного характера; это человеческое мышление, которое всегда словесно, ибо язык — это материальная оболочка мышления. Язык — это «...непосредственная действительность мысли» (**К. Маркс, Ф. Энгельс**, Соч., 2-е изд., т. 3, с. 448). «Слово, — сделаю нас людьми. Способность человеческого мозга к анализу и синтезу речевых сигналов составляет «специально человеческое, высшее мышление». (**И. П. Павлов**)

В слове и в совокупности слов (речи) обобщаются сигналы первой сигнальной системы, т. е. предметы и явления окружающего мира. Сигнальное значение слова определяется его смысловым содержанием в отличие от слухового или видимого раздражителей, на которые отвечает и мозг животного.

Наличие системы словесных сигналов, обозначающих конкретные сигналы действительности, является важным эволюционным приобретением человека. Речь и, как результат, — вторая сигнальная система возник в процессе общественного труда и в процессе общения человека с другими людьми. Способность через слово к обобщённому отражению происходящего во внешнем мире позволило человеку создать науку и значительно повысить возможность ориентации в окружающем мире. При наличии второй сигнальной системы человек может получать знания и накапливать опыт без непосредственного контакта с окружающей его действительностью.

Например, человек с собакой переходит дорогу. Оба увидев быстро приближающийся к ним автомобиль, вместе спасутся (автомобиль — конкретный сигнал опасности, хорошо понятен обоим). Но ведь человек услышав сигнал опасности (крик другого прохожего «Осторожно, автомобиль!») ещё не видя, его спасётся. Собаке же необходимо увидеть опасность, речевой сигнал ей ничего не сообщает о ней.

Соотношение между первой и второй сигнальной системой меняется в процессе онтогенеза. На первых этапах постсигнального развития преобладающее развитие имеет первая сигнальная система. В процессе онтогенеза постепенно увеличивается запас слов, из которых ребёнок строит предложения. Слова начинают терять своё узкое конкретное значение, в них закладывается более широкий обобщающий смысл — возникают понятия (т. е. уже не надо получать информацию о предмете с помощью первой сигнальной системы). После незначительного ослабления в пубертатном периоде вторая сигнальная система вновь занимает ведущее положение и, постепенно развиваясь, сохраняет его у взрослого человека. Слово начинает означать разные понятия и требует уточнений, обобщению подлежат не только слова, означающие предметы, но и наши ощущения, переживания, действия. Так возникают абстрактные понятия, а с ними и абстрактное мышление. Таким образом, благодаря второй сигнальной системе мозг получает информацию в виде символов (слов, знаков, изображений). Слово играет роль не просто условного раздражителя, а его сигнала, т. е. **слово — это сигнал сигнала**.

5.5.3. Высшая нервная деятельность

Высшая нервная деятельность (ВНД) — это совокупность психических функций, которые обеспечивают сложные индивидуальные формы адекватного поведения в изменяющихся природных и социальных условиях (речь, письмо, память, сознание, мышление). Высшая нервная деятельность высших отделов ЦНС обеспечивает сложные отношения между организмом и внешним миром. К высшим отделам ЦНС относят кору больших полушарий и ближайшие к ней подкорковые образования. ВНД реализуется за счёт влияния коры больших полушарий головного мозга на другие структуры ЦНС. В основе ВНД лежит рефлекторная и интегративная деятельность мозга.

Давно замечено, что психические явления тесно связаны с работой мозга человека. Впервые об этом высказывался **Гиппократ** (5 век до н. э.), это положение развивалось и углублялось. Первым сделал вывод о рефлекторном принципе деятельности всех отделов мозга **И. М. Сеченов**, а **И. П. Павлов** разделил рефлексы на безусловные и условные. В 1863 г. **И. М. Сеченов** издал книгу «Рефлексы головного мозга», в которой поведение человека объяснялось рефлекторным принципом работы ГМ.

Общие принципы его идей следующие:

- Внешние воздействия вызывают возбуждение в органах чувств.
- Это приводит к возбуждению или торможению нейронов ГМ, на основе чего возникают психические эффекты (ощущения, представления, чувства и т. д.)
- Возбуждение нейронов ГМ реализуется в движениях человека (мимика, речь, жестикуляция), что выражается его поведением.
- Все эти явления взаимосвязаны и обуславливают друг друга.

И. П. Павлов развил эти идеи и создал учение об условных и безусловных рефлексах — физиологию поведения.

В дальнейшем были открыты и описаны иные пути приобретения жизненного опыта. Однако по сегодняшний день павловское учение остаётся общепризнанным.

В развитии идей **И. П. Павлова** внесли свой вклад — **В. М. Бехтерев**, **П. К. Анохин**, **Б. Скиннер** (научение путём проб и ошибок), **В. Кёлер** (инсайт — «постижение»), **К. Лоренц** (импринтинг — запечатление) и др. учёные.

В основе навыков — автоматизированных действий, выполняемых «почти» без контроля сознания, лежит комплекс условных рефлексов (например, чтение, письмо, управление автомашиной). Условные рефлексы могут возникнуть на всю жизнь, а если станут не нужны — то исчезнуть. В то время как относительно простые формы нервной деятельности определяют рефлекторную регуляцию гомеостаза и вегетативных функций организма, высшая нервная деятельность (ВНД) обеспечивает сложные индивидуальные формы поведения в изменяющихся условиях жизни.

ВНД реализуется за счёт доминирующего влияния коры на все нижележащие структуры центральной нервной системы. Основными процессами, динамично сменяющими друг друга в ЦНС, являются процессы возбуждения и торможения. В зависимости от их соотношения, силы и локализации строятся управляющие влияния коры. Функциональной единицей ВНД является условный рефлекс.

5.5.4. Типы высшей нервной деятельности

Типы ВНД — это комплексы врождённых и приобретённых индивидуальных особенностей нервной системы, которые определяют различия в поведении разных людей и в их отношении к одним и тем же внешним воздействиям.

И. П. Павлов в 1929 году по основным показателям — сила процессов, их взаимная уравновешенность и подвижность (скорость смены) — выделил четыре основных типа ВНД:

- **Сильный неуравновешенный тип (безудержный)** — сильная нервная система (высокий уровень работоспособности нервных клеток) и преобладание процессов возбуждения над торможением.
- **Сильный уравновешенный подвижный тип (лабильный)** — высокая подвижность сильных нервных процессов и уравновешенность возбуждения и торможения.
- **Сильный уравновешенный тип (инертный)** — при значительной силе нервных процессов их низкая подвижность (замкнутый переход из состояния возбуждения в торможение или наоборот).
- **Слабый тип (быстроистощимый)** — низкая работоспособность корковых клеток (их неспособность выдерживать сильные или длительные нагрузки) и отсюда — слабость нервных процессов.

Между указанными типами существует множество переходов, и люди образуют по силе нервной системы непрерывный ряд.

И. П. Павлов усматривал совпадение между выделенными типами нервных процессов и типами темпераментов у людей (но классификации Гиппократ). Первому из приведённых типов по **И. П. Павлову** соответствует холерический темперамент, второму — сангвинический, третьему — флегматический, а четвёртому — меланхолический.

Следует заметить, что названия типов взяты у классификации темпераментов **Гиппократ** (5 век до н. э.).

Эта классификация далека от практической действительности, в жизни люди с ярко выраженными типами крайне редко встречаются. В современных исследованиях определение типов ВНД осуществляется более чем по 30 физиологическим показателям.

Кроме этого у человека **И. П. Павлов** выделил типы ВНД по отношению сигнальных систем.

- **Художественный тип.** Незначительное преобладание первой сигнальной системы. Для людей этого типа свойственно образное восприятие окружающего мира, оперирование в процессе мышления чувственными образами (наглядно-образное мышление).
- **Мыслительный тип.** Незначительное преобладание второй сигнальной системы. Этому типу свойственно абстрагирование от действительности. В процессе мышления люди этого типа оперируют абстрактными символами, обладают способностью к тонкому анализу и синтезу раздражителей окружающего мира.
- **Средний тип.** Характеризуется уравновешенностью сигнальных систем. К этому типу принадлежит основная масса людей.

К сожалению, приходится констатировать факт, что эта проблема до сих пор в физиологии остаётся нерешённой. Хотя психология и педагогика в этом вопросе нуждаются в помощи физиологии.

5.5.5. Формы высшей нервной деятельности

Высшие формы ВНД — сознание, внимание, память, мышление, мотивация и эмоционально-волевая сфера являются предметом изучения психологии. Современная физиология пока ещё далека от полного познания биологических механизмов этих процессов.

Речь является одной из сложнейших функций человека. Она связана с напряжённой работой органов зрения, слуха и периферического речевого аппарата. Сложная координация их деятельности осуществляется нейронами различных зон КБП. Особенно важное значение имеют — центр Вернике (расположен в левой височной доле мозга) и центр Брока (нижняя часть левой лобной доли мозга). При повреждении центра Брока (это двигательный центр речи) человек понимает всё услышанное, но сам не в состоянии произнести ни одного слова. При повреждении центра Вернике (его называют ещё слуховым) человек всё слышит, но не понимает речи, в том числе и своей. Письменная речь связана со многими отделами КБП: регулирующими движения рук, зрительными, центрами Брока и Вернике и другими.

Таким образом, Речеобразующий аппарат человека представляет собой чрезвычайно сложную многокомпонентную функциональную систему, управляемую различными зонами КБП.

Физиологические механизмы сна и сновидений.

Сознание — это высшая форма обобщённого отражения человеком окружающей действительности и своего собственного мира (осознание собственного “Я”); с сознанием связано целенаправленное поведение человека в окружающем мире и предвидение результатов этого поведения. Сознание является функцией мозга, которая обеспечивает наиболее оптимальное приспособление организма к окружающей среде. Сознание не является врождённым. Однако имеются предпосылки его возникновения в онтогенезе, что определяется особенностями нервной системы, её структурой. Эта возможность переходит в действительность в условиях общественной жизни.

Возникновение и развитие сознания исторически сопряжено с возникновением и развитием трудовой деятельности людей. Материальной формой возникновения сознания является язык (система условных звуков). Не исключено параллельное использование человеком других символов, например, математических, художественных образов и т. д.

Сознание определяет (**Моунткастел**, 1977, цит. по **Р. Шмидт**):

- внимание и способность сосредоточиться;

- способность порождать абстрактные мысли и оперировать ими, а также выражать их словами или каким-либо другим способом;
- возможность оценить предстоящий поступок, т. е. способность к ожиданию и прогнозированию;
- осознание своего «я» и признание других индивидуумов;
- наличие эстетических ценностей.

Функциональными предпосылками сознания человека является определённый уровень функционирования ЦНС (активности нейронов). Формируется сознание в результате взаимодействия между структурами коры и подкорки. Если в реакцию вовлекается относительно небольшое число нейронов коры и подкорки, то такие реакции протекают как подсознательные; если реакции протекают при достаточно выраженной («глобальной» — по выражению **Бабского**, 1985) активности ЦНС, нейронных «ансамблей» коры и подкорковых структур, то она осуществляется с участием сознания. Как слишком низкая (при наркозах, в состоянии комы), так и чрезмерная нейронная активность (при электрическом шоке, эпилептическом припадке) несовместимы с сознанием.

Подсознание и сознание — это части единого целостного процесса, два уровня, обеспечивающие непрерывность взаимодействия организма и среды. Высшим регулятором человеческого поведения является сознание, в подчинении которого находится информация, накопленная в процессе жизненного опыта. Сознание определяет целенаправленное поведение человека с учётом накопленного опыта.

Внимание. Высшая нервная и психическая деятельность человека всегда характеризуется определённой избирательностью и направленностью. Для ВНД важно сохранить направленность своей деятельности на существенные элементы при отвлечении от всего малозначимого.

Внимание — произвольный процесс, осуществляющийся при участии процессов условного торможения. Характеризуется устойчивостью — способностью сопротивляться утомлению и отвлечению и способностью быстро переключаться.

Физиологической основой внимания являются процессы возбуждения и торможения, особенности их движения и взаимодействия в КБП. Направленность всегда связана с возбуждением одних корковых участков и торможением других (согласно индукции). Среди возбуждённых зон КБП всегда выделяется доминирующий — согласно теории доминанты. Так обеспечивается избирательность нашей деятельности и осуществляется контроль над её протеканием.

В основе механизма внимания лежит активация ГМ, связанная с деятельностью лобных долей КБП.

Память. Одним из основных свойств нервной системы является более или менее длительное хранение информации о событиях внешнего мира и ответной реакции организма на эти события.

Память — это комплекс процессов, протекающих в КБП обеспечивающих накопление, хранение и воспроизведение индивидуального опыта. Память может быть разделена на три основных слагающих элемента — процесс фиксации информации, процесс хранения и процесс воспроизведения.

Объём памяти возрастал в ходе эволюции по мере увеличения числа нервных клеток, взаимосвязей между ними и с усложнением структуры мозга.

Период, связанный с хранением информации, может быть коротким (краткосрочная память) и длительным (долгосрочная память). Оба вида памяти в процессе мыслительной деятельности человека тесно связаны. Возможен, например, переход информации из структур кратковременной памяти в нервные структуры, обеспечивающие долговременную память и процессе закрепления информации.

Механизмы памяти.

Распространено представление, что в основе кратковременной памяти лежат электрофизиологические механизмы — нейронная гипотеза. Процессы запоминания и хранения связаны с циркуляцией импульса по замкнутым цепям нейронов (**П. К. Анохин**, 1968). Хорошая память характеризуется богатством синаптических связей мозга.

Долговременная память формируется на основе синтеза макромолекул (нуклеиновых кислот, белков) и связана с активацией генетического аппарата — биохимическая гипотеза. Допускают, что в качестве субстрата индивидуальной памяти выступает ДНК. Импульсы изменяют в нейронах метаболизм, что вызывает структурные изменения РНК. Она хранится до нужного момента, вызывая затем возбуждение нейронов. Процессы долговременной памяти зависят также от уровня метаболизма гамма-аминомасляной и глутаминовой кислот, циклических нуклеотидов, а также ионов кальция.

Важное значение в длительности хранения информации усматривают и в росте симпатических связей и самих синапсов. Подтверждением этому служит возникновение симпатических выростов-шипикиков, число которых увеличивается в процессе обучения и накопления информации.

Вероятнее всего оба механизма составляют единое целое.

Формирование механизмов памяти человека зависит от наследственных факторов и факторов окружающей среды. Те и другие факторы находятся в тесном взаимодействии. Памяти можно тренировать.

Мышление. При расширении жизненных задач в процессе приспособления человека к условиям жизни большое место отводится мышлению — сложнейшему виду мозговой деятельности.

Мысль является обобщённым отражением действительности. При этом источником подсознания мира являются не только непосредственные ощущения; в процессе мыслительной деятельности возникают образы с их свойствами на основании логических построений и умозаключений. Будучи вполне естественным для человека процессом, мышление является функцией мозга. Проявление полноты мышления человека становится возможным при овладении языком, понятиями, логикой. Все это является продуктом развития общественной деятельности. Общественная деятельность является критерием истинности мышления, а также является той основой, на которой вырастают логические правила и законы.

Эмоции (лат. *emovere* — потрясаю, волную) — субъективные реакции человека на воздействия внутренних и внешних раздражителей, имеющие ярко выраженную субъективную окраску и охватывающие все виды чувствительности и переживаний. Эмоции представляют собой активные состояния специализированных мозговых структур (гипоталамус, лимбическая система), побуждающие человека ослабить или усилить эти состояния. Характер эмоций определяется актуальной потребностью и прогнозированием вероятности её удовлетворения. Низкая вероятность удовлетворения потребности делает эмоции отрицательными — астенические (страх, ярость и т.д.); возрастание вероятности удовлетворения по сравнению с ранее имевшимся прогнозом придаёт эмоциям положительную окраску — стенические (удовольствие, радость и т.д.). Мозговые структуры, отвечающие за реализацию низших элементарных эмоций расположены в промежуточном мозге (гипоталамус) и в древних отделах больших полушарий — страх, агрессия, чувство голода и жажды, чувство насыщения и многие другие. Высшие специфически человеческие (корковые) эмоции связаны с деятельностью зон КБП — например, моральные чувства человека. Эмоциям принадлежит решающая роль в процессе обучения, в подкреплении вновь формирующихся условных рефлексов. Они изменяют пороги восприятия, активируют память, служат дополнительным средством коммуникации (мимика, интонации голоса и т.п.). Стремление к повторному переживанию положительных эмоций побуждают человека активно искать неудовлетворённые эмоции и новые способы их удовлетворения. Отрицательные эмоции служат самосохранению, положительные содействуют саморазвитию в процессе освоения новых сфер деятельности.

Мотивации. Это активные состояния мозговых структур, побуждающие человека совершать акты поведения, направленные на удовлетворение своих потребностей. Мотивации делают поведение целенаправленным, ориентируя его либо наследственно (безусловные рефлексы), либо благодаря накопленному ранее условно-рефлекторному опыту.

Биохимические сдвиги (при нарушении гомеостаза) и внешние стимулы трансформируются в процесс возбуждения, это активирует структуры гипоталамуса. Он передаёт сигнал на КБП, где формируется программа поведения, способствующая удовлетворению соответствующих потребностей.

Сон — это физиологическое состояние мозга и организма в целом, характеризующаяся значительной обездвиженностью, почти полным отсутствием реакций на внешние раздражители и одновременно особой организацией активности нейронов ГМ.

По **И. П. Павлову** сон является тормозным процессом в головном мозгу. Это внутреннее торможение распространяется на оба полушария и нижележащие отделы головного мозга. Сон защищает клетки коры головного мозга от чрезмерного утомления.

Человек проводит во сне $\frac{1}{3}$ жизни. При лишении сна нарушаются внимание, память, притупляются эмоции, падает трудоспособность, наблюдается неадекватная реакция и галлюцинации. Таким образом, сон — необходимость. Здоровый нормальный сон — залог дневной активности человека, высокого уровня его работоспособности, нормального функционирования его органов и систем.

Обычный сон состоит из 4–5 циклов, сменяющих друг друга.

Циклы состоят их двух фаз:

I. Фаза медленного сна — сопровождается более редким дыханием и пульсом; расслаблением мышц; снижением обмена веществ и температуры. Наступает сразу после засыпания, длится 1–1,5 часа.

II. Фаза быстрого сна. В ней активизируется деятельность внутренних органов: учащаются пульс и дыхание; повышается температура; сокращаются различные группы мышц (конечностей, мимические); двигаются глаза под закрытыми веками (как при чтении). Длится эта фаза 10–15 минут, к утру возрастает до 30 минут. Сновидения в этой фазе реалистичны и эмоциональны (т. к. возбуждаются нейроны зрительных долей).

Существует несколько теорий сна.

- **Гуморальная** — сон возникает при накоплении в крови специфических химических веществ — гипнотоксинов. Однако, вероятно, что гуморальные факторы играют второстепенную роль.

- **Теория центров сна** — периодическая смена активности подкорковых центров сна и бодрствования (они расположены в гипоталамусе).

- **Кортикальная теория сна** — иррадиация по коре тормозного процесса, способного спускаться на подкорку.

Т. е. сон представляет собой «охранительное торможение» и предохраняет нейроны КБП от чрезмерного утомления. Кроме этого, возможно возникновение сна и при резком ограничении потока нервных импульсов в КБП (например, сонное состояние возникает при помещении человека в тёмную звукоизолированную комнату).

Причины смены сна и бодрствования — автоматические (циркадные) ритмы; усталость нейронов ГМ; условные рефлексы, связанные с засыпанием, ускоряют наступление сна.

Причины пробуждения — внешние сигналы; сигналы от внутренних органов (например, голод или переполненный мочевой пузырь).

Сон не означает покой для ГМ, т. к. во время сна активность мозга не уменьшается, а перестраивается. Нейроны ГМ начинают работать в другом режиме, анализируют собранную во время бодрствования и делают выводы (т. е. пробуют как бы «предвидеть» будущее). Таким образом, так называемые «вещие сны» предвещают неприятные события на основе неосознанных предвестников этих событий. Чаще всего сны не сбываются и быстро забываются, (все люди видят сны, но не всегда их запоминают). Вероятность совпадения сна с будущей реальностью мала, однако при совпадении истолковывается как сверхъестественное явление. Важное влияние оказывают внешние и внутренние раздражители, которые бессознательно регистрируются мозгом и включаются в сюжет сновидений. Например, раскаты грома — пушечная канонада, переполненный желудок — чувство удушья и т.п. Кроме того, иногда мозг продолжает во сне творческую работу. Например, после долгой дневной работы над проблемой **Д. И. Менделеев** во сне увидел первый вариант периодической системы химических элементов, а **Г. Кекуле** — формулу бензола в аллегорической форме.

5.5.6. Возрастные особенности ВНД

Ребёнок рождается с набором безусловных рефлексов, их рефлекторные дуги начинают формироваться на 3-м месяце пренатального развития. К моменту рождения у ребёнка формируются большинство врождённых рефлексов, обеспечивающих его вегетативную сферу. Несмотря на морфологическую и функциональную незрелость мозга уже на первые — вторые сутки возможны простые пищевые условные реакции.

К концу первого месяца жизни образуются (некоторые) условные рефлексы — двигательные и временные. Они медленно формируются и легко тормозятся, вероятно, из-за незрелости корковых нейронов.

Со второго месяца жизни образуются рефлексы — слуховые, зрительные и тактильные. К 5-му месяцу развития у ребёнка формируются все основные виды условного торможения. Важное место имеет место процесс обучения (т. е. выработка условных рефлексов). Чем раньше его начинают, тем быстрее идёт их формирование.

К концу первого года развития ребёнок относительно хорошо различает вкус пищи, запахи, форму и цвет предметов, различает голоса и лица. Значительно совершенствуются движения (вплоть до формирования навыка ходьбы). Ребёнок пытается произносить отдельные слова, и формируются условные рефлексы на словесные раздражители, т.е. полным ходом идёт развитие полным ходом второй сигнальной системы.

На втором году развития у ребёнка совершенствуются все виды условно-рефлекторной деятельности, и продолжается формирование второй сигнальной системы, она приобретает сигнальное значение). Значительно увеличивается словарный запас (250–300 слов), раздражители вызывают словесные реакции.

Решающее значение в этих процессах играет общение с взрослыми (т. е. окружающая социальная среда и обучение).

Второй и третий год жизни отличается живой ориентировочной и исследовательской деятельностью. Ребёнок уже не ограничивается вопросом «*что это такое?*», а вопросом «*что с этим можно сделать?*».

Период до трёх лет характеризуется также необычайной лёгкостью образования условных рефлексов на самые различные раздражители.

Возраст от трёх до пяти лет характеризуется дальнейшим развитием речи и совершенствованием нервных процессов (увеличивается их сила, подвижность и уравновешенность). Динамические стереотипы вырабатываются легко, ориентировочный рефлекс всё ещё продолжительнее и интенсивнее, чем у школьников. Условные связи и динамические стереотипы, возникшие в это время отличаются исключительной прочностью и проносятся человеком через всю жизнь. Хотя постоянно они могут и не проявляться, но в определённых условиях легко восстанавливаются.

К пяти — семи годам ещё более повышается роль второй сигнальной системы, т.к. дети уже могут свободно говорить.

Младший школьный возраст (с 7 до 12 лет) - период относительно «спокойного» развития ВНД. Эмоции начинают приобретать большую связь с мышлением и утрачивают связь с рефлексам.

Подростковый период (с 11–12 до 15–17 лет). Эндокринные преобразования и формирование вторичных половых признаков сказываются и на свойствах ВНД. Нарушается уравновешенность нервных процессов, большую силу приобретает возбуждение, замедляется прирост подвижности нервных процессов и т. д. Ослабляется деятельность КБП (этот период физиологи образно называют «горным ущельем»). Эти функциональные изменения приводят к психической неуравновешенности подростков и частым конфликтам.

Старший школьный возраст (15–18 лет) совпадает с окончательным морфофункциональным созреванием всех систем организма. Значительно повышается роль корковых процессов в регуляции психической деятельности и физиологических функций организма, ведущая роль в ВНД у корковых процессов и второй сигнальной системы. Все свойства нервных процессов достигают уровня взрослого человека.

Приложения

Нейромедиаторы и нейромодуляторы

Основные медиаторы и регуляторы.* Нейропептиды-регуляторы	
Группа	Пример
Аминокислотные медиаторы	Глутамат γ-Аминomásляная кислота (ГАМК) Глицин
Биогенные амины	Ацетилхолин Катехоламины (дофамин, норадреналин, адреналин) Гистамин Моноамины
Нейропептиды	Серотонин Эндорфин Энкефалин Субстанция Р Вазоактивный интестинальный пептид Другие нейропептиды
Аденозин	—
Газообразное вещество	Оксид азота

*В состав молекул пяти моноаминов входит одна аминогруппа. В состав катехоламинов входит катехиновое ядро.

Виды рецепторов, активируемых различными нейромедиаторами	
Ионотропные рецепторы	Метаботропные рецепторы
Ацетилхолиновые (никотиновые)	Ацетилхолиновые (мускариновые)
ГАМК _A	ГАМК _B
Глутаматные (AMPA-K)	Глутаматные (mGlu-рецепторы)
Глициновые	Дофаминовые (D ₁ , D ₂)
Серотониновые (5-HT ₃)	Серотониновые (5-HT ₁ , 5-HT ₂)
	Норадреналиновые (α ₁ , α ₂), адреналиновые
	Гистаминовые (H ₁ , H ₂ , H ₃)
	Все нейропептиды
	Аденозин

Медиаторами синапсов могут быть около 30 разнородных химических веществ. В нервно-мышечном синапсе это — **ацетилхолин**. Он встречается в коре головного мозга, в спинном мозге. Имеет преимущественно возбуждающее влияние. Однако, в глубоких слоях коры больших полушарий, стволе мозга, хвостатом ядре оказывает тормозное действие благодаря особым рецепторам (М-холинорецепторам). Возбуждающее влияние передаётся, если ацетилхолин соединяется с Н-холинорецепторам.

Роль медиаторов в функционировании ЦНС: медиаторы создают возможность объединения отдельных нейронов в сети, функциональные системы и, наконец, целостную нервную систему, так как медиаторноспецифичные клетки (то есть клетки, чувствительные именно к конкретному виду медиатора)

расположены в определённых центрах мозга, которые по системам восходящих и нисходящих трактов связаны с другими структурами центральной нервной системы.

Ацетилхолин (участвует в организации движений, обеспечивает информационные процессы памяти и мышления).

По химическому строению ацетилхолин представляет собой соединение двух молекул — азотсодержащего холина и остатка уксусной кислоты:

Ацетилхолин в качестве медиатора работает в трёх функциональных блоках нервной системы: в нервно-мышечных синапсах, периферической части вегетативной нервной системы и некоторых областях ЦНС.

Ацетилхолин является медиатором мотонейронов нервной системы, которые расположены в передних рогах серого вещества спинного мозга и двигательных ядрах черепных нервов. Их аксоны направляются к скелетным мышцам и, разветвляясь, образуют нервно-мышечные синапсы.

В ЦНС ацетилхолин вырабатывается частью нейронов ретикулярных ядер моста и интернейронами полосатого тела базальных ганглиев и некоторых других локальных зон. Рассматривается роль этого медиатора в регуляции уровня бодрствования, а также в системах памяти, двигательных системах. Доказана эффективность применения антагонистов ацетилхолина при ряде двигательных нарушений.

Выделяясь из пресинаптического окончания, ацетилхолин действует на постсинаптические рецепторы. Эти рецепторы неоднородны и различаются локализацией и рядом свойств. Выделено два типа рецепторов: первый, помимо ацетилхолина, возбуждается под действием алкалоида табака никотина (никотиновые рецепторы), второй тип активируется ацетилхолином и токсином мухомора мускарином (мускариновые рецепторы).

В периферической НС ацетилхолин является основным медиатором нервно-мышечного синапса, действуя на никотиновые холинорецепторы.

В вегетативной нервной системе ацетилхолин осуществляет передачу в симпатических и парасимпатических ганглиях (выделяется из окончаний преганглионарных волокон), а также влияет на работу внутренних органов, выделяясь из периферических окончаний парасимпатических нервов (мускариновые рецепторы).

Биогенные амины (моноамины): норадреналин, дофамин, серотонин, гистамин.

Биогенные амины — это биологически активные вещества, оказывающие воздействие на процессы торможения и возбуждения в коре головного мозга и подкорковых центрах, вызывающие изменения артериального давления расширением или сужением сосудов и другие изменения в организме. Большинство из моноаминов действуют через метаботропные рецепторы. Синтезируются в головном мозге из разных аминокислот (катехоламины из тирозина, а индоламины из триптофана). Моноамины — самая большая группа медиаторов, которая делится на катехоламины и индоламины.

Катехоламины = норадреналин + адреналин + дофамин.

Норадреналин (регулирует настроение, эмоциональные реакции, обеспечивает бодрствование, участвует в механизмах формирования некоторых фаз сна, сновидений).

Образуется в мозговом слое надпочечников и в нервной системе, служит медиатором проведения нервного импульса через синапс, повышает артериальное давление, стимулирует углеводный обмен.

Основной источник адренергических аксонов — голубое пятно и прилежащие участки среднего мозга. Проекция голубого пятна образует часть восходящей ретикулярной активизирующей системы мозга, направленной из ретикулярной формации в кору больших полушарий. Этот путь регулирует внимание, уровень бодрствования, возбуждение и суточные ритмы.

Много норадреналина в ВНС. Норадреналин также участвует в формировании когнитивных и адаптационных процессов.

Адреналин — гормон мозгового слоя надпочечников, выделяющийся в кровь преимущественно при напряжении (стрессе). В качестве медиатора адреналин не встречается, это гормон.

Дофамин (участвует в формировании чувства удовольствия, регуляции эмоциональных реакций, поддержании бодрствования; дофамин полосатого тела регулирует сложные мышечные движения).

Это нейрогормон и медиатор нервной системы, биохимический предшественник норадреналина и адреналина. Дофаминергические нейроны находятся преимущественно в среднем мозге, в т.н. чёрной субстанции и ядре покрышки среднего мозга, а также в гипоталамусе.

В последнее время появляются данные об участии в патогенезе шизофрении нейропептидов, тем более что есть тесная связь между эндорфиновой и дофаминовой системами мозга. У шизофреников количество дофамина выше нормы.

Дофамин вызывает положительные эмоции. Натуральный аналог — пейот.

Индоламины = Серотонин + Гистамин.

Серотонин (ускоряет процессы обучения, формирования болевых ощущений, сенсорное восприятие, засыпание).

Это биологически активное вещество, содержащееся в крови и тканях животных и человека, является медиатором как на периферии, так и в нервных центрах.

Примерно 90% серотонина синтезируется клетками пищеварительного тракта. В ЦНС серотонинэргические нейроны есть в ядрах шва продолговатого мозга, а также в центральном сером веществе среднего мозга и варолиевом мосту. Эти нейроны иннервируют кору больших полушарий, гиппокамп, бледный шар, миндалину, гипоталамус. Самая высокая концентрация серотонина — в эпифизе. Там он превращается в мелатонин.

Серотонин участвует в регуляции эмоционального поведения, двигательной активности, пищевого поведения, полового поведения, терморегуляции. С нарушениями в серотонинэргической системе связывают развитие алкогольной зависимости, некоторых форм тревожности. Важная роль в осуществлении сложных форм поведения, включая агрессию и формирование социальных отношений в популяции. Антагонист серотонина — ЛСД.

Гистамин — гормон и медиатор группы моноаминов, в значительных количествах освобождающийся при аллергических реакция, шоке, ожоге. Вызывает расширение кровеносных сосудов, сокращение гладкой мускулатуры, повышение секреции ольной кислоты в желудке.

Тела гистаминовых нейронов в головном мозге сконцентрированы в гипоталамусе, а их аксоны расходятся почти во все отделы ЦНС.

Блокада гистаминовой системы сопровождается сонливостью. Разблокирование — активностью, агрессией.

Аминокислоты: глицин, гамма-аминомасляная кислота — тормозные медиаторы. Глутамат — 75% возбуждающих синапсов мозга.

Медиаторы-аминокислоты являются самыми распространёнными медиаторами в НС. До 80% нейронов выделяют из своих окончаний аминокислоты в качестве медиаторов.

Возбуждающие аминокислоты.

Глутаминовая кислота — основной возбуждающий медиатор в ГМ. Образуется в мозге из глюкозы. Больше всего глутамата в конечном мозге и мозжечке. Принимает участие в процессах памяти, является медиатором сенсорных путей.

Аспаргиновая кислота — возбуждающий медиатор среднего мозга, нижней оливы продолговатого мозга и серого вещества спинного мозга. АК регулирует спинномозговые рефлексy.

Обе возбуждающие аминокислоты участвуют в регуляции состоянии беспокойства.

Тормозные аминокислоты.

Гамма-аминомасляная кислота (ГАМК) — образуется в мозге из глутаминовой кислоты. Много ГАМК в коре больших полушарий, в коре мозжечка, в чёрной субстанции среднего мозга, в сетчатке глаза.

Успокаивающий, усыпляющий эффект. Нельзя использовать, т.к. не проходит ГЭБ.

ГАМКa — ионотропные, ГАМКb — метаботропные.

Нарушение ГАМК-эргической системы — эпилепсия, расстройство сна, дисфункции в сердечно-сосудистой системе.

Глицин — тормозной медиатор спинного и в меньшей степени ГМ. Тела синтезирующий глицин нейронов в основном в спинном и продолговатом мозге, в ядрах черепномозговых нервов, в промежуточном мозге. Только один тип рецепторов — ионотропный. Глицин обеспечивает возвратное торможение мотонейронов спинного мозга, уменьшает психомоторную расторможенность.

Пуриновые медиаторы.

Пурины — группа природных азотистых гетероциклических соединений и их производных. В качестве модулятором и в меньшей степени медиаторов встречаются в основном аденозин, а также АТФ (аденозинтрифосфорная кислота). Пурины действуют через особый тип рецепторов — пуриновые, основной из которых — метаботропный A1-рецептор. Рецепторы действуют в периферической НС, в афферентных окончаниях болевых волокон.

Аденозин — нейромодулятор, оказывает в основном тормозное влияние на возбуждающие синапсы.

Физиологическая роль пуринаргической системы в том, что при длительной нагрузке на мозг в нём образуется большое количество АМФ (аденозинмонофосфорной кислоты), которая тормозит работу синапсов через А1-рецепторы, защищая ЦНС в экстремальных условиях. А вещества, блокирующие работу этих рецепторов, способны активизировать НС: кофеин, теофиллин, теобромин.

Пептидные медиаторы: субстанция Р — медиатор нейронов, передающих сигналы боли. **Олигопептиды** — медиаторы настроения, полового поведения, формирования болевых ощущений. Энкефалины, эндорфины — медиаторы нейронов, блокирующих болевую импульсацию (антиболевые реакции, повышение устойчивости к стрессу, сон). Они воздействуют на опиатные рецепторы (клетки лимбической системы, чёрной субстанции, ядер промежуточного мозга, голубого пятна спинного мозга).

Это вещества, состоящие из цепочек аминокислот. Первым из них было открыто вещество Р (*англ.* powder — порошок), выделенное из сухого порошка спинного мозга. Его введение в кровь в очень малых дозах вызывает расширение кровеносных сосудов и спазм кишечника.

Наиболее изученной группой пептидных медиаторов считаются **опиоидные пептиды**. Их название происходит от опиума — субстанции, выделенной из мака и обладающего анальгетическим и эйфорическим действием. Под влиянием опиума по мере увеличения дозы наблюдается обезбоживание, успокоение и засыпание. В 1803 г. было выделено основное действующее начало опиума, названное морфином. Показано, что обезболивающие эффекты морфина осуществляются через задние рога спинного мозга, через гипоталамус, где расположен центр положительных эмоций. Засыпание связано с общим торможением стволовых структур. Сверхбольшие дозы морфина могут вызвать остановку дыхания.

Синтез медиаторов-пептидов (в том числе опиоидных) протекает значительно сложнее по сравнению с синтезом медиаторов других групп. В ходе этого процесса рибосомы вначале строят белок-предшественник, а затем особые ферменты вырезают из него необходимые фрагменты, причём один белок может содержать внутри себя несколько медиаторов-пептидов.

Основной механизм действия опиоидов в ЦНС — пресинаптическое торможение выделения медиаторов.

Существуют **нейропептиды**, избирательно управляющие половым поведением, пищевой мотивацией, терморегуляцией. В целом соединения этой группы образуют сложную иерархическую систему, в которой одни нейропептиды активируют или подавляют высвобождение других нейропептидов. Последние способны воздействовать как на метаболизм нейронов, так и на функционирование «классических» медиаторных систем; при этом сфера влияний конкретного нейропептида часто ограничивается узким кругом эффектов, связанных, например, только с какой-либо одной биологически значимой потребностью или с определённым типом памяти.

Теоретический, номенклатурный и практический минимум

Знать

Представлять

Уметь

Примерные вопросы для повторения

Использованная и рекомендуемая литература

- Гистология, эмбриология, цитология : учебник // Ю. И. Афанасьев, Б. В. Алешин, Н. П. Барсуков [и др.] ; под ред. Ю. И. Афанасьева, Н. А. Юриной. — 7-е изд. , перераб. и доп. — Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2024. — 832 с. — ISBN 978-5-9704-8785-3.
- Николенко В. Н., Сперанский В. С. Анатомия человека с элементами гистологии учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Сестринское дело» // В. Н. Николенко, В. С. Сперанский. — Москва : Академия, 2008. — 460, [1] с. ил.; 22. — (Высшее профессиональное образование, Учебник); ISBN 978-5-7695-5306-6.
- Перцов С. С. и др. Нормальная физиология учебник, для студентов образовательных учреждений высшего профессионального образования, обучающихся по специальности 31.05.01 «Лечебное дело» // С. С. Перцов, В. П. Дегтярёв, Н. Д. Сорокина. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2025. — 496 с., цв. и чб. ил., табл. — ISBN 978-5-9704-8736-5.
- Привес М. Г. Анатомия человека. Учебник для использования в учебном процессе образовательных организаций, реализующих программы высшего образования по специальности 31.05.01 «Лечебное дело» по дисциплине «Анатомия человека» // М. Г. Привес (1904–2000), Н. К. Лысенков, В. И. Бушкович. — 14-е изд., испр. и доп. — Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2025. — 891 с. : ил., табл. : 25 см — (Учебник).; ISBN 978-5-9704-8769-3.
- Тонков В. Н. Учебник нормальной анатомии человека // В. Н. Тонков (1872–1954). — Изд. 7-е, перераб. и доп. — Москва : ООО «Медицинское информационное агентство», 2021. — 856 с. : ил. — (Сокровищница отечественной медицины).
- Синельников Р. Д., Синельников Я. Р., Синельников А. Я. Атлас анатомии человека. В 3-х тт. Т. 1. Остеология. Артрология. Миология. // Под общ. ред. А. Г. Цыбулькина. 8-е изд., перераб. — М.: «Новая волна», 2021. — 488 с. — ISBN 978-5-7864-0346-7, 978-5-7864-0352-8. (Переиздание: 2022—2024, либо другие издания)
- Синельников Р. Д., Синельников Я. Р., Синельников А. Я. Атлас анатомии человека. В 3-х тт. Т. 2. Спланхнология. Эндокринные железы. Кардиоангиология. Лимфоидная система. // Под общ. ред. А. Г. Цыбулькина. 8-е изд., перераб. — М.: «Новая волна», 2023. — 536 с. — 978-5-7864-0363-4. (либо другие издания)
- Синельников Р. Д., Синельников Я. Р., Синельников А. Я. Атлас анатомии человека. В 3-х тт. Т. 3. Неврология. Эстеziология. // Под общ. ред. А. Г. Цыбулькина. 8-е изд., перераб. — М.: «Новая волна», 2021. — 316 с. — ISBN 978-5-7864-0343-6, 978-5-7864-0354-2. (Переиздание: 2022—2024, либо другие издания)