

Лекция

Тема: Центральная нервная система

1. Общая характеристика нервной системы
2. Филогенез и онтогенез.
3. Спинной мозг.
4. Головной мозг.

1. Общая характеристика нервной системы

Нервная система — это наиболее сложная и совершенная система регуляции в организме позвоночных животных. Её главные функции включают: восприятие внешних и внутренних раздражителей, их анализ, координацию деятельности всех других систем (эндокринной, иммунной, опорно-двигательной) и формирование адекватного ответа — двигательного, секреторного или поведенческого.

С эволюционной точки зрения, нервная система прошла путь от крайне простых форм у примитивных многоклеточных организмов до высокоспециализированной структуры у млекопитающих. У низших животных (например, у кишечнополостных) существует диффузная нервная система — нервное сплетение без централизации. У более сложных организмов появляется **нервная трубка**, лежащая в основе центральной нервной системы (ЦНС). У позвоночных развивается чёткое разделение на **центральную** (головной и спинной мозг) и **периферическую** (черепные и спинномозговые нервы, ганглии) нервные системы, что обеспечивает высокую скорость передачи информации и точность регуляции.

Структурно-функциональные элементы:

1. **Рецептор:** Специализированная структура, воспринимающая стимул (свет, звук, давление и т.д.).
 2. **Афферентный (чувствительный) нейрон:** Передает возбуждение от рецептора в ЦНС.
 3. **Центральная нервная система (ЦНС - головной и спинной мозг):** Обрабатывает информацию. Здесь находятся **вставочные** нейроны, образующие сложные нейронные сети.
 4. **Эфферентный (двигательный) нейрон:** Передает "решение" из ЦНС на периферию.
 5. **Эффектор:** Исполнительный орган — **мышца** (сокращается) или **железа** (секретирует).
- Рефлекторная дуга** - основа нервной деятельности.

Рефлекторная дуга — это путь, по которому проходит нервный импульс от рецептора к эффектору.

Классификация отделов нервной системы

I. Анатомическая (топографическая) классификация:

1. Центральная нервная система (ЦНС): Головной и спинной мозг.
2. Периферическая нервная система (ПНС): Нервы (черепные и спинномозговые) и нервные ганглии.

II. Функциональная классификация (по направлению проведения импульса):

1. Афферентная (чувствительная) часть: Проводит импульсы в ЦНС.
2. Эфферентная (двигательная) часть: Проводит импульсы из ЦНС.

III. Функциональная классификация (по органам-мишениям):

1. **Соматическая нервная система:** Контролирует скелетную мускулатуру. Обеспечивает произвольные движения и восприятие внешних стимулов. Осознаваема и контролируема.

2. **Висцеральная (вегетативная, автономная) нервная система:** Контролирует гладкую мускулатуру внутренних органов, сосудов, сердце, железы. Обеспечивает гомеостаз. Действует в основном непроизвольно.

А) Симпатический отдел: Мобилизует энергию, готовит организм к стрессу, активности.

Б) Парасимпатический отдел: Способствует отдыху, восстановлению, усвоению питательных веществ.

2. Филогенез и онтогенез

Филогенез спинного мозга отражает эволюционное развитие центральной нервной системы у позвоночных животных — от простых форм у низших организмов к высокодифференцированной структуре у млекопитающих. **Спинной мозг** представляет собой каудальную часть **нервной трубы**, возникшей в ходе филогенеза как **центральный орган координации и интеграции сигналов** между периферическими рецепторами и эффекторами.

У **примитивных** многоклеточных организмов (например, у кишечнополостных) нервная система представлена **диффузной нервной сетью** без централизации. По мере усложнения организации тела у **хордовых** появляется **нервная трубка**, лежащая в основе ЦНС. У всех **позвоночных** животных **нервная трубка** дифференцируется на **головной** и **спинной мозг**, при этом **спинной мозг** остается наименее изменчивым отделом нервной системы в филогенетическом плане.

У **рыб** и **амфибий** спинной мозг имеет относительно простое строение: **серое вещество** образует единую непрерывную оболочку, а **белое вещество** — периферический слой. Сегментарность выражена слабо. У этих животных преобладают **рефлекторные дуги**, отвечающие за двигательную активность, в первую очередь за плавание.

С появлением наземных позвоночных (**рептилий, птиц, млекопитающих**) происходит усложнение двигательной активности и, соответственно, иннервации конечностей. Это приводит к значительным морфологическим и функциональным изменениям в структуре спинного мозга:

1. Появление и расширение сегментарных утолщений
В связи с развитием грудных и тазовых конечностей формируются **шейное** (*intumescensia cervicalis*) и **пояснично-крестцовое** (*intumescensia lumbosacralis*) утолщения спинного мозга. Эти участки содержат увеличенное количество моторных и сенсорных нейронов, необходимых для сложной координации движений конечностей, особенно у млекопитающих и птиц с развитой двигательной активностью и манипулятивными способностями.

2. Дифференцировка серого вещества на рога. У **низших** позвоночных **серое вещество** спинного мозга имеет сплошную структуру. У **высших** позвоночных оно дифференцируется на **дорсальные (чувствительные), вентральные (двигательные) и латеральные (вегетативные)** рога.

- **Дорсальные рога** получают афферентные импульсы от рецепторов кожи, мышц и внутренних органов.

- **Вентральные рога** содержат соматические моторные нейроны, иннервирующие скелетные мышцы.

- **Латеральные рога** появляются в грудных и поясничных сегментах (**симпатическая система**) и в крестцовых (**парасимпатическая система**) и содержат вегетативные нейроны.

3. Усложнение белого вещества. Эволюция сопровождается появлением всё большего числа проводящих путей — как **афферентных** (чувствительных), так и **эфферентных** (двигательных). У **млекопитающих** белое вещество спинного мозга значительно увеличено за счёт развития:

- **Пирамидных и экстрапирамидных** путей,
- **Спиномозжечковых**,
- **Спиноталамических** и других трактов, обеспечивающих высокую скорость передачи информации и интеграцию с вышестоящими отделами ЦНС (мозжечком, таламусом, корой больших полушарий).

4. Развитие рефлекторных механизмов. На ранних этапах эволюции **спинной мозг** выполнял преимущественно **рефлекторную функцию**. У **высших** животных сохраняются базовые спинномозговые рефлексы, но к ним добавляется сложная модуляция со стороны **головного мозга**. Это позволяет осуществлять не только простые защитные реакции, но и тонкую регуляцию позы, движения и взаимодействия с окружающей средой.

5. Топографические изменения: изменение положения спинного мозга относительно позвоночника во время роста зародыша. В ходе филогенеза, особенно у млекопитающих, наблюдается выраженное относительное укорочение спинного мозга по сравнению с позвоночным столбом. Это приводит к образованию **cauda equina** («конского хвоста») — пучка удлинённых корешков в каудальном отделе позвоночного канала. Такая особенность особенно ярко выражена у крупных млекопитающих (лошади, крупный рогатый скот), что обусловлено увеличением длины позвоночника в процессе адаптации к передвижению на четырех конечностях.

6. Консервативность базовой организации. Несмотря на усложнение, основной план строения **спинного мозга** сохраняется у всех позвоночных: **центральный канал, серое вещество** в виде **бабочки** или **буквы Н, три столба (канатика)** белого вещества (дорсальный, латеральный, вентральный). Это подтверждает общее происхождение нервной системы всех позвоночных и служит ярким примером эволюционной преемственности.

Таким образом, **филогенез** спинного мозга демонстрирует постепенное усложнение его структуры и функций в связи с адаптацией животных к наземной среде, развитием конечностей и необходимостью тонкой координации движений.

Филогенез головного мозга

Филогенез головного мозга отражает эволюционное усложнение центральной нервной системы у позвоночных животных — от примитивных форм у **рыб** до высокодифференцированной структуры у **млекопитающих**. В основе этого процесса лежит постепенное увеличение объёма и функциональной сложности **переднего мозга** (Prosencephalon), особенно его **конечной части** — (Telencephalon), что связано с развитием высших **когнитивных** функций, сложного **поведения, обучения и адаптации** к изменяющимся условиям среды.

1. Общая филогенетическая тенденция: от простого к сложному.

У всех позвоночных **головной мозг** развивается из передней части **нервной трубки** и изначально делится на три первичных мозговых пузыря:

- **Prosencephalon** (передний мозг),
- **Mesencephalon** (средний мозг),
- **Rhomboencephalon** (задний мозг).

В ходе эволюции **Prosencephalon** подвергается **наибольшему усложнению**, особенно у **млекопитающих**. У **рыб** и **амфибий** преобладают **обонятельные центры и мозжечок**, отвечающие за базовые функции: ориентацию в водной среде, плавание, простые рефлексы питания и размножения. У **рептилий** появляется зачаток **archipallium** — древней коры, связанной с **эмоциями** и простым **обучением**. У **птиц** наблюдается выраженный рост среднего мозга и мозжечка, что обусловлено развитием **зрения, координации полёта и пространственного поведения**, но **кора больших полушарий остаётся слабо дифференциированной**.

У **млекопитающих**, включая домашних животных, происходит резкое увеличение **конечного мозга** (**Telencephalon**) за счёт развития **neocortex** или **neopallium** — новой коры. Это сопровождается появлением **извилин** (гуги) и **борозд** (sulci), что позволяет компактно разместить огромное количество нейронов при ограниченном объёме черепной полости. Чем выше уровень организации вида, тем больше относительный объём **neocortex**.

2. Филогенетическое развитие отдельных отделов головного мозга.

а) Prosencephalon (передний мозг). Этот отдел делится на: **Конечный мозг (Telencephalon)** и **Промежуточный мозг (Diencephalon)**.

Конечный мозг — наиболее изменчивый в филогенезе.

У **рыб и амфибий** представлен преимущественно **paleopallium** (древняя кора или обонятельная кора) — центром обоняния.

У **рептилий** добавляется **гиппокамп**, участвующий в пространственной памяти и ориентации.

У **млекопитающих** доминирует **neocortex** или **neopallium**, отвечающий за соматосенсорную, двигательную, зрительную и слуховую интеграцию, а также за сложное поведение.

У **домашних животных** **neocortex** или **neopallium** уже имеет чёткую лобную, париетальную, височную и затылочную локализацию функций:

- **Лобная доля** — двигательная кора,
- **Париетальная** — тактильная и проприоцептивная чувствительность,
- **Височная** — слух и эмоции,
- **Затылочная** — зрение.

Промежуточный мозг (таламус, гипоталамус, эпиталамус) эволюционно более консервативен, но усложняется за счёт увеличения числа ядер **таламуса** — главного **распределительного центра** всех сенсорных систем (кроме обоняния). У **млекопитающих** таламус приобретает сложную организацию, что позволяет точно фильтровать и направлять сенсорную информацию в **кору**.

b) **Mesencephalon** (средний мозг)

Средний мозг является наиболее консервативным отделом по форме и функции. У всех **позвоночных** он содержит **крышу** (**tectum**) с **верхними** (зрительными) и **нижними** (слуховыми) **холмиками** — центрами зрительных и слуховых рефлексов.

У **рыб и амфибий** зрительные центры доминируют.

У **птиц** слуховые и зрительные холмики развиты одинаково сильно, что необходимо для ориентации в полёте.

У **млекопитающих** средний мозг остаётся важным **рефлекторным центром**, но большая часть **сенсорной** информации теперь направляется через **таламус** в **кору**, а не в крышу среднего мозга. Тем не менее, **красное ядро** и чёрное вещество приобретают **ключевое значение** в экстрапирамидной системе, регулируя мышечный тонус и плавность движений.

c) **Rhombencephalon** (задний мозг)

Включает **мост** (Pons) и **мозжечок** (Cerebellum) и **myelencephalon** (один из пяти **вторичных мозговых пузьрей**, образующихся на эмбриональной стадии. Из миэлэнцефалона развивается **продолговатый мозг** (medulla oblongata) взрослого).

Мозжечок демонстрирует яркую филогенетическую динамику:

У **рыб** он небольшой, отвечает за равновесие в воде.

У **рептилий** и **птиц** увеличивается за счёт развития **Neocerebellum** (это самый молодой в эволюционном плане и самый крупный отдел мозжечка, также известен как **латеральное полушарие мозжечка**) — отдела, координирующего движения конечностей и полёта.

У **млекопитающих** мозжечок достигает наибольшего развития, приобретает сложную бороздчатую структуру и делится на:

- **Archicerebellum** — это самый древний в эволюционном плане отдел мозжечка (вестибулярная функция),

- **Paleocerebellum** — это отдел мозжечка, который является эволюционно более новым, чем *Archicerebellum*, но более древним, чем *Neocerebellum* (проприоцепция) и

- **Neocerebellum** (планирование и коррекция движений).

Продолговатый мозг остаётся жизненно важным **центром регуляции** дыхания, кровообращения, глотания и защитных рефлексов (чихание, кашель). Структура его ядер эволюционно стабильна, но у **млекопитающих** усложняется за счёт тесной интеграции с **корой и мозжечком**.

3. Функциональные последствия филогенетического усложнения

У **низших позвоночных** поведение преимущественно **рефлекторное** и **инстинктивное**.

У **млекопитающих** появляется способность к **обучению, памяти, эмоциональным реакциям и социальному взаимодействию**, что связано с развитием **лимбической системы** (гиппокамп, миндалевидное тело, поясная извилина), включающей как **Archipallium** (это эволюционно древняя, исходная кора больших полушарий головного мозга), так и подкорковые структуры **Diencephalon** (это отдел головного мозга, расположенный между конечным мозгом (большими полушариями) и средним мозгом и ствола мозга).

Сенсорная интеграция у **высших животных** осуществляется не на уровне **мозговых ганглиев** или **среднего мозга**, а в **коре больших полушарий**, что позволяет формировать **единое восприятие среды** и **принимать адаптивные решения**.

Таким образом, филогенез головного мозга характеризуется **постепенным переходом от рефлекторного, сенсорно-моторного управления поведением к центральной интеграции** на уровне **коры**. Ключевыми эволюционными новшествами у **млекопитающих** являются:

- расширение **Neopallium**,
- дифференциация корковых областей,
- усложнение лимбической системы,
- развитие связей между корой, мозжечком и стволовыми структурами.

Эти изменения обеспечивают высокую степень адаптивности, поведенческой гибкости и способности к обучению.

Онтогенез спинного мозга

Онтогенез спинного мозга — это сложный и строго регулируемый процесс, начинающийся на ранних стадиях эмбриогенеза и завершающийся формированием функционально зрелого органа центральной нервной системы. **Развитие спинного мозга** тесно связано с эмбриональным происхождением всей центральной нервной системы из нервной трубки, которая формируется из эктодермы.

1. Исходный этап: формирование нервной трубки.

Развитие нервной системы начинается в стадии **эмбрионального диска**. Над хордой и мезодермой **эктодерма** утолщается, образуя **нервную пластинку**. По краям пластинки возникают **складки**, между которыми формируется **борозда**. По мере роста **мезодермы** складки приподнимаются, заворачиваются

внутрь и, в конечном счёте, смыкаются, превращая **борозду** в замкнутую **нервную трубку** — зачаток всего центрального отдела нервной системы.

Слияние складок начинается в области будущего затылка и распространяется в краиальном и каудальном направлениях. В результате остаются два открытых отверстия — **передний (rostral)** и **задний (caudal)** **нейропоры**, которые вскоре полностью закрываются: **передний** — раньше, **задний** — позже.

Из клеток краёв нейральных складок одновременно образуется **нервный гребень**, дающий начало периферическим ганглиям, глии, меланоцитам и другим вненервным структурам.

2. Дифференцировка стенки нервной трубы.

После замыкания **нервной** трубы её стенка дифференцируется на **три слоя**:

А) Эпендимный слой — внутренний, выстилающий центральный канал. Состоит из пролиферирующих нейроэпителиальных клеток, которые дают начало всем нейронам и глиальным клеткам. В зрелом мозге сохраняется как **эпендима**, выстилающая желудочковую систему и центральный канал.

Б) Мантийный слой — средний, формируется за счёт миграции нейробластов из **эпендимного** слоя. Этот слой становится **серым веществом** спинного мозга.

В) Маргинальный слой — наружный, содержит отростки нейронов (аксоны и дендриты). В дальнейшем «превращается» в **белое вещество**.

3. Формирование крыльной и базальной пластинок.

В ходе **онтогенеза** мантийный слой делится на **две функционально и морфологически разные области**:

- **Крыльная пластина** — расположена **дорсально**. Даёт начало **дорсальным рогам серого вещества** и содержит **афферентные (чувствительные) нейроны**, воспринимающие информацию от рецепторов кожи, мышц, внутренних органов.

- **Основная (базальная) пластина** — расположена **вентрально**. Формирует **вентральные рога** и содержит **эфферентные (двигательные) нейроны**, иннервирующие скелетные мышцы.

Уже на стадии **нервной трубы** между **крыльной** и **базальной (основной)** пластинками проходит **sulcus limitans** — **борозда**, разделяющая **сенсорную** и **моторную зоны**. Этот принцип организации сохраняется и у взрослых животных.

В **грудном и пояснично-крестцовом** отделах появляется **латеральная пластина** — производная основной пластиинки, дающая начало **боковым рогам**, содержащим вегетативные (автономные) нейроны **симпатической** и **парасимпатической** систем.

4. Формирование корешков и сегментарности.

Спинной мозг приобретает **сегментарную** организацию, соответствующую метамерии тулowiща. Каждый сегмент иннервирует определённый участок тела (дерматом, миотом, склеротом).

- **Задние (дорсальные) корешки** формируются из аксонов нейронов спинномозговых ганглиев, происходящих из **нервного гребня**. Эти нейроны передают афферентную информацию в серое вещество.

- **Передние (вентральные) корешки** возникают из аксонов моторных нейронов вентральных рогов, выходящих из мантийного слоя.

Слияние корешков за пределами мозга образует спинномозговые нервы, которые затем делятся на **дорсальные и вентральные ветви**.

5. Формирование центрального канала и оболочек

Центральный канал спинного мозга — это остаток полости **нервной трубки**. Он сохраняется на всём протяжении мозга, выстлан **эндодермой** и заполнен **спинномозговой жидкостью** (ликвором).

Параллельно с нервной тканью развиваются оболочки ЦНС:

- **Мягкая оболочка** (*pia mater*) и **паутинная оболочка** (*arachnoidea*) образуются из клеток **мезодермы и нервного гребня**,

- **Твёрдая оболочка** (*dura mater*) формируется из окружающей **мезодермы**.

Эти оболочки обеспечивают механическую защиту и создают **субарахноидальное пространство**, заполненное ликвором.

6. Особенности постнатального развития

Хотя основная масса нейронов формируется до рождения, постнатально продолжается:

- Миелинизация нервных волокон,

- Рост белого вещества,

- Относительное смещение конуса спинного мозга краиальнее по отношению к позвоночному столбу вследствие более интенсивного роста последнего. Это приводит к образованию **конского хвоста (cauda equina)** — пучка удлинённых корешков в каудальном отделе позвоночного канала.

Таким образом, **онтогенез спинного мозга** — это последовательный процесс, включающий закладку **нервной трубки**, дифференцировку её слоёв, формирование сегментарной структуры, корешков и проводящих путей.

Онтогенез головного мозга

Онтогенез головного мозга начинается на ранних стадиях эмбриогенеза и завершающийся формированием функционально дифференцированного органа центральной нервной системы. Развитие головного мозга происходит из **головной части нервной трубки**, которая возникает в результате смыкания **нервных складок**, образовавшихся из **эктодермы** над хордой и параксиальной мезодермой.

1. Формирование нервной трубки и первичных мозговых пузырей.

В начальной стадии эмбриогенеза утолщённая **эктодерма** образует **нервную пластинку**, которая вскоре трансформируется в **нервную трубку**. На следующем этапе передний (**ростральный**) отдел нервной трубки расширяется и дифференцируется в **три первичных мозговых пузыря**:

1. **Prosencephalon** (передний мозг),

2. **Mesencephalon** (средний мозг),

3. **Rhombencephalon** (задний мозг).

Эта **трёхпузырная стадия** — ключевой этап, отражающий филогенетически древнюю организацию головного мозга.

2. Формирование вторичных мозговых пузырей

На последующих этапах **передний мозг (prosencephalon)** делится на **два вторичных пузыря**:

- **Telencephalon** (конечный мозг) — зачаток больших полушарий,
- **Diencephalon** (промежуточный мозг) — зачаток таламуса, гипоталамуса и других подкорковых структур.

Одновременно **rhombencephalon** (задний мозг) делится на:

- **Metencephalon** (задний мозг) — будущий мост и мозжечок,
- **Myelencephalon** (продолговатый мозг) — зачаток продолговатого мозга.

Mesencephalon (средний мозг) остаётся неразделённым и сохраняет свою структуру на протяжении всего онтогенеза, что подчёркивает его эволюционную стабильность.

Таким образом, к концу эмбрионального периода формируются **пять основных отделов головного мозга**, соответствующих взрослой анатомии.

3. Изгибы головного мозга

В процессе роста мозга, ограниченного размерами черепной полости, формируются **три характерных изгиба**:

- **Каудальный изгиб** (между спинным и продолговатым мозгом),
- **Центральный изгиб** — в области ствола мозга,
- **Дорсальный изгиб** — в области мозжечка.

Эти изгибы позволяют компактно разместить мозг в черепной коробке и обеспечивают топографическую близость функционально связанных структур.

4. Дифференциация стенки нервной трубки

Как и в **спинном мозге**, стенка головного мозга дифференцируется на **три слоя**:

- **Эпендимный слой** — внутренний, выстилающий желудочки мозга,
- **Мантийный слой** — средний, дающий начало серому веществу,
- **Маргинальный слой** — наружный, формирующий белое вещество.

В головном мозге, особенно в **конечном мозге**, мантийный слой подвергается значительному расширению и сложной миграции нейробластов. Это приводит к формированию характерных структур:

- **Кора больших полушарий** — развивается из наружного слоя мантийного слоя,
- **Базальные ядра** — формируются из более глубоких участков мантийного слоя,
- **Гиппокамп и лимбическая система** — развиваются из медиальных отделов полушарий.

5. Развитие желудочковой системы

Полость нервной трубки сохраняется как **желудочковая система** головного мозга:

- **Боковые желудочки** — в конечном мозге,
- **Третий желудочек** — в промежуточном мозге,
- **Четвёртый желудочек** — в заднем мозге.

- **Водопровод мозга (aqueductus mesencephali)** — соединяет III и IV желудочки и расположен в среднем мозге.

Желудочки выстланы эпендимой и содержат **спинномозговую жидкость**, продуцируемую **сосудистыми сплетениями**, возникающими в результате инвагинации мягкой мозговой оболочки и сосудов в полость желудочков.

6. Формирование оболочек.

Параллельно с нервной тканью развиваются **оболочки**. Оболочки такие же как и в спинном мозге:

- **Мягкая оболочка (pia mater)** и **паутинная оболочка (arachnoidea)** формируются из клеток нейрального гребня и мезодермы,

- **Твёрдая оболочка (dura mater)** возникает из окружающей мезодермы.

Эти оболочки защищают головной мозг, формируют **субарахноидальное пространство**, заполненное ликвором, и участвуют в венозном оттоке через **синусы твёрдой мозговой оболочки**.

7. Особенности постнатального развития.

Хотя основные структуры головного мозга закладываются до рождения, постнатально продолжаются:

- **Миелинизация** проводящих путей — завершается в разные сроки у разных видов,

- **Рост коры и извилин** — особенно выраженный у крупных млекопитающих,

- **Созревание синаптических связей** — критически важный процесс для формирования поведения и обучения.

У домашних животных (собака, лошадь, КРС) **кора больших полушарий** уже имеет выраженные **извилины (gyri)** и **борозды (sulci)**, что отражает высокий уровень эволюционного развития.

Таким образом, **онтогенез головного мозга** — это последовательный процесс трансформации **переднего отдела нервной трубки** в сложный, функционально дифференцированный орган. Ключевые этапы включают: формирование **трёх**, а затем **пяти** мозговых пазух; возникновение изгибов; дифференцировку **серого и белого вещества**; развитие **желудочковой системы и оболочек**.

3. Спинной мозг

Спинной мозг (medulla spinalis) является каудальной частью центральной нервной системы и представляет собой удлинённый цилиндрический орган с лёгким дорсовентральным уплощением. Он расположен внутри позвоночного канала и соединяется с головным мозгом на уровне **затылочного отверстия**, где условная граница проводится между последней парой черепных нервов и первым спинномозговым нервом.

1. Общая форма и положение

Спинной мозг не равномерен по диаметру на всём протяжении. У домашних животных выделяют **два характерных утолщения**:

- **Intumescensia cervicalis** — **шейное утолщение**, соответствующее сегментам (у большинства хищных и копытных **C6–T2**). У приматов, грызунов

и некоторых других животных, активно манипулирующих передними лапами, оно смещено крациальному **C5-T1**, иннервирующими грудные конечности. Это связано с увеличенным количеством нейронов, необходимых для контроля сложных движений конечности.

- **Intumescentia lumbalis** — поясничное утолщение, соответствующее сегментам (собака, кошка **L4 – S3**, Лошадь **L4 – S2**, КРС **L5 – S2**) формирующее нервы тазовых конечностей.

Каудально от поясничного утолщения спинной мозг постепенно сужается и заканчивается **конусовидной структурой** — **conus medullaris**. От конуса отходит **соединительнотканная нить** — **filum terminale**, которая фиксирует конец спинного мозга к хвостовым позвонкам.

Из-за более интенсивного роста позвоночного столба по сравнению со **спинным мозгом** — сегменты мозга располагаются крациальнее одноимённых позвонков. Особенно это выражено в пояснично-хвостовом отделе: корешки каудальных сегментов тянутся в каудальном направлении, образуя характерный пучок — **cauda equina** («конский хвост»).

Спинной мозг делится на сегменты, соответствующие парам спинномозговых нервов: **cervicalis, thoracica, lumbalis, sacralis** и **coccygea**.

2. Внешнее строение

Спинной мозг имеет чёткую **симметрию** и делится на две половины дорсальной и вентральной срединными **бороздами**:

- **Sulcus medianus dorsalis** — мелкая дорсальная борозда на поверхности.
- **Fissura mediana ventralis** — глубокая вентральная щель, в которую проникает пучок соединительной ткани и вентральная спинномозговая артерия.

На латеральных поверхностях выделяют:

- **Sulcus dorsolateralis** — место входа **dorsal roots** (дорсальных корешков),
- **Sulcus ventrolateralis** — место выхода **ventral roots** (вентральных корешков).

Каждая пара **корешков** (дорсальный и вентральный) соединяется у межпозвоночного отверстия, образуя **spinal nerve** (спинномозговой нерв). Дорсальные корешки содержат **чувствительные** волокна и несут **спинномозговые ганглии** (*ganglia spinalia*), за исключением первого шейного нерва, у которого ганглий отсутствует илиrudimentарен.

3. Внутреннее строение

На поперечном срезе спинной мозг состоит из двух типов нервной ткани:

3.1. Серое вещество (*substantia grisea*)

Расположено центрально и имеет характерную форму, напоминающую букву «Н» или **бабочку**. Серое вещество образовано телами нейронов. Оно делится на:

- **Cornu dorsale** (дорсальный рог) — содержит **афферентные (чувствительные)** нейроны, воспринимающие информацию от кожи, мышц, суставов и внутренних органов.
- **Cornu ventrale** (вентральный рог) — содержит **эфферентные (двигательные)** нейроны, иннервирующие скелетные мышцы.
- **Cornu laterale** (латеральный рог) — присутствует в **грудных, поясничных и крестцовых сегментах** и содержит **вегетативные (автономные)** нейроны:
 - в **T1–L3** — симпатические нейроны,

- в S2–S4 — парасимпатические.

Серое вещество также содержит вставочные нейроны, участвующие в формировании спинномозговых рефлекторных дуг.

3.2. **Белое вещество** (*substantia alba*)

Окружает **серое вещество** и состоит из **миелинизированных** нервных волокон, образующих **проводящие пути или тракты** (tracts). **Белое вещество** делится на **три столба или канатика** (*funiculi*):

- **Funiculus dorsalis** (дорсальный канатик) — расположен между дорсальной срединной бороздой и местом входа дорсальных корешков. Содержит преимущественно **восходящие чувствительные пути**:

- **Fasciculus gracilis** (*Goll*) (Тонкий пучок (Голля)) — от нижней части тела и тазовых конечностей,

- **Fasciculus cuneatus** (*Burdach*) (Клинописный пучок (Бурдаха)) — от верхней части тела и грудных конечностей.

- **Funiculus lateralis** (латеральный канатик) — между дорсальными и вентральными корешками. Содержит как **восходящие**, так и **нисходящие** волокна:

- **Lateral corticospinal tract** (Латеральный корково-спинномозговой тракт) — нисходящий двигательный путь. Его основная функция — **управление произвольными, точными и дифференцированными движениями**, в первую очередь дистальных отделов конечностей (пальцев, копыт). У домашних животных, особенно у плотоядных (собака, кошка), этот тракт хорошо развит и играет ключевую роль в выполнении сложных моторных актов.

- **Spinothalamic tract** (Спиноталамический тракт) — восходящий болевой и температурный путь. Этот путь обеспечивает **быстрое «оповещение» ЦНС** о потенциально опасных раздражителях, что лежит в основе защитных рефлексов и формирования болевого ощущения.

- **Spinocerebellar tracts** (Спинномозжечковый тракт) — проприоцептивные пути к мозжечку. Обеспечивают **бессознательную проприоцепцию**, необходимую для **координации движений, поддержания мышечного тонуса и равновесия**.

- **Funiculus ventralis** (вентральный канатик) — между передними корешками и вентральной срединной щелью. Содержит:

- **Ventral corticospinal tract** (Вентральный корково-спинномозговой тракт), **нисходящий двигательный** путь. Он участвует в управлении движениями осевой мускулатуры — мышц шеи, туловища и проксимальных отделов конечностей.

- **Vestibulospinal tract** (Вестибуло-спинномозговой тракт), **нисходящий двигательный** путь. Основная функция — поддержание равновесия и мышечного тонуса в ответ на сигналы от вестибулярного аппарата при изменениях положения головы и тела в пространстве.

- **Reticulospinal tract** (Ретикулоспинальный тракт), **нисходящий двигательный** путь, регулирующий тонус и позу.

Между двумя половинами мозга, центрально от серого вещества, проходит **commissura alba** — миelinизированные волокна, соединяющие левую и правую стороны.

В центре спинного мозга проходит **canalis centralis** — центральный канал, выстланный эпендимой и заполненный спинномозговой жидкостью (**liquor cerebrospinalis**). Он является продолжением желудочковой системы головного мозга.

Оболочки мозга

Спинной мозг покрыт тремя оболочками:

1. **Pia mater** — мягкая оболочка, сосудистая оболочка, плотно прилегает к поверхности мозга, проникает в борозды. Утолщается по бокам, образуя **ligamentum denticulatum** (Зубчатую связку), фиксирующую мозг в позвоночном канале.

2. **Arachnoidea** — паутинная оболочка, отделена от **pia mater** **субарахноидальным пространством**, заполненным ликвором. Между паутинной и твёрдой оболочками имеется **субдуральное пространство**.

3. **Dura mater** — твёрдая оболочка, наружная фиброзная оболочка, отделена от костной стенки позвоночного канала **эпидуральным пространством**, содержащим жировую клетчатку и венозное сплетение.

Кровоснабжение

Спинной мозг получает кровь от трёх продольных артерий:

- 1) **A. spinalis ventralis** — крупнейшая, проходит по центральной срединной щели.
- 2) **Aa. spinale dorsolaterales** — парные, лежат рядом с входом задних корешков.

Эти артерии формируются из сегментарных ветвей:

- **вертебральных** (в шее),
- **межрёберных** (в груди),
- **поясничных и крестцовых** артерий.

Артерии образуют поверхностное сплетение, от которого отходят сосуды в толщу мозга.

Рефлекторная функция

Спинной мозг выполняет важную **рефлекторную функцию**. Наиболее значимые рефлексы:

- **Миотатический (мышечный) рефлекс** — обеспечивает тонус мышц.
- **Отдергивающий рефлекс** — защищает от болевых раздражений.
- **Кожно-туловищный рефлекс** — вызывает подёргивание кожи при раздражении.

Таким образом, **спинной мозг** у домашних животных — это морфологически и функционально сложный орган, выполняющий **проводниковую, рефлекторную и интегративную** функции. Его чёткая сегментарная организация, дифференциация серого и белого вещества, а также наличие защитных оболочек и эффективного кровоснабжения обеспечивают надёжную работу как автономной структуры и как части единой центральной нервной системы. Понимание анатомии спинного мозга имеет ключевое

значение для ветеринарной неврологии, анестезиологии (эпидуральная блокада) и хирургии.

4. Головной мозг

Головной мозг (encephalon) представляет собой высший отдел центральной нервной системы, расположенный в полости черепа и отвечающий за интеграцию, регуляцию и координацию всех функций организма. Головной мозг подразделяется на **пять основных отделов**:

1. Конечный мозг (**Cerebrum**), произошел из: **Telencephalon**
2. Промежуточный мозг (**Diencephalon**), произошел из: **Diencephalon**
3. Средний мозг (**Mesencephalon**), произошел из: **Mesencephalon**
4. Задний мозг (**Metencephalon**), произошел из: **Rhombencephalon**
дифинитивные структуры: Мост (Pons) и Мозжечок (Cerebellum)
5. Продолговатый мозг (**Medulla oblongata**), произошел из: **Myelencephalon**
(который, в свою очередь, тоже произошел из **Rhombencephalon**)

Дополнительно головной мозг может быть разделён анатомически на **cerebrum** (большой мозг), **cerebellum** (мозжечок) и **brainstem** (ствол мозга), в состав которого входят **mesencephalon**, **pons** (мост) и **medulla oblongata** (продолговатый мозг).

Cerebrum (конечный мозг)

Структура и состав

Telencephalon состоит из **парных больших полушарий**, разделённых **sulcus medianus longitudinalis** (продольной щелью), в которой у некоторых видов (например, у собаки и лошади) располагается **falx cerebri** — вырост твёрдой мозговой оболочки. Внутри полушарий находятся **боковые желудочки**, выстланные **эндомимой** и содержащие **спинномозговую жидкость**.

Поверхность полушарий у домашних животных покрыта **извилинами (gyri cerebri)** и **бороздами (sulci cerebri)**. У крупных млекопитающих (лошадь, крупный рогатый скот, собака) кора сильно извилистая; у мелких животных (кошка, мелкие жвачные) — менее выражена. Наиболее постоянные ориентиры:

- **Sulcus cruciatus** (Крестовидная борозда) — поперечная борозда, отделяющая лобную долю.

- **Sulcus rhinalis** (Обонятельная борозда) — разделяет новую кору (**Neopallium**) и обонятельный мозг.

- **Sulcus pseudosylvius** (Псевдосильвиева борозда) — содержит среднюю мозговую артерию.

Кора (pallium)

Кора делится на **три эволюционных отдела**:

- **вентральный** - **Палеопаллиум** (старая кора) (**Paleopallium**) это **древняя обонятельная кора**, которая является эволюционно самой старой частью коры

больших полушарий и отвечает преимущественно за обработку обонятельной информации.

- медиальный - **Архипаллиум** (древняя кора) (Archipallium) это эволюционно **самая древняя часть коры** головного мозга, представленная у человека гиппокампом и связанная с формированием памяти и эмоциональными процессами.
- дорсолатеральный - **Неопаллиум** (новая кора) (Neopallium) — доминирующий отдел у млекопитающих; содержит **соматосенсорную, двигательную, зрительную и слуховую** кору. Это эволюционно самая молодая часть коры головного мозга, отвечающая за высшие психические функции человека — мышление, речь, сознание.

Базальные ядра (corpus striatum)

В **белом веществе** полушарий расположены скопления **серого вещества**:

- **Nucleus caudatus** (Хвостатое ядро) — участвует в регуляции движений,
- **Putamen** (Скорлупа) и **globus pallidus** (Бледный шар) — компоненты системы базальных ганглиев,
- **Clastrum** (Ограда) — тонкая пластина серого вещества между putamen и neopallium,
- **Corpus amygdaloideum** (Миндалевидное тело) — часть лимбической системы, связана с эмоциями.

Белое вещество представлено:

- **Проекционными волокнами** (через внутреннюю капсулу),
- **Ассоциативными волокнами** (внутри полушария),
- **Комиссуральными волокнами** (между полушариями).

Diencephalon (промежуточный мозг)

Расположен вентрально, под **конечным мозгом**, и образует дно и стенки **третьего желудочка**.

Основные компоненты:

- **Thalamus** — крупнейший отдел, служит **главным передающим центром** для всех сенсорных путей (кроме обоняния). Состоит из множества ядер (вентральные, дорсальные, медиальные), соединённых с корой и стволом мозга.
- **Hypothalamus** — регулирует вегетативные функции, терморегуляцию, пищевое и питьевое поведение, эмоции и управляет гипофизом. Содержит **tuber cinereum** (Серый бугор) и **corpus mamillare** (Сосцевидное тело).
- **Epithalamus** — включает **эпифиз (шишковидное тело)**, секретирующий мелатонин и регулирующий суточные и сезонные ритмы, а также **habenular nuclei** (Ядра поводка), участвующие в обонятельных и эмоциональных реакциях.
- **Metathalamus** — содержит **corpus geniculatum mediale** (медиальное коленчатое тело (слуховое)) и **laterale** (латеральное коленчатое тело (зрительное)).

Таламусы обоих сторон соединены **adhesio interthalasica** (Межталамическое сращение).

Mesencephalon (средний мозг)

Является наиболее консервативным отделом ствола мозга. Содержит **водопровод мозга (aqueductus mesencephali)**, соединяющий III и IV желудочки.

Структуры:

- **Tectum mesencephali** (крыша) — включает:
 - **Colliculi rostrales** (Ростральные холмы) — центры зрительных рефлексов,
 - **Colliculi caudales** (Каудальные холмы) — центры слуховых рефлексов.
- **Tegmentum mesencephali** (Покрышка среднего мозга) — содержит:
 - **Nucleus ruber** (Красное ядро) — участвует в регуляции мышечного тонуса и координации движений,
 - **Substantia nigra** (Чёрная субстанция) — ключевой компонент экстрапирамидной системы, регулирует движения,
 - Ядра III (Глазодвигательный) и IV (Блоковый) черепных нервов.
- **Crura cerebri** (ножки мозга) — содержат **корково-спинномозговые** и другие нисходящие пути.

Metencephalon Задний мозг

Задний мозг включает в себя **мост** и **мозжечок**.

Pons (мост)

- Состоит из **центральной части** (поперечные волокна, идущие к мозжечку через **middle cerebellar peduncles** (Средние ножки мозжечка)) и **дорсальной части — tegmentum pontis** (Покрышка моста).
- Содержит ядра **V, VI, VII** и **VIII** пар мозговых нервов.
- Участвует в дыхательной регуляции и проводит пути между корой и спинным мозгом.

Cerebellum (мозжечок)

- Расположен над IV желудочком и отделён от полушарий **tentorium cerebelli** (Намёт мозжечка).
- Состоит из **vermis** (срединная часть *или* червь мозжечка) и **hemispheria cerebelli** (боковые полушария).
- Поверхность покрыта **folia** — мелкими извилинами, образующими **lobuli** (дольки) и **lobes** (доли):
 - **Archicerebellum** (Древний мозжечок) — регулирует равновесие,
 - **Paleocerebellum** (Старый мозжечок) — координирует проприоцепцию, тонус и позу.
 - **Neocerebellum** (Новый мозжечок) — участвует в тонкой координации.
- Внутри — **arbor vitae** («древо жизни») — белое вещество с радиальной организацией, и **ядра мозжечка**:
 - **Ядро шатра (nucleus fastigii)** → **вестибулярные функции**
 - **Промежуточные ядра (nucleus interpositus)** → **спинальные функции**
 - **Зубчатое ядро (nucleus dentatus)** → **корковые функции**

- Соединён со **стволом** тремя **ножками**:

- **Pedunculi cerebellares caudales** (Каудальные мозжечковые ножки) — в основном афферентные (от спинного мозга и вестибулярных ядер).
- **Medii** (Средние мозжечковые ножки) — от моста.
- **Rostrales** (Передние мозжечковые ножки) — в основном эfferентные (к красному ядру и таламусу).

Medulla oblongata (продолговатый мозг)

Является продолжением спинного мозга, переходит в **pons** (мост) крациальнно.

Внешнее строение:

- **Pyramides** (Пирамиды) — на вентральной поверхности, содержат корково-спинномозговые волокна; в каудальной части происходит **decussatio pyramidum** (перекрёст нисходящих путей).
- **Olivary eminence** (Олива) — выступ, соответствующий **nucleus olivaris** (Оливное ядро), участвующему в моторной координации.
- Из боковой поверхности выходят черепные нервы: **IX, X, XI, XII**.

Внутреннее строение:

- Серое вещество организовано в **ядра черепных нервов** (VI–XII),
- **Ядра дыхательного и сосудодвигательного центров**, расположенные в ретикулярной формации,
- **Nucleus gracilis** (Ядро тонкого пучка) и **nucleus cuneatus** (Ядро клиновидного пучка) — «переключательные» станции проприоцептивных путей.

Желудочковая система и оболочки

Желудочки:

- **Боковые желудочки** — в telencephalon,
- **III желудочек** — в diencephalon,
- **IV желудочек** — в rhombencephalon,
- **Водопровод** — в mesencephalon,

Все сообщаются между собой и с **центральным каналом** спинного мозга.

Оболочки (Meninges):

- **Dura mater** — наружная, фиброзная; образует складки: **серп большого мозга** (*falx cerebri*) и **намет мозжечка** (*tentorium cerebelli*). Содержит **венозные синусы**.
- **Arachnoidea mater** — средняя, формирует **субарахноидальное пространство** с ликвором,
- **Pia mater** — внутренняя, плотно прилегает к мозгу, проникает в борозды, участвует в образовании **сосудистых сплетений**.

Кровоснабжение

Артериальное: Осуществляется **внутренними позвоночными** артериями, которые образуют на основании мозга **Артериальный круг большого мозга** (*circulus arteriosus cerebri*). Это

обеспечивает коллатеральное кровообращение. Основные артерии: **передняя, средняя, задняя мозговые**.

Венозный отток: В венозные синусы твердой оболочки (верхний сагittalный, пещеристый и др.), затем в **внутренние яремные вены**.

Гематоэнцефалический барьер: Защитный механизм, избирательно пропускающий вещества из крови в мозг. Образуется эндотелием капилляров, базальной мембраной и отростками астроцитов.