

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ВИТЕБСКАЯ ОРДЕНА «ЗНАК ПОЧЕТА» ГОСУДАРСТВЕННАЯ
АКАДЕМИЯ ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ»

И. В. Клименкова, Н. О. Лазовская, Н. В. Спиридонова

**ГИСТОЛОГИЯ С ОСНОВАМИ ЭМБРИОЛОГИИ.
ИНТЕГРАТИВНЫЕ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗМА**

Методические указания
для студентов факультета ветеринарной медицины
по специальности «Ветеринарная медицина»

Витебск
ВГАВМ
2026

УДК 636:611.018

ББК 46-26

К49

Рекомендовано к изданию методической комиссией факультета ветеринарной медицины УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины» от 28 ноября 2025 г. (протокол № 1)

Авторы:

кандидат ветеринарных наук, доцент *И. В. Клименкова*;
кандидат ветеринарных наук, доцент *Н. О. Лазовская*;
кандидат ветеринарных наук, доцент *Н. В. Спиридонова*

Рецензенты:

кандидат ветеринарных наук, доцент *Е. Н. Кудрявцева*;
кандидат ветеринарных наук, доцент *А. В. Минич*

Клименкова, И. В.

К49 Гистология с основами эмбриологии. Интегративные системы организма : метод. указания для студентов факультета ветеринарной медицины по специальности «Ветеринарная медицина» / И. В. Клименкова, Н. О. Лазовская, Н. В. Спиридонова. – Витебск : ВГАВМ, 2026. – 28 с. – ISBN 978-985-591-276-8.

Методические указания подготовлены в соответствии с программой по дисциплине «Гистология с основами эмбриологии» для студентов высших с.-х. учебных заведений, обеспечивающих специальность 7-07-0841-01 «Ветеринарная медицина». Содержит общие методические указания и основные аспекты конкретных тем по изучению дисциплины, вопросы для самоконтроля, иллюстрации, характеристику демонстрационных препаратов.

УДК 636:611.018

ББК 46-26

ISBN 978-985-591-276-8

© УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», 2026

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Эндокринная система	5
1.1. Общая характеристика эндокринной системы	5
1.2. Центральные органы эндокринной системы	6
Гипоталамус	6
Гипофиз	6
Эпифиз (шишковидная железа)	8
1.3. Периферические органы эндокринной системы	10
Щитовидная железа	10
Паращитовидная (околощитовидная) железа	12
Надпочечники	13
2. Нервная система	15
2.1. Общая характеристика нервной системы	15
2.2. Микроморфологическое строение органов нервной системы	16
Спинной мозг	16
Спинальный ганглий	19
Кора полушарий большого мозга	20
Мозжечок	22
Список использованной литературы	26

Введение

Организм животных и человека представляет собой сложную биологическую систему с многочисленными корреляционными связями органов и тканей. Для поддержания гомеостаза и регуляции этой системы в границах физиологической нормы существует нервная и эндокринная системы. Координация и регуляция жизнедеятельности некоторых органов осуществляется в первую очередь нервной системой. Однако значительную роль в этом играет эндокринная система и кровь, выполняющие химическую взаимосвязь между органами.

Несмотря на общий регуляторный контроль всех обменных функций в организме механизмы воздействия на структуры различны. Так нервная система осуществляет объединение всех органов и систем органов в единое целое путем проведения нервных импульсов и формирования ответных реакций. Эндокринная система эту же функцию выполняет путем выработки в кровь гормонов, которые точно воздействуют на клетки- или органы-мишени.

Для выполнения своих функций нервная и эндокринная системы тесно взаимодействуют между собой. Они формируют единую нейрогуморальную (нейроэндокринную) систему. Нервные импульсы и гормональные сигналы призваны выполнять регуляцию метаболизма и поддержания гомеостаза (артериальное давление, рН, водный и электролитный баланс, температура и т. д.), обеспечивают оптимальный уровень физиологических ростовых процессов, созревание организма, репродуктивные функции, а также внутривидовые взаимодействия.

В предлагаемых методических указаниях рассмотрены: общая характеристика нервной и эндокринной систем, микроморфологическое строение органов этих систем, представлены микрофото гистологических препаратов с подробным их описанием.

ЭНДОКРИННАЯ СИСТЕМА

1.1. Общая характеристика эндокринной системы

Эндокринная система (греч. *endon* – внутри, *krino* – отделяю) представляет собой совокупность эндокринных желез (железы внутренней секреции) и групп эндокринных клеток, расположенных в органах и тканях по всему организму, которые вырабатывают высокоактивные биологические вещества – **гормоны** (от греч. *hormon* – привожу в движение), поступающие непосредственно в кровь, а далее ко всем органам и тканям. Они могут как стимулировать, так и ингибировать различные функции организма, например, обмен веществ и энергии, рост и развитие, репродуктивные функции и др.

Большинство гормонов оказывают свое действие на расстоянии от того места, где они были выделены. Именно поэтому эндокринные железы очень богаты кровеносными капиллярами.

Ткани и органы, на которые влияют гормоны, называются **тканями-мишенями или органами-мишенями**. Они способны соответственно реагировать на воздействие гормонов за счет наличия на поверхности клеток специфических рецепторов, которые распознают и реагируют на гормоны. Именно благодаря этому гормоны могут циркулировать в крови, не воздействуя на другие клетки организма.

Назначение эндокринной системы:

1. Обеспечение регуляции всех жизненно важных процессов в организме: рост, размножение, обмен веществ, гомеостаз.

2. Интегрирующая функция – система объединяет органы и ткани в единый организм, а также интегрирует организм во внешнюю среду.

Эти функции эндокринная система выполняет в тесном взаимодействии с другими системами: нервной, иммунной и сердечно-сосудистой.

Органы эндокринной системы вырабатывают различные биологически активные вещества – гормоны. После образования гормоны сразу поступают в кровь, а далее ко всем органам и тканям.

Состав эндокринной системы:

1. Гипоталамус – участок промежуточного мозга, который связывает нервную систему с эндокринной.

2. Чисто эндокринные железы (гипофиз, эпифиз, щитовидная и паращитовидная железы, группа надпочечников).

3. Эндокринные отделы смешанных желез (поджелудочная железа, семенники, яичники).

4. Эндокринные клеточные комплексы неэндокринных органов (почка, тимус, селезенка, плацента).

5. Клетки диффузной эндокринной системы (ДЭС) – одиночные эндокриноциты органов дыхания, желудочно-кишечного тракта.

Особенности строения эндокринных желез:

1. Все эндокринные железы вырабатывают гормоны, которые оказывают ярко выраженные эффекты в малых количествах.

2. В эндокринных железах отсутствуют выводные протоки, поэтому гормоны поступают сразу в кровь (в связи с этим их называют железами внутренней секреции).

3. Эндокринные железы обильно кровоснабжаются.

4. В железах внутренней секреции капилляры с фенестрированным (пористым) эндотелием (для облегчения выхода гормонов в кровь).

5. Строма в эндокринных железах развита слабо, а паренхима чаще образована эпителиальной или нервной тканями.

По функциональной значимости эндокринные железы делятся:

1. Центральные органы (гипоталамус, гипофиз, эпифиз).

2. Периферические органы (щитовидная и паращитовидная железы, группа надпочечников).

1.2. Центральные органы эндокринной системы

ГИПОТАЛАМУС

Гипоталамус является высшим эндокринным центром. Регулирует функцию многих эндокринных желез. Занимает базальную часть промежуточного мозга, образует стенку и дно третьего мозгового желудочка. Гипоталамус имеет связи со всеми отделами мозга.

Нейроциты серого вещества гипоталамуса формируют 32 пары ядер (скопления секреторных нейронов). Нейросекреторные клетки этих ядер вырабатывают **нейрогормоны**, которые характеризуются дистантным и более продолжительным действием:

1. Нейроциты супраоптических и паравентрикулярных ядер гипоталамуса образуют нейрогормоны окситоцин и вазопрессин, которые по аксонам поступают и накапливаются в задней доле гипофиза.

2. Нейросекреторные клетки других ядер гипоталамуса вырабатывают специальные гипофизотропные нейрогормоны – либерины и статины, которые регулируют работу аденогипофиза, а через него работу остальных желез эндокринной системы. Либерины усиливают секрецию гормонов аденогипофиза, статины тормозят ее.

ГИПОФИЗ

Гипофиз лежит в ямке турецкого седла клиновидной кости и ножкой связан с гипоталамусом, функционируя под его влиянием. В связи с этим формируется единая гипоталамо-гипофизарная система. Гипофиз вырабатывает гормоны, которые регулируют функцию многих желез внутренней секреции, и осуществляет их связь с центральной нервной системой.

Развитие гипофиза происходит из двух зачатков: эпителиального и мозгового, или нервного.

Эпителиальный зачаток представляет собой выпячивание стенки передней кишки в виде глоточного кармана. Из него образуется аденогипофиз, который состоит из клеток эпителия – аденоцитов.

Аденогипофиз включает три доли (зоны).

1. Передняя доля (зона) состоит из переплетающихся тяжелой эпителиальных клеток, отделенных друг от друга очень тонкими прослойками соединительной ткани с кровеносными сосудами. Она содержит хромофобные и хромофильные аденоциты.

Хромофобные аденоциты (60% клеток) – имеют светлую, плохо прокрашенную цитоплазму и являются камбиальными клетками, способными в последующем дифференцироваться в хромофильные аденоциты.

Хромофильные аденоциты подразделяются:

а) оксифильные аденоциты (30% клеток) – их цитоплазма окрашивается кислыми красителями в красный цвет. Они вырабатывают гормоны:

- соматотропный гормон – стимулирует деление клеток в организме и его ростовые процессы;

- лактоотропный гормон – активизирует рост молочной железы и секрецию молока;

б) базофильные аденоциты (10% клеток). Их цитоплазма окрашивается основными красителями в синий цвет. Они вырабатывают гормоны, которые влияют на функции других эндокринных органов:

- тиреотропный гормон – стимулирует выработку щитовидной железой тиреоидных гормонов;

- адrenокортикотропный гормон – активизирует секрецию гормонов пучковой и сетчатой зон коры надпочечника;

- лютеотропный гормон – у самок стимулирует развитие желтого тела и секрецию гормона прогестерона, у самцов – выработку тестостерона в семенниках.

- фолликулостимулирующий гормон – активизирует процессы овогенеза у самок и сперматогенеза у самцов.

2. Промежуточная доля (зона) состоит из мелких базофильно окрашенных клеток, которые располагаются вокруг нейрогипофиза, формируя поясok. Клетки этой доли синтезируют:

- меланотропный гормон, влияющий на пигментный обмен, например, меланина;

- липотропный гормон, регулирующий обмен жиров.

3. Туберальная доля (зона) – слабо изучена.

Нервный зачаток представляет собой выпячивание дна третьего мозгового желудочка промежуточного мозга. Из него образуется нейрогипофиз (задняя доля гипофиза).

Нейрогипофиз содержит аксоны нейросекреторных клеток, тела которых лежат в супраоптическом и паравентрикулярном ядрах гипоталамуса. По аксонам этих клеток в заднюю долю гипофиза стекают гормоны: окситоцин (активизирует сокращения миоцитов матки и молочной железы) и вазопрессин (повышает артериальное давление). Здесь же залегают видоизмененные клетки эпендимоглии – питуициты, которые поддерживают аксоны нейросекреторных клеток.

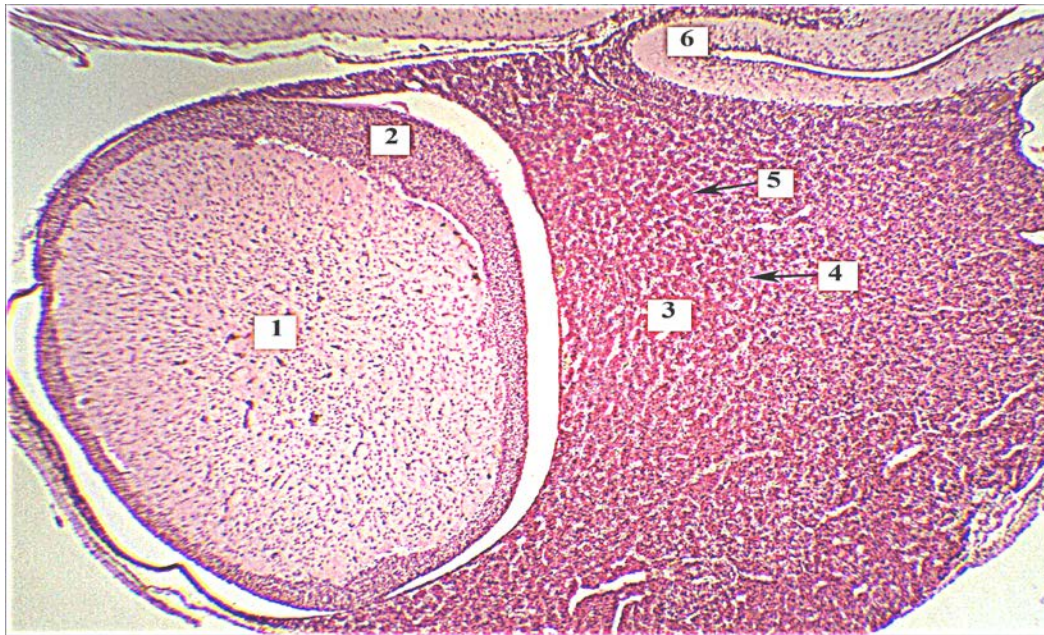


Рисунок 1 – Микрофото гипофиза.

Окраска гематоксилин-эозином (малое увеличение)

1. Нейрогипофиз. 2. Промежуточная доля аденогипофиза. 3. Передняя доля аденогипофиза. 4. Хромофобные аденоциты. 5. Хромофильные аденоциты. 6. Ножка гипоталамуса

На рисунке 1 продемонстрирован гистопрепарат гипофиз. При малом увеличении микроскопа видно, что гипофиз состоит из наиболее объемной передней доли (аденогипофиз) (2, 3) и нейроглиальной задней доли (нейрогипофиз) (1). В аденогипофизе четко дифференцируются три части: передняя (3), промежуточная (2) и туберальная. Передняя и промежуточная части разделены щелью. Передняя доля состоит из переплетающихся тяжей эпителиальных клеток, отделенных друг от друга очень тонкими прослойками соединительной ткани с кровеносными сосудами. Промежуточная зона узким пояском охватывает заднюю зону органа и окрашивается в синий цвет. Туберальная часть является продолжением передней зоны и располагается вдоль ножки гипофиза.

Задняя зона гипофиза (нейрогипофиз) (1) относительно однородно окрашена в розовый цвет. На препарате представляет собой волокнистую массу, в которой видны редко расположенные ядра нейроглиальных клеток. В тонких прослойках соединительной ткани проходят кровеносные сосуды.

Контрольные вопросы.

1. Общая характеристика и классификация эндокринных желез.
2. Клеточный состав передней доли гипофиза.
3. Морфофункциональная характеристика нейрогипофиза.

ЭПИФИЗ (ШИШКОВИДНАЯ ЖЕЛЕЗА)

Эпифиз расположен между полушариями большого мозга и мозжечком. В закладке железы принимает участие:

1. Невральная эктодерма, которая дает начало клеткам двух типов паренхимы: секреторным – пинеалócитам и нейроглиальным – глиоцитам.
2. Мезенхима, из которой развивается строма органа.

Гистологически в железе различают паренхиму и соединительнотканную строму.

Эпифиз окружен мягкой мозговой оболочкой, к которой непосредственно прилежит. Мягкая мозговая оболочка формирует капсулу. Капсула и отходящие от нее трабекулы содержат трабекулярные сосуды и постганглионарные синаптические волокна. Капсула и прослойки построены из рыхлой соединительной ткани, формируя стромальные структуры органа.

Паренхима эпифиза состоит из клеток двух типов:

1. Пинеалциты – характеризуются складчатым ядром, в котором хорошо выражены ядрышки, и многочисленными длинными отростками. Отростки пинеалцитов заканчиваются расширениями вблизи или на капиллярах и рассредоточены среди клеток эндимы. В цитоплазме этих булавовидных расширений находятся осмиофильные гранулы, вакуоли и митохондрии. Среди пинеалцитов различают светлые клетки, характеризующиеся светлой гомогенной цитоплазмой, и темные – меньше по размеру с ацидофильными (а иногда базофильными) включениями в цитоплазме.

Пинеалциты секретируют серотонин и мелатонин. Секреторная активность клеток эпифиза находится в зависимости от светового фактора на организм.

Кроме того, серотонин и мелатонин регулируют функционирование органов размножения.

2. Глиоциты – расположены между секреторными клетками и фенестрированными капиллярами, которые преобладают на периферии долек. Их отростки направляются к междольковым соединительнотканным перегородкам, образуя своего рода краевую кайму дольки.

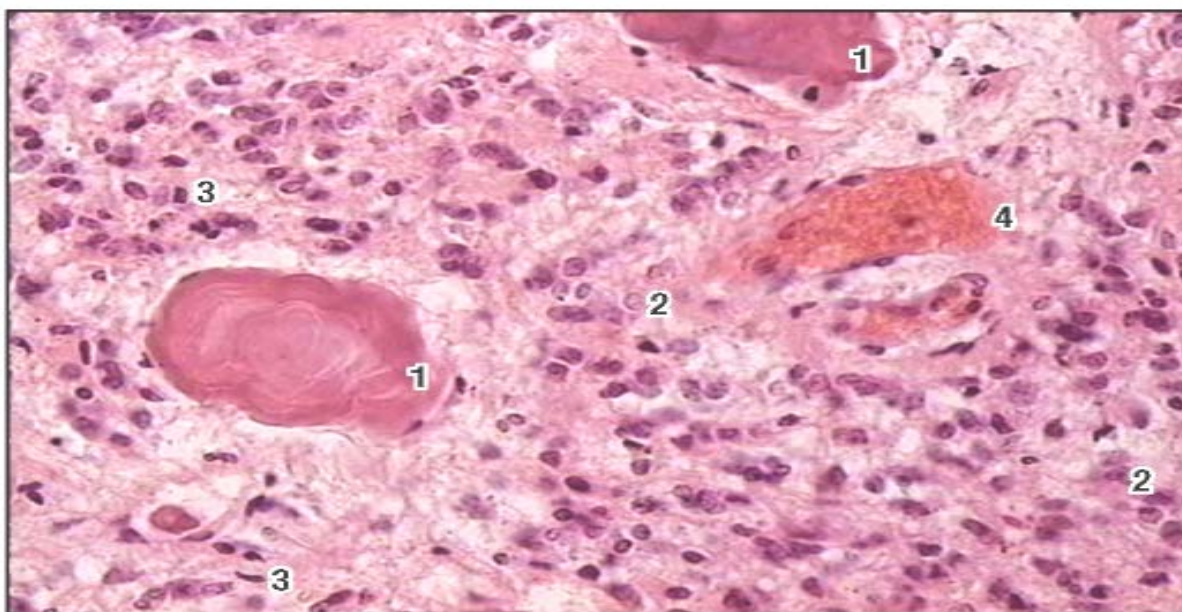


Рисунок 2 – Микрофото эпифиза.

Окраска гематоксилин-эозином (большое увеличение)

1. Эпифизарные конкреции (мозговой песок). 2. Пинеалциты. 3. Интерстициальные глиальные клетки. 4. Кровеносные сосуды

На рисунке 2 представлено строение эпифиза при большом увеличении. В эпифизе различают два типа клеток: пинеалоциты (около 95%, большие светлые клетки) (2) и астроциты (темные глиальные клетки с овальными ядрами) (3). На большом увеличении можно увидеть три типа ядер. Маленькие темные ядра принадлежат астроцитам. Пинеалоциты имеют большие светлые ядра, окруженные небольшим количеством светлой цитоплазмы. Большинство ядер – это ядра пинеалоцитов. Эндотелиальные клетки ассоциированы с сосудами (4). Пинеалоциты и астроциты имеют длинные отростки.

1.3. Периферические органы эндокринной системы

ЩИТОВИДНАЯ ЖЕЛЕЗА

Щитовидная железа имеет фолликулярный тип строения, состоит из двух долей, соединенных перешейком. Расположена в области шеи по обеим сторонам трахеи.

Орган компактный, состоит из стромы и паренхимы.

Строма представлена капсулой из плотной неоформленной соединительной ткани, расположенной снаружи, и прослойка рыхлой соединительной ткани, разделяющих паренхиму железы на дольки.

Паренхима сформирована фолликулами и островками парафолликулярных С-клеток. Фолликулы представляют собой замкнутые округлые образования с полостью внутри, которая заполнена коллоидом – депонированной формой йодсодержащих гормонов. Стенка фолликула построена из однослойного кубического эпителия – тироцитов, которые образуют йодсодержащие гормоны – тироксин и трийодтиронин. Они регулируют окислительные процессы, влияющие на все виды обмена веществ, протекающие в организме. Среди тироцитов или между фолликулами расположены С-клетки, синтезирующие гормон кальцитонин, обеспечивающий снижение содержания кальция в крови.

Для тироцитов характерны следующие фазы секреторного цикла:

1. Из аминокислот и солей, поступающих с кровью в тироциты, образуется тиреоглобулин, который путем обратного пиноцитоза поступает в полость фолликула, где превращается в коллоид.

2. В полости фолликула к тиреоглобулину присоединяются молекулы йода.

3. Тироциты путем пиноцитоза поглощают этот коллоид. В результате биохимических реакций в клетках образуется трийодтиронин и тироксин. Затем путем обратного пиноцитоза гормоны покидают фолликул и поступают в кровь.

Форма тироцитов и состояние коллоида зависят от функционального состояния железы:

- нормофункция – клетки кубической формы, коллоид однородный, вязкой консистенции;

- гипофункция – тироциты плоской формы, коллоид плотной консистенции, фолликулы увеличены в размерах;

- гиперфункция – тироциты призматической формы, коллоид жидкий, пенистый, фолликулы мелкие.



Рисунок 3 – Микрофото щитовидной железы.

Окраска гематоксилин-эозином (малое увеличение)

- 1. Капсула. 2. Фолликулы. 3. Тироциты. 4. Тиреоглобулин. 5. Кровеносные сосуды.
6. Прослойки рыхлой соединительной ткани*

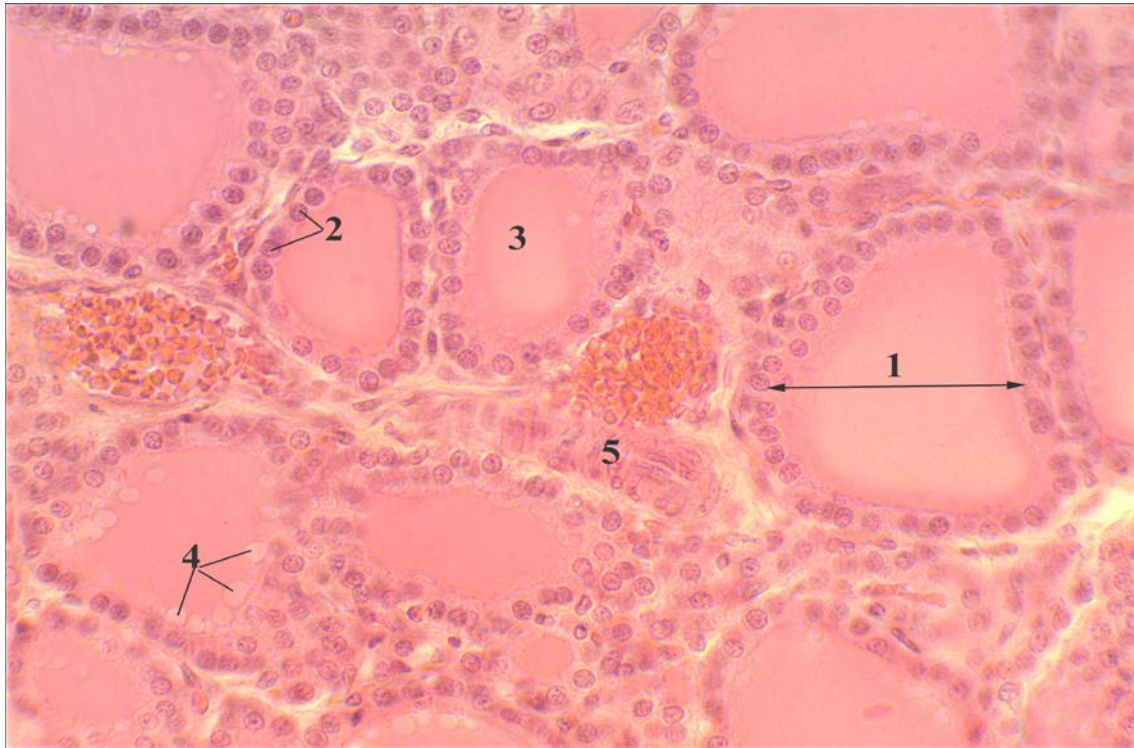
На препарате (рисунок 3) при малом увеличении отчетливо видно, что щитовидная железа окружена соединительнотканной капсулой (1), ответвления которой проникают внутрь органа и делят на дольки его паренхиму (6). В соединительнотканых прослойках находится достаточно много кровеносных сосудов различного диаметра (5).

Дольки органа состоят из шаровидных или вытянутых структур – фолликулов (2). Между ними проходят тонкие прослойки соединительной ткани и капилляры. Стенку фолликула образуют клетки однослойного кубического эпителия – тироциты (3).

Полость фолликула заполнена коллоидом (тиреоглобулин) (4), который окрашивается оксифильно. На препарате, вследствие сжатия, коллоид часто отстает от стенок фолликула.

Между фолликулами в соединительной ткани расположены плотные тяжи, или скопления, более интенсивно окрашенных интерфолликулярных эпителиальных клеток. Из них в дальнейшем развиваются фолликулы. Каждый фолликул окружен тонкой прослойкой соединительной ткани.

При большом увеличении (рисунок 4) в интерстициальной ткани хорошо видны широкие кровеносные капилляры (6), окружающие каждый фолликул. Капилляры выстланы плоскими эндотелиальными клетками с интенсивно окрашенными вытянутыми ядрами. В более широких прослойках соединительной ткани иногда встречаются скопления жировых клеток.



**Рисунок 4 – Микрофото щитовидной железы.
 Окраска гематоксилин-эозином (большое увеличение)**

1. Фолликул. 2. Фолликулярные клетки (тироциты). 3. Коллоид. 4. Вакуоли.
 5. Капилляр

ПАРАЩИТОВИДНАЯ (ОКОЛОЩИТОВИДНАЯ) ЖЕЛЕЗА

Расположена около щитовидной железы или внедрена в ее паренхиму.

Орган компактный, состоит из стромы и паренхимы. Строма представлена капсулой из плотной неоформленной соединительной ткани и прослойки рыхлой соединительной ткани.

Паренхима построена из клеточных тяжей, основу которых составляют эпителиальные клетки – паратироциты, среди которых различают главные и оксифильные клетки. Главные паратироциты составляют основную массу клеток. Они содержат светлое ядро, незначительное количество зернистости, гранулярную эндоплазматическую сеть, митохондрии, хорошо развитый комплекс Гольджи. Главные клетки вырабатывают паратгормон, который повышает уровень кальция в крови, т.е. является антагонистом кальцитонина.

Оксифильные паратироциты крупнее главных, их цитоплазма окрашивается кислыми красителями, содержит множество митохондрий и плотные ядра.

На секреторную активность околощитовидных желез не оказывают влияния гипофизарные гормоны. Деятельность этих желез усиливается при гипокальциемии и ослабляется при гиперкальциемии. Паратироциты обладают рецепторами, способными непосредственно воспринимать прямые влияния ионов кальция на них.



**Рисунок 5 – Микрофото паращитовидной железы.
Окраска гематоксилин-эозином (малое увеличение)**

1. Паращитовидная железа. 2. Соединительнотканная капсула 3. Тяжи паратироцитов.
4. Соединительнотканнные прослойки. 5. Кровеносные капилляры. 6. Фрагмент дольки щитовидной железы с фолликулами

На гистологическом препарате (рисунок 5) видно, что паращитовидная железа окружена тонкой соединительнотканной капсулой (2). Ее паренхима представлена трабекулами – эпителиальными тяжами эндокринных клеток – паратироцитов (3). Трабекулы разделены тонкими прослойками рыхлой соединительной ткани с многочисленными капиллярами (4, 5). Различают два типа клеток: главные паратироциты и оксифильные паратироциты.

Главные клетки секретируют паратгормон. Они преобладают в паренхиме железы, имеют небольшие размеры и полигональную форму. В периферических зонах цитоплазма базофильна. При усилении секреторной активности паращитовидных желез главные клетки увеличиваются в объеме. Среди главных паратироцитов различают два типа клеток: светлые и темные. Светлые клетки неактивны, а темные клетки – функционально активные паратироциты. Главные клетки осуществляют биосинтез и выделение паратгормона.

Другой тип клеток – оксифильные паратироциты. Они малочисленны, располагаются поодиночке или группами. Они значительно крупнее, чем главные паратироциты. В цитоплазме видны оксифильные гранулы.

НАДПОЧЕЧНИКИ

Надпочечники – это парные железы, построенные по принципу компактного органа, состоят из стромы и паренхимы.

Строма органа представлена двумя капсулами – внутренней и наружной из плотной неоформленной соединительной ткани, а также прослойку рыхлой соединительной ткани внутри органа.

Паренхима сформирована корковым веществом (снаружи) и мозговым (в центре). Между ними расположена внутренняя капсула.

Надпочечники – железа трабекулярного типа (эндокриноциты формируют тяжи).

Корковое вещество имеет эпителиальное происхождение и состоит из трех зон:

1. Клубочковая зона располагается снаружи. Клеточные тяжи лежат дугообразно. Они вырабатывают гормоны минералокортикоиды (альдостерон), регулирующие водно-солевой обмен.

2. Пучковая зона. Клетки формируют тяжи, расположенные параллельно друг другу. Они синтезируют гормоны глюкокортикоиды (кортизол, гидрокортизон, преднизолон, кортикостерон), регулирующие углеводный обмен.

3. Сетчатая зона. Эпителиальные клетки формируют тяжи, переплетающиеся между собой с образованием сетки. Клетки вырабатывают аналоги половых гормонов (андрогены и эстрогены), влияющие на процессы спермато- и овогенеза.

Мозговое вещество имеет нейrogenное происхождение. Его клетки хорошо окрашиваются солями хрома – хромаффиновые. Это видоизмененные нейроны, лежащие тяжами. Крупные светлые клетки – адреноциты секретируют адреналин. Темные мелкие клетки – норадреноциты образуют норадреналин.

Адреналин и нейромедиатор норадреналин вырабатываются при стрессовых ситуациях: вызывают учащение сердечных сокращений, повышение артериального давления, распад жиров и глюкозы и дальнейшее их превращение с целью образования большого количества энергии.

На препарате при малом увеличении (рисунок 6) хорошо видно, что надпочечник состоит из лежащего в центре более светло окрашенного мозгового вещества (4) и окружающего его по всему периметру темно окрашенного коркового вещества (3).

Орган покрыт достаточно толстой, хорошо развитой наружной соединительнотканной капсулой (1), в которой проходят крупные кровеносные сосуды. От капсулы внутрь паренхимы в радиальном направлении отходят соединительнотканые тяжи, в них расположены широкие синусоидные капилляры. Корковое вещество образовано тяжами многоугольных, круглых или удлинённых клеток. На препарате хорошо дифференцируются зоны коркового вещества, которые отличаются различным расположением клеточных тяжей.

Под капсулой находится клубочковая зона (3.1). В ней клеточные тяжи перегибаются, образуя петли или клубочки, состоящие из продолговатых узких клеток с ядрами овальной формы.

В пучковой зоне (3.2) клеточные тяжи идут параллельно друг другу, поэтому этот участок выглядит в виде сплошной зоны. Большие многоугольные клетки содержат округлое ядро.

В сетчатой зоне (3.3), расположенной на границе с мозговым веществом, клеточные тяжи переплетаются между собой и образуют сеть.

Мозговой участок надпочечника состоит из переплетающихся тяжей крупных полигональных клеток, причем в состав каждого тяжа входит несколько рядов клеток.

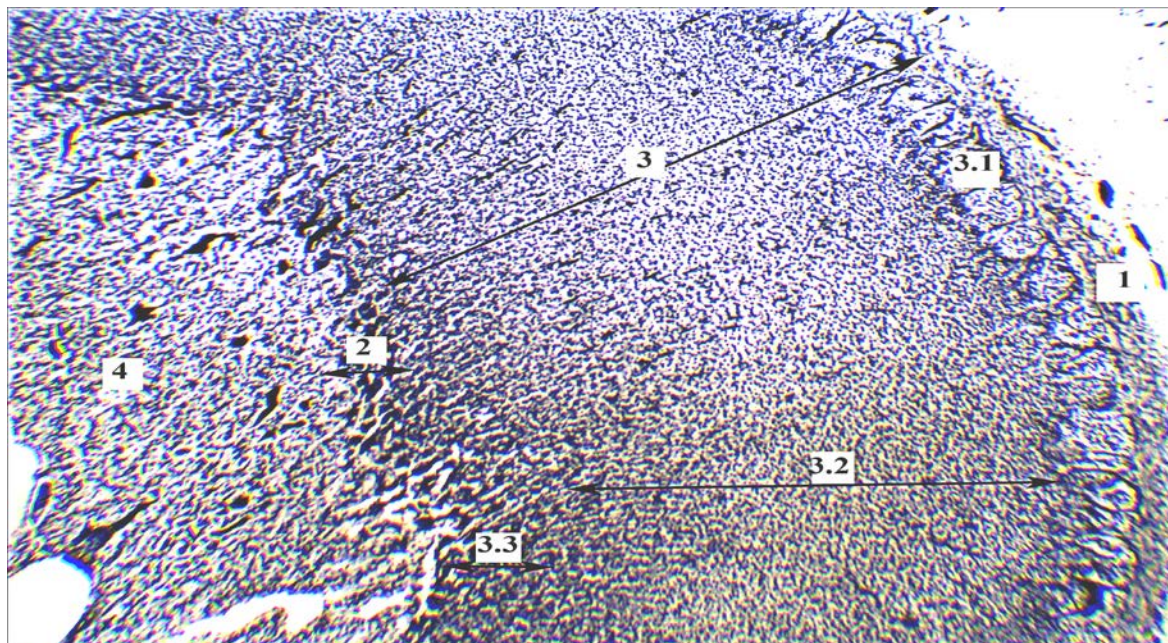


Рисунок 6 – Микрофото надпочечника.

Окраска железным гематоксилином (малое увеличение).

1. Наружная капсула. 2. Внутренняя капсула. 3. Кортикальная зона. 3.1. Клубочковая зона. 3.2. Пучковая зона. 3.3. Сетчатая зона. 4. Мозговое вещество

На препаратах в цитоплазме клеток выявляются окрашенные в бурый цвет зерна. Поэтому эти клетки называются хромафинными. Клеточные тяжи в мозговой части надпочечника тесно прилегают к широким синусоидным кровеносным капиллярам, что характерно для желез внутренней секреции.

Контрольные вопросы.

1. Особенности строения щитовидной железы.
2. Механизм образования йодсодержащих гормонов.
3. Строение и функции паращитовидных желез.
4. Источники развития коркового и мозгового вещества надпочечников.
5. Особенности строения клеток коркового вещества, значение и роль выделяемых гормонов.
6. Особенности структуры мозгового вещества надпочечников и значение выделяемых им гормонов.

2. НЕРВНАЯ СИСТЕМА

2.1. Общая характеристика нервной системы

Нервная система выполняет интегрирующую функцию, осуществляя объединение всех органов и систем органов в единое целое. Кроме этого, она обеспечивает взаимодействие организма с окружающей средой.

Органы нервной системы развиваются из нервной трубки и ганглиозной пластинки. Из краниальной части нервной трубки дифференцируются головной

мозг и органы чувств. Из ее туловищного отдела и ганглиозной пластинки образуются спинной мозг, спинальные и вегетативные ганглии и хромоаффинная ткань организма.

Основным морфофункциональным субстратом органов данной системы является нервная ткань.

Функции нервной системы:

1. Регуляторная – регуляция специфических функций, присущих клеткам, тканям и органам.

2. Координационная – обеспечивает взаимодействие между органами в процессе их функционирования, а также способствует объединению органов в системы.

3. Интегративная – объединяет системы органов в целостный, единый организм.

Морфологически выделяют:

- центральную нервную систему (головной, спинной мозг) – отвечает за осуществление высших функций интеграции (интеграция на организменном уровне);

- периферическую нервную систему (нервные узлы (ганглии), стволы, сплетения и окончания) – осуществляет гомеостаз на клеточном, тканевом и органном уровнях.

С морфологической точки зрения в единой нервной системе выделяют:

1. Соматическую нервную систему, которая отвечает за иннервацию скелетных мышц.

2. Вегетативную нервную систему, иннервирующую внутренние органы и регулирующую все жизненно важные процессы в организме.

2.2. Микроморфологическое строение органов нервной системы

СПИННОЙ МОЗГ

Спинной мозг формируется за счет разрастания нервной трубки. Представляет собой трубчатое образование, состоящее из двух симметричных половин, разделенных между собой вентральной срединной щелью, заполненной рыхлой соединительной тканью, и дорсальной срединной перегородкой, связанной спайкой – комиссурой. Центральная часть спинного мозга представлена серым мозговым веществом, а по периферии – белым.

Серое вещество по форме напоминает крылья летящей бабочки. Его симметричные половины связаны между собой серой комиссурой, где располагается центральный спинномозговой канал, выстланный эпендимой. Серое мозговое вещество содержит: тела мультиполярных нейроцитов, отходящие от них отростки и клетки нейроглии. Справа и слева выпячивания серого вещества формируют узкие дорсальные, широкие вентральные, а в груднопоясничном отделе – латеральные столбы. На поперечном сечении столбы называются рогами серого вещества.

В сером веществе различают три типа мультиполярных нейроцитов в зависимости от того, что образуют их отростки:

1. Корешковые клетки и их аксоны формируют вентральные корешки спинного мозга.

2. Пучковые – аксоны образуют в белом веществе пучки проводящих путей – это отростки нейроцитов.

3. Срединные клетки – аксоны не выходят за пределы серого вещества.

Мультиполярные нейроциты, лежащие рядами и выполняющие аналогичные функции, образуют ядра серого вещества.

Различают:

1. Комиссуральные ядра – обеспечивают передачу импульсов в правой и левой половине серого вещества.

2. Собственное ядро дорсального рога – обеспечивает перекрестные спинно-мозжечковые и спиноталамические связи.

3. Ядро Кларка – лежит в основании дорсального рога. Обеспечивает прямые спинно-мозжечковые связи.

4. Вегетативные ядра – расположены на границе вентральных и дорсальных рогов. Это промежуточные центры симпатической нервной системы.

5. Вентральное двигательное ядро – образуется самыми крупными нейроцитами вентральных рогов. Их аксоны формируют вентральные двигательные корешки спинного мозга, уходящие в составе смешанного корешка.

На верхушке дорсальных рогов среди клеток глии лежат мелкие нейроциты, формирующие:

1. Губчатый слой.

2. Студневидное желатинозное вещество.

В грудной и шейной части латеральные участки серого вещества называются сетчатой фармацией. Диффузно расположенные здесь нейроциты обычно гасят нервные импульсы, предохраняя головной мозг от перевозбуждения.

Белое мозговое вещество содержит клетки нейроглии и отростки нейроцитов в виде миелиновых и безмиелиновых нервных волокон, которые и составляют проводящие пути спинного мозга. Из спинного мозга выходят вентральные двигательные корешки (это аксоны двигательных нервных клеток), а входят дорсальные чувствительные корешки (аксоны чувствительных нервных клеток).

Как видно на рисунке 7, серое мозговое вещество занимает центральное положение, окрашено в коричневый цвет и имеет вид крыльев летящей бабочки (1), белое мозговое вещество расположено по периферии и окрашено в серый (5).

При малом увеличении на передней (вентральной) стороне в белое вещество глубоко проникает вентральная срединная щель (10), на задней (дорсальной) стороне ей соответствует плотная соединительнотканная перегородка (9). Оба эти образования разделяют спинной мозг на две симметричные половины, соединенные между собой сравнительно тонкой перемычкой – комиссурой, в центре которой проходит центральный канал (11).

В сером веществе с вентральной стороны имеются объемистые выступы – передние рога (3); выступы с дорсальной стороны – задние рога (2) – гораздо более тонкие и длинные.

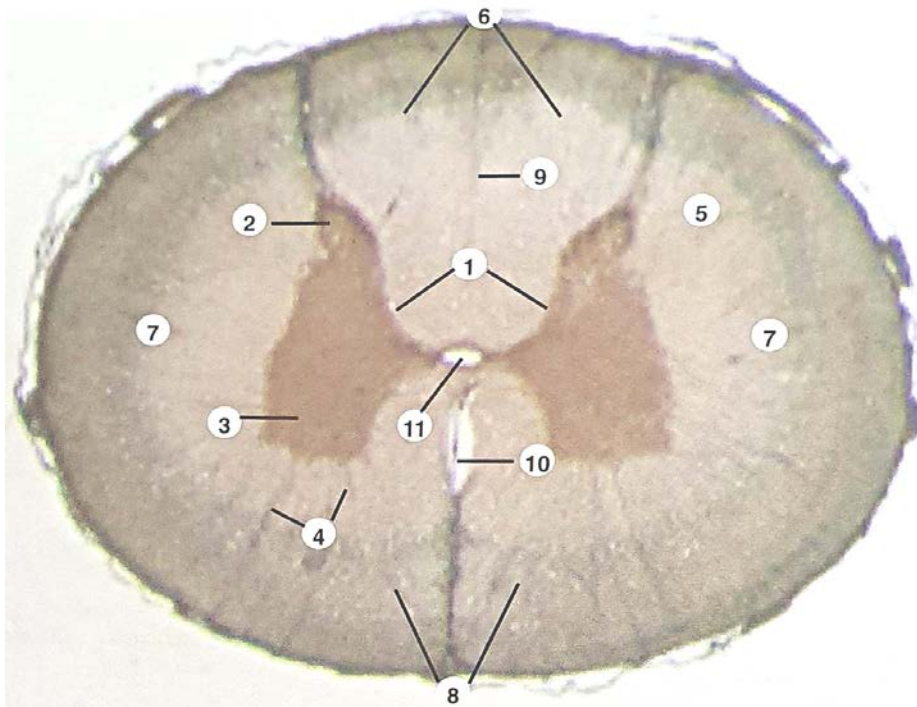


Рисунок 7 – Спинальный мозг. Импрегнация серебром

1. Серое вещество. 2. Задние рога серого вещества. 3. Передние рога. 4. Перегородки (септы). 5. Белое вещество. 6. Задние канатики. 7. Боковые канатики. 8. Передние канатики. 9. Срединная перегородка. 10. Вентральная срединная щель.
2. 11. Центральный канал

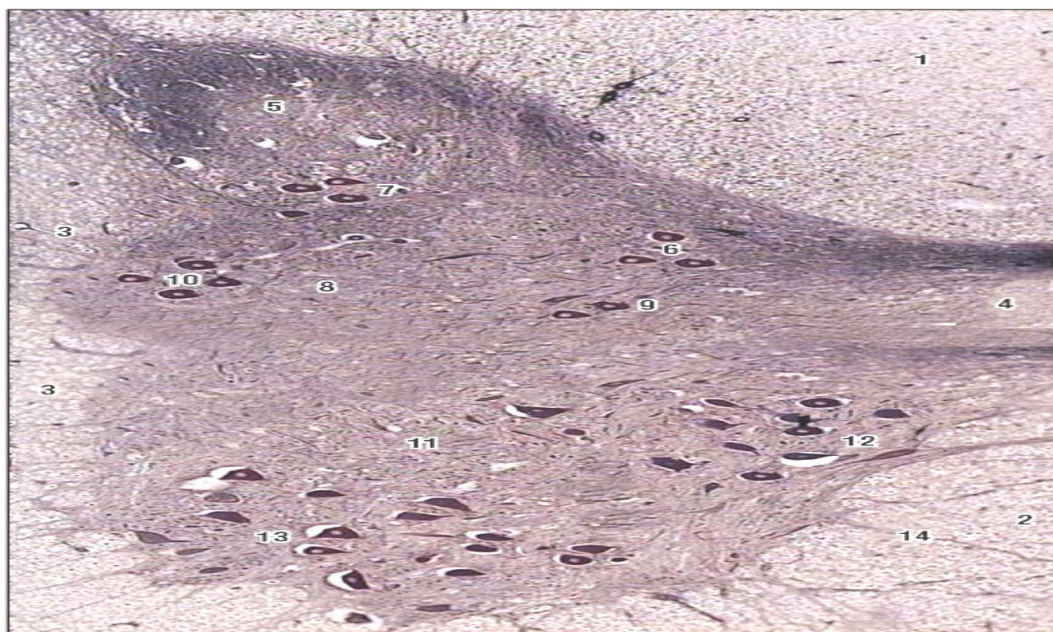


Рисунок 8 – Микрофото спинного мозга (поперечный срез). Импрегнация серебром (большое увеличение)

1. Белое вещество (нервные волокна), задние канатики. 2. Белое вещество, передние канатики. 3. Белое вещество, боковые канатики. 4. Центральный канал. 5. Задние рога (столбы серого вещества). 6. Дорзальное грудное ядро заднего рога. 7. Собственное ядро заднего рога. 8. Боковые рога серого вещества. 9. Медиальное промежуточное ядро. 10. Латеральное промежуточное ядро. 11. Передние рога серого вещества. 12. Медиальная группа ядер переднего рога. 13. Латеральная группа ядер переднего рога. 14. Септы

Граница соприкосновения серого и белого вещества обычно гладкая.

Серое вещество состоит главным образом из нервных клеток, белое – из нервных волокон. Нейроглия пронизывает все отделы спинного мозга.

При большом увеличении обнаруживается, что оно состоит из нервных клеток, их отростков и нейроглии, в тонких прослойках соединительной ткани проходят кровеносные сосуды. Нервные клетки в сером веществе располагаются либо группами (ядрами), либо разбросаны поодиночке. В передних рогах видны несколько групп или, как их обычно называют, ядер двигательных (моторных) клеток.

Нейроглия образует остов как серого, так и белого вещества спинного мозга. На препарате видны маленькие округлые ядра глиальных клеток. Просвет центрального канала окаймляют клетки эпендимы, имеющие вид цилиндрических эпителиальных клеток с овальными ядрами.

Белое вещество спинного мозга состоит главным образом из мягкотных нервных волокон, нейроглии и тонких прослоек соединительной ткани, в которой расположены кровеносные сосуды.

СПИНАЛЬНЫЙ ГАНГЛИЙ

Спинальный ганглий или спинномозговой узел залегает сбоку от спинного мозга. Развивается при сегментации ганглиозной пластинки. Орган компактный, состоит из стромы и паренхимы.

Строма представлена капсулой органа из плотной неоформленной соединительной ткани, а также прослойками рыхлой соединительной ткани внутри ганглия.

Паренхима органа представлена двумя корешками: дорсальным (по функции – чувствительным) и вентральным (по функции – двигательным).

Вентральный корешок образован аксонами двигательных нейроцитов спинного мозга, уходящими в составе смешанных нервов. В дорсальном корешке расположены тела псевдоуниполярных чувствительных нейроцитов. Их диаметр достигает 120 мкм. От них Т-образно отходят по два отростка:

а) аксон – уходит в спинной мозг, формируя дорсальный корешок спинного мозга;

б) дендрит – в составе смешанного нерва, который образуется после слияния обоих корешков спинального ганглия.

Таким образом, в составе смешанного нерва имеются аксоны двигательных и дендриты чувствительных нейроцитов. Тела чувствительных нервных клеток снаружи покрыты одним слоем клеток-сателлитов. Эти клетки олигодендроглии выполняют защитную и трофическую функции. Следовательно, функция ганглиев – это образование смешанного нерва.

Как видно на рисунке 9, ганглий покрыт капсулой из соединительной ткани (4), которая проникает внутрь органа и образует его опорный остов. В прослойках соединительной ткани расположены кровеносные сосуды, главным образом капилляры.



Рисунок 9 – Микрофото спинального ганглия.

Окраска гематоксилин-эозином (малое увеличение)

1. Передний корешок. 2. Задний корешок.
3. Псевдоуниполярные нейроны.
4. Капсула.
5. Мякотные нервные волокна

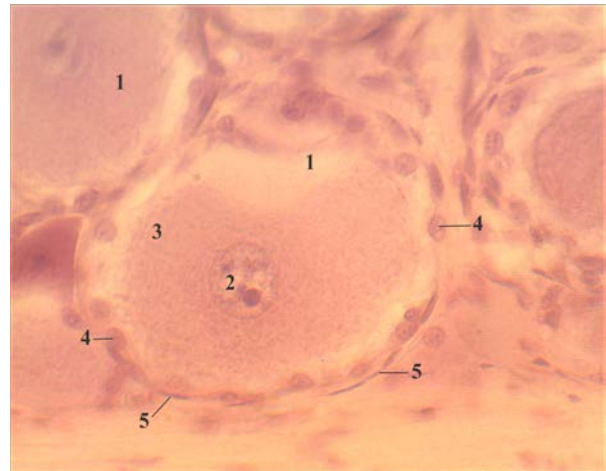


Рисунок 10 – Микрофото спинномозгового узла. Окраска гематоксилин-эозином (большое увеличение)

1. Чувствительные псевдоуниполярные нейроны.
2. Ядро нейрона с ядрышком.
3. Цитоплазма нейрона.
4. Мантийные глиоциты (сателлиты).
5. Фибробласты соединительнотканной оболочки нейрона

При малом увеличении (рисунок 9) в спинальном ганглии видны нервные клетки (3) и мякотные нервные волокна (5). Нервные клетки лежат главным образом под капсулой на периферии ганглия. Мякотные волокна занимают центр органа (5). Здесь же видны отдельные небольшие группы нервных клеток. В состав спинального ганглия входят чувствительные нервные клетки. Они имеют один отросток. На некотором расстоянии от тела клетки отросток делится на две ветви; одна из них идет на периферию тела, где образует чувствительные нервные окончания (т. е. выполняет функцию дендрита), другая в составе задних корешков вступает в спинной мозг, где сочетается с различными нервными клетками.

При большом увеличении (рисунок 10) нервные клетки имеют обычно округлую форму (1). Они содержат большое светлое пузыревидное ядро с четко выраженной оболочкой, небольшим количеством зерен хроматина и большим, интенсивно окрашенным ядрышком (2). Цитоплазму заполняют зернышки и небольшие глыбки, обычно располагающиеся концентрически вокруг ядра (3). Это тигроидное вещество, или тельца Ниссля, – специальные органеллы нервных клеток, определяющие функциональную активность клеток.

КОРА ПОЛУШАРИЙ БОЛЬШОГО МОЗГА

В коре полушарий большого мозга происходит обработка сенсорной информации, формирование двигательных команд и интеграция всех сложных форм поведения. У высших позвоночных кора образует извилины, которые увеличивают ее общую поверхность.

Кора полушарий большого мозга располагается снаружи полушарий и представлена серым мозговым веществом. Оно содержит клетки нейроглии,

тела и отходящие от них отростки нейроцитов (около 14 миллиардов). Нейроциты в основном имеют треугольную и пирамидальную формы. Аксон чаще отходит от широкой части клетки, обращенной к белому веществу, а дендриты поднимаются в молекулярный слой.

Тела и отростки нейроцитов в коре полушарий имеют упорядоченное расположение в одной плоскости. Закономерность расположения нейронов в коре называется **цитоархитектоникой**.

В коре полушарий различают шесть нерезко разграниченных слоев нейроцитов:

1. Молекулярный слой – содержит мелкие нейроциты веретеновидной формы, по функции – ассоциативные.

2. Наружный зернистый слой – состоит их мелких клеток, чаще чувствительных по функции.

3. Пирамидальный слой – имеет более крупные клетки, двигательные по функции.

4. Внутренний зернистый слой – содержит мелкие клетки, по функции чувствительные.

5. Ганглиозный слой – представлен гигантскими клетками Беца, двигательными по функции.

6. Слой полиморфных клеток, т.е. различных по форме и размерам, по функции – двигательные.

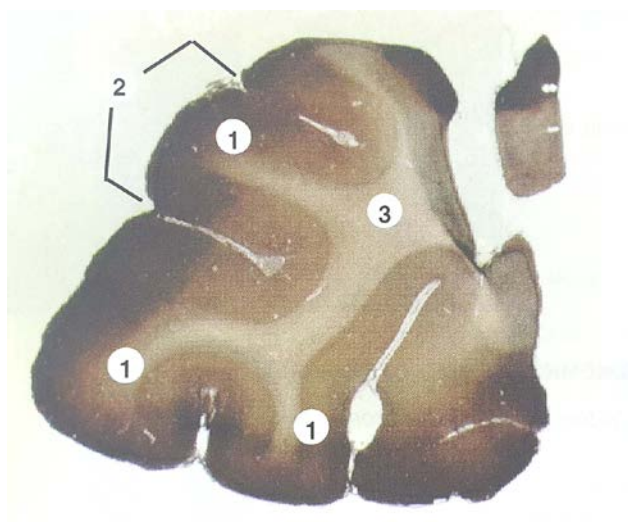


Рисунок 11 – Микрофото коры больших полушарий большого мозга.

Импрегнация серебром (малое увеличение)

1. Извилины и в них кора (узкий поверхностный слой серого вещества). 2. Борозды.
3. Белое вещество

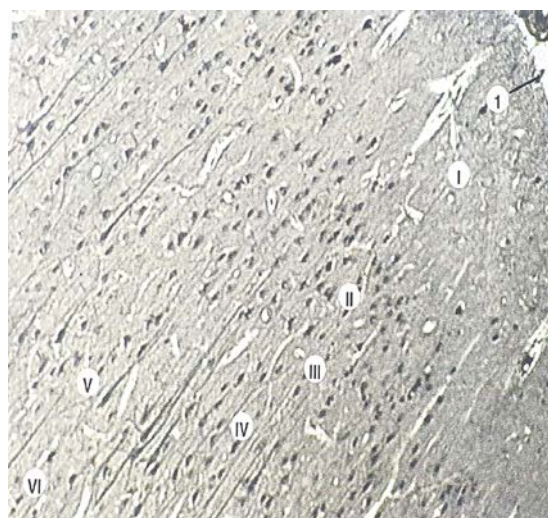


Рисунок 12 – Микрофото коры больших полушарий большого мозга.

Импрегнация серебром (среднее увеличение)

1. Просвет борозды между извилинами.
I. Молекулярный слой. II. Наружный зернистый слой. III. Пирамидный слой.
IV. Ганглионарный (ганглиозный) слой.
VI. Слой полиморфных клеток

Как видно на рисунке 11, кора большого мозга представлена слоем серого вещества (1). Нейроциты коры разнообразны по форме. Они являются мульти-

полярными клетками и делятся на пирамидные, звездчатые, веретенообразные, паукообразные, а также горизонтальные нейроны.

На рисунке 12 представлены слои коры полушарий (от поверхности внутрь, границы между слоями нечеткие).

Пирамидные нейроны составляют основную часть коры большого мозга. Их тело имеет форму треугольника, вершина которого обращена к поверхности коры. От вершины и боковых поверхностей тела отходят дендриты, заканчивающиеся в различных слоях серого вещества. От основания пирамидных клеток берут начало нейриты, в одних клетках короткие, образующие ветвления в пределах данного участка коры, в других – длинные, поступающие в белое вещество.

Пирамидные клетки различных слоев коры различны. Мелкие клетки представляют собой вставочные нейроны, аксоны которых связывают отдельные участки коры одного полушария (ассоциативные нейроны) или двух полушарий (комиссуральные нейроны).

Крупные пирамиды и их отростки образуют пирамидные пути, проецирующие импульсы в соответствующие центры ствола и спинного мозга.

В молекулярном слое коры содержится небольшое количество мелких клеток веретенообразной формы. Наружный зернистый слой – это скопление мелких нейронов, имеющих различную форму. Дендриты этих клеток поднимаются в молекулярный слой, а аксоны уходят в белое вещество или, образуя дуги, идут в тангенциальное сплетение волокон молекулярного слоя.

Пирамидный слой самый большой по толщине. От верхушки пирамидной клетки отходит главный дендрит, который располагается в молекулярном слое. Ганглиозный слой коры содержит крупные пирамидные клетки Беца. Для гигантских пирамид характерно наличие крупных глыбок базофильного вещества. Нейриты клеток этого слоя образуют главную часть кортико-спинальных путей спинного мозга и оканчиваются синапсами на клетках его моторных ядер.

Слой полиморфных клеток образован нейроцитами веретенообразной формы. Нейроциты внутренней зоны более мелкие и лежат на большом расстоянии друг от друга, а внешней – более крупные. Нейриты клеток полиморфного слоя уходят в белое вещество в составе эфферентных путей головного мозга. Дендриты достигают молекулярного слоя коры.

МОЗЖЕЧОК

Мозжечок – это орган, координирующий движение и равновесие. Снаружи лежит кора мозжечка, имеющая множество извилин. Кора является серым мозговым веществом. Оно содержит тела клеток нейроцитов, их отростки, клетки нейроглии, а также ядра мозжечка, лежащие в белом мозговом веществе.

Белое мозговое вещество лежит в глубине органа и состоит из клеток нейроглии, отростков нейроцитов, формирующих проводящие пути мозжечка.

В коре различают три слоя клеток нейроцитов:

1. Наружный молекулярный слой, который состоит из тормозных нейроцитов двух типов:

- а) поверхностно лежащие звездчатые клетки;
- б) глубоко лежащие корзинчатые клетки.

Отростки всех этих клеток передают тормозные импульсы главным ганглиозным клеткам Пуркинье среднего слоя.

2. Средний ганглиозный слой состоит из крупных ганглиозных клеток Пуркинье, их два–три дендрита ветвятся и уходят в молекулярный слой, формируя со звездчатыми корзинчатыми клетками множество синапсов. Единственный аксон клеток Пуркинье проникает в белое мозговое вещество и ядрам мозжечка.

3. Внутренний зернистый слой содержит нейроны двух видов:

а) мелкие клетки, короткие дендриты которых в виде лапки птицы образуют синапсы с возбуждающими моховидными волокнами, пришедшими в мозжечок из белого мозгового вещества. Единственный аксон клеток уходит в молекулярный слой, образуя синапсы с дендритами ганглиозных клеток Пуркинье и дендритами корзинчатых и звездчатых клеток молекулярного слоя;

б) крупные клетки Гольджи – их отростки образуют синапсы с отростками клеток-зерен или уходят в белое мозговое вещество.

Из белого мозгового вещества в мозжечок приходят возбуждающие нервные волокна:

- а) моховидные – к дендритам клеток-зерен;
- б) лазающие – к дендритам ганглиозных клеток Пуркинье.

Все эти волокна представляют собой путь возбуждения нервных импульсов, поступающих в кору мозжечка.

Торможение нервных импульсов возникает при деятельности звездчатых и корзинчатых клеток молекулярного слоя и клеток Гольджи зернистого слоя. Главные клетки мозжечка – это клетки Пуркинье. Они либо возбуждают, либо обрывают рефлекторные дуги, при этом нарушается координация движения.

Как видно на рисунке 13, борозды (1) и извилины (2) создают на разрезе характерную для мозжечка картину «древа жизни».

Белое и серое вещество в мозжечке распределяется иначе, чем в спинном мозге. Снаружи расположено серое вещество (3), состоящее из нервных клеток, под ним – белое (4), сформированное главным образом мягкотными волокнами.

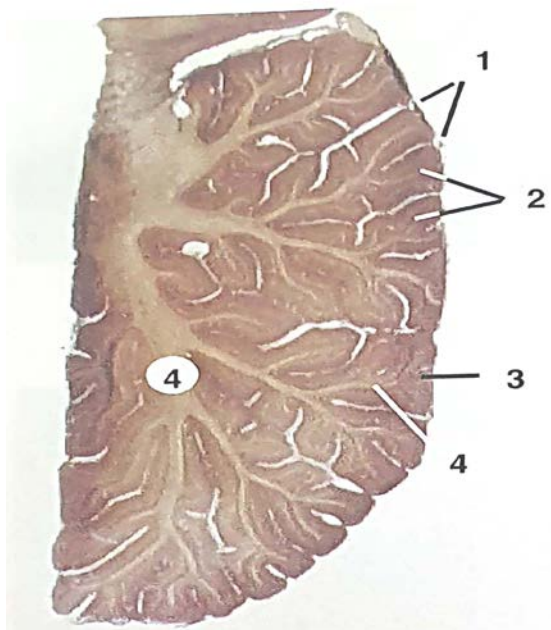
В сером веществе коры мозжечка просматриваются 3 слоя (рисунок 14):

- наружный – молекулярный (1);
- средний – ганглионарный или ганглиозный (2);
- внутренний – зернистый (3) – примыкает к белому веществу (4).

Широкий молекулярный слой состоит преимущественно из безмякотных нервных волокон, глиальных клеток и волокон, а также небольшого количества нервных клеток двух типов:

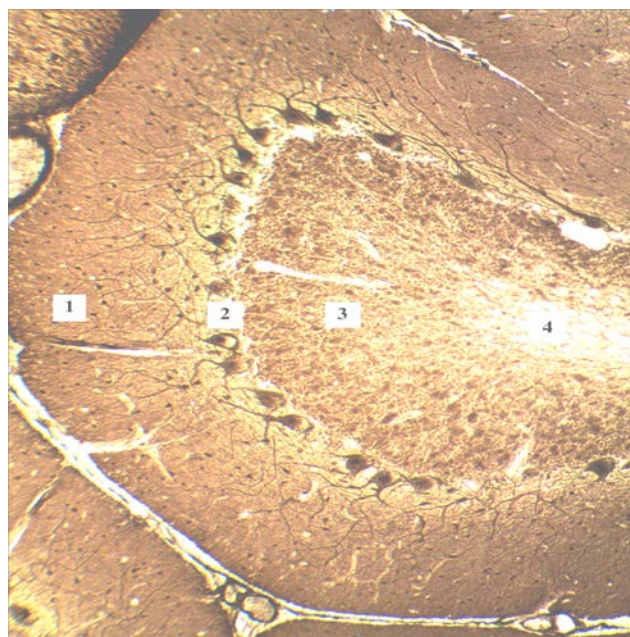
- большие корзинчатые клетки (они отдают в нижележащий слой аксоны, образующие на телах клеток Пуркинье характерные разветвления, имеющие вид корзинки);

- маленькие звездчатые клетки (их отростки разветвляются и не выходят за пределы молекулярного слоя – это ассоциативные клетки).



**Рисунок 13 – Мозжечок.
Импрегнация серебром
(малое увеличение)**

1. Борозды мозжечка. 2. Извилины мозжечка. 3. Кора (поверхностный слой серого вещества). 4. Прослойки белого вещества



**Рисунок 14 – Микрофото мозжечка.
Слои коры.**

**Импрегнация серебром
(малое увеличение)**

1. Молекулярный слой. 2. Ганглионарный слой. 3. Зернистый слой. 4. Белое вещество

Ганглиозный слой детально можно изучить на рисунке 15. Как видно, он состоит из одного ряда больших грушевидных клеток Пуркинье (1). От тела клетки к поверхности мозжечка в молекулярный слой отходят два дендрита (2), которые тут же поворачиваются под прямым углом и образуют большое количество характерных древовидных разветвлений, расположенных в одной плоскости. Дендриты клеток Пуркинье отходят от грушевидного тела клетки и направляются сначала в нижележащий зернистый слой, а затем в белое вещество.

В зернистом слое (рисунки 14, 15) от дендритов клеток Пуркинье отходят коллатерали, идущие в ганглиозный и молекулярный слой, где они разветвляются и идут параллельно извилинам, соединяя между собой тела и дендриты клеток Пуркинье. Зернистый слой содержит большое количество клеток-зерен, состоящих из округлого ядра и узенького ободка цитоплазмы. Благодаря тому, что ядра окрашены в темно-фиолетовый цвет и весьма тесно расположены, зернистый слой резко выделяется на препарате.

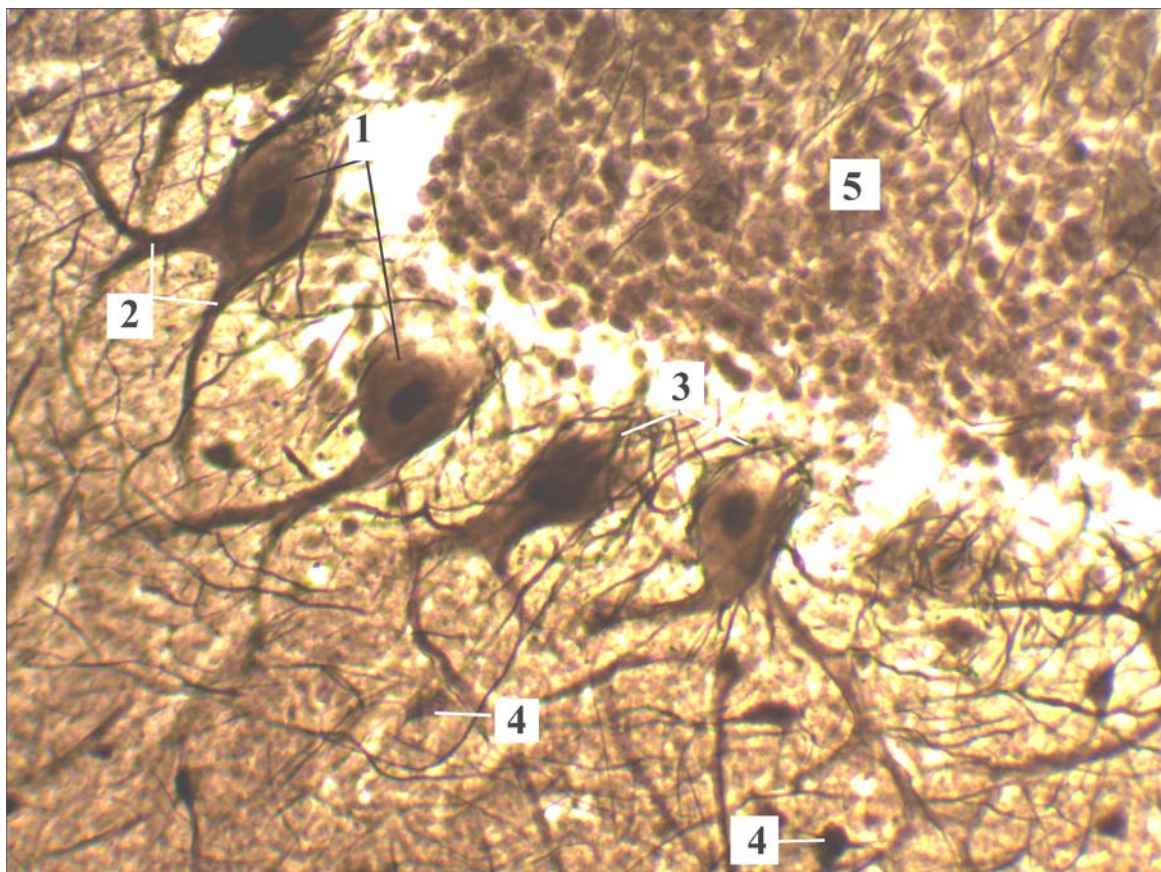


Рисунок 15 – Микрофото мозжечка (фрагмент коры).

Импрегнация серебром (большое увеличение)

1. Клетки Пуркинье. 2. Дендриты клеток Пуркинье. 3. «Корзинки» (образованы коллатеральми аксонов корзинчатых клеток). 4. Корзинчатые клетки.
2. 5. Клетки-зерна в зернистом слое коры

Контрольные вопросы

1. Гистологическое строение спинного мозга.
2. Топография и функции ядер серого вещества спинного мозга.
3. Морфофункциональные особенности нейроцитов и глиоцитов спинальных ганглиев.
4. Цитоархитектоника коры полушарий большого мозга.
5. Морфофункциональная характеристика нейроцитов коры большого мозга.
6. Слои и клеточный состав коры мозжечка.

Список использованной литературы

1. Александровская, О. В. Цитология, гистология и эмбриология : учебник для студентов вузов по специальности «Ветеринария» / О. В. Александровская, Т. Н. Радостина, Н. А. Козлов. – Москва : Агропромиздат, 1987. – 448 с.
2. Гуков, Ф. Д. Практикум по цитологии, гистологии и эмбриологии сельскохозяйственных животных / Ф. Д. Гуков, В. И. Соколов, Е. В. Гусева. – Владимир : Фолиант, 2001. – 177.
3. Мяделец, О. Д. Гистология, цитология и эмбриология человека. Часть II Частная гистология : учебник / О. Д. Мяделец. – Витебск : ВГМУ, 2016. – 493.
4. Ролдугина, Н. П. Практикум по цитологии, гистологии и эмбриологии / Н. П. Ролдугина, В. Е. Никитченко, В. В. Яглов. – Москва : КолосС, 2004. – 216 с.
5. Кузнецов, С. Л. Атлас по гистологии, цитологии и эмбриологии / С. Л. Кузнецов, Н. Н. Мушкамбаров, В. Л. Горячкина. – Изд. 3-е, доп. и перераб. – Москва : ООО «Издательство Медицинское информационное агентство», 2023. – 376 с.
6. Консультант врача : электронная медицинская библиотека : сайт. – URL: [http:// www.rosmedlib.ru/](http://www.rosmedlib.ru/) (дата обращения: 29.09.2025).
7. VMEDEorg: сообщество студентов Кировской ГМА : сайт. – 2015. – URL: [http:// vmede.org/](http://vmede.org/) (дата обращения: 29.09.2025).

Учебное издание

Клименкова Ирина Владимировна,
Лазовская Наталья Олеговна,
Спиридонова Наталья Викторовна

ГИСТОЛОГИЯ С ОСНОВАМИ ЭМБРИОЛОГИИ. ИНТЕГРАТИВНЫЕ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗМА

Методические указания

Ответственный за выпуск И. В. Клименкова
Технический редактор Е. А. Алисейко
Компьютерный набор Н. О. Лазовская
Компьютерная верстка Т. А. Никитенко
Корректор Т. А. Никитенко

Подписано в печать 16.02.2026. Формат 60×84 1/16.
Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 1,68. Уч.-изд. л. 1,17. Тираж 130 экз. Заказ 2613.

Издатель: учреждение образования «Витебская ордена «Знак Почета»
государственная академия ветеринарной медицины».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/ 362 от 13.06.2014.
Ул. 1-я Доватора, 7/11, 210026, г. Витебск.
Тел.: (0212) 48-17-70.
E-mail: rio@vsavm.by
<http://www.vsavm.by>

ISBN 978-985-591-276-8



9 789855 912768