

**Ульяновский государственный университет
Институт медицины, экологии и физической культуры
Кафедра биологии и биоэкологии**

**Н.А. Курносова, О.В. Столбовская, С.М. Слесарев, В.И. Арав,
Е.В. Слесарева, Н.А. Цыганова, В.Ф. Сыч**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
«ЧАСТНАЯ ГИСТОЛОГИЯ (ЧАСТЬ 1)»
для студентов экологического факультета
(специальность «Биология» и направления бакалавриата «Биология»)**

Ульяновск – 2010 г.

УДК
ББК
К

*Печатается по решению Ученого совета медицинского факультета ИМЗиФК
Ульяновского государственного университета*

Рецензенты:

Кандидат биологических наук О.А. Индирякова;
Кандидат биологических наук О.Е. Беззубенкова

Н.А. Курносова, О.В. Столбовская, С.М. Слесарев, В.И. Арав, Е.В. Слесарева, Н.А. Цыганова, В.Ф. Сыч.

К «ЧАСТНАЯ ГИСТОЛОГИЯ (ЧАСТЬ 1)». Учебно-методическое пособие для студентов 4-5-х курсов экологического факультета (специальность «Биология»). Ульяновск: УлГУ, 2010, с.

Рецензируемое учебно-методическое пособие соответствует программе дисциплины «Частная гистология». Включенный в теоретический раздел указаний перечень программных вопросов по теме конкретизирует и целенаправленно ориентирует теоретическую работу студента, накануне лабораторного занятия. Методические указания содержат в концентрированном виде весь основной теоретический материал, подобранный соответственно приводимым программным вопросам. Объем теоретического раздела увеличен до оптимального и содержит всю конкретную информацию для основной подготовки студента к лабораторному занятию.

Учебно-методическое пособие определяет цель и задачи лабораторных занятий, предоставляют в распоряжение студентов детальное описание изучаемых гистологических объектов. Последнее дает возможность подробно изучить микропрепарат на малом и большом увеличении, обратив внимание на все обязательные для изучения структуры.

Одобрения заслуживают разделы, посвященные самоконтролю подготовки студентов по теме. Набор ситуационных задач позволяет осуществить всесторонний эффективный контроль результатов как теоретической подготовки к лабораторному занятию, так и изученности микропрепаратов в его ходе. Учитывая вышеизложенное, рекомендую учебно-методическое пособие для студентов для студентов 4-5-х курсов экологического факультета (специальность «Биология») по теме «Частная гистология (часть 1)» к изданию Ульяновским государственным университетом.

© Курносова Н.А., 2010

© Ульяновский государственный
университет, 2010

ОГЛАВЛЕНИЕ

Тема 1. Нервная система

1.1. Нерв. Чувствительный нервный узел. Спинной мозг.

1.2. Головной мозг. Вегетативная нервная система.

Тема 2. Сердечно-сосудистая система.

Тема 3. Органы кроветворения и иммунной защиты.

Тема 4. Дыхательная система.

Тема 5. Выделительная система.

Тема 6. Женская половая система.

Список основной литературы

Список дополнительной литературы

ТЕМА 1. НЕРВНАЯ СИСТЕМА

Общая морфо-функциональная характеристика нервной системы

Нервная система представляет собой важнейшую интегрирующую (объединяющую) систему организма. Она осуществляет регуляцию всех процессов жизнедеятельности и обеспечивает взаимодействие организма с внешней средой. Нервную систему морфологически разделяют на центральную и периферическую. Центральная нервная система включает головной и спинной мозг. Периферическая нервная система состоит из нервных стволов, нервных узлов (ганглиев) и нервных окончаний.

Функционально всю нервную систему делят на соматическую (цереброспинальную) и вегетативную (автономную). Вегетативная нервная система иннервирует внутренние органы, сосуды и железы, а соматическая нервная система иннервирует органы остальной части тела.

Морфологическим субстратом (структурной основой) деятельности нервной системы являются рефлекторные дуги. Рефлекторная дуга - это цепь контактирующих друг с другом нейронов. Она осуществляет проведение нервного импульса от чувствительного нервного окончания (рецептора) до двигательного нервного окончания (эффектора) рабочего органа.

Развитие нервной системы

Органы нервной системы развиваются из нервной трубки и ганглиозной пластинки. Из краниальной части нервной трубки дифференцируются головной мозг органы чувств. Из туловищного отдела нервной трубки и ганглиозной пластинки развиваются спинной мозг, спинномозговые и вегетативные ганглии, хромафинная ткань организма. Наиболее интенсивно разрастаются и утолщаются боковые стенки нервной трубки, в которых различают три зоны: эпендимный слой (внутренний), плащевой слой (средний) и краевую вуаль (наружный слой). Эпендимный слой формирует эпендиму - нейроглию, выстилающую полости спинного и головного мозга. Из плащевого слоя образуется серое вещество спинного мозга. Краевая вуаль дает начало белому веществу спинного мозга. Из ганглиозной пластинки развиваются спинно-мозговые и вегетативные нервные узлы.

1.1. Нерв. Чувствительный нервный узел. Спинной мозг.

Нервные узлы

Скопление нервных клеток за пределами центральной нервной системы называется нервным узлом (ганглием). Различают чувствительные и вегетативные нервные узлы. Поверхность нервного узла образует соединительнотканная капсула, от которой внутрь узла отходят прослойки. Капсула и прослойка формируют строму или каркас узла. Паренхима узла представлена группами нейроцитов, их отростками, а также нейроглиоцитами. Нейроциты спинно-мозговых узлов имеют псевдоуниполярную форму. Нейроциты вегетативных нервных узлов, как правило, мультиполярные. Псевдоуниполярные нейроциты выполняют чувствительную функцию, а мультиполярные - двига-

тельную. Нейроциты спинномозговых узлов окружены одним слоем клеток нейроглии (сателлитоцитов или леммоцитов).

Нервы

Представляют собой пучки нервных волокон, сложным образом упакованные в соединительнотканые оболочки. Различают 3 вида оболочек нерва: а) эндоневрий, который окружает отдельное нервное волокно; б) периневрий, окружающий пучок нервных волокон; в) эпиневрй, формирующий наружную оболочку всего нерва. Волокнистая соединительная ткань эпиневрй богата фибробластами, макрофагами и жировыми клетками. Все соединительнотканые оболочки нерва содержат нервные окончания, кровеносные и лимфатические сосуды.

Спинной мозг

Спинной мозг - симметричное образование, правая и левая половины которого отделены: спереди - глубокой срединной щелью, сзади - соединительнотканной перегородкой. В центре спинного мозга расположено серое вещество, которое по периферии окружено белым веществом. Серое вещество состоит из расположенных группами мультиполярных нейроцитов, нейроглиоцитов, безмиелиновых и тонких миелиновых нервных волокон. Однако основной составной частью серого вещества, отличающей его от белого вещества, являются мультиполярные нейроциты.

Серое вещество на поперечном сечении мозга имеет форму бабочки или буквы "Н". Его выступы получили название дорсальных и вентральных рогов. В грудном и поясничном отделах спинного мозга выделяются латеральные рога. Две симметричные половины серого вещества связаны комиссурой, в которой находится центральный канал спинного мозга.

Нейроциты расположены в сером веществе группами. Группы нейроцитов, сходные по размерам, строению и функции, названы ядрами серого вещества. Все нейроциты серого вещества подразделены на следующие виды:

- а) корешковые клетки, нейриты (аксоны) которых покидают спинной мозг в составе передних корешков;
- б) внутренние клетки, отростки которых образуют синапсы в пределах серого вещества спинного мозга;
- в) пучковые клетки, нейриты которых формируют обособленные пучки нервных волокон и проводящие пути спинного мозга.

В сером веществе спинного мозга выделяют следующие ядра и участки, различающиеся по составу нейронов, нейроглии и характеру прохождения волокон:

- а) губчатый слой дорсальных рогов, который содержит мелкие пучковые клетки, погруженные в широкопетлистый глиальный остов;
- б) желатинозное вещество, состоящее преимущественно из нейроглии и небольшого количества мелких пучковых клеток;

в) собственное ядро заднего рога, которое содержит небольшие пучковые нейроны, отростки которых формируют вентральный спинномозжечковый и спинно-таламический пути противоположной стороны;

г) дорсальное (грудное) ядро или ядро Кларка образовано крупными нейронами, которые располагаются у основания заднего рога. Аксоны этих нейронов формируют дорсальный спинномозжечковый путь на этой же стороне спинного мозга;

д) медиальное промежуточное ядро, расположенное в промежуточной (между дорсальными и вентральными рогами) зоне, нейроны которого посылают аксоны в состав вентрального спинномозжечкового пути той же стороны;

е) латеральное промежуточное ядро, которое содержит ассоциативные клетки вегетативной нервной системы;

ж) двигательные ядра вентральных рогов образованы самыми крупными нервными клетками спинного мозга (100-140 мкм в диаметре), нейроны которых входят в состав вентральных корешков спинного мозга; различают 2 группы нейронов двигательного ядра: медиальную и латеральную, которые иннервируют соответственно мышцы туловища и мышцы конечностей.

Белое вещество спинного мозга состоит из миелиновых нервных волокон и опорного нейроглиального остова. Нервные волокна формируют в белом веществе проводящие пути (комплексы волокон). Среди них различают: а) собственные пути спинного мозга; б) пути, соединяющие спинной и головной мозг; в) восходящие (афферентные) пути; г) нисходящие (эфферентные) пути.

Программные вопросы

1. Морфофункциональная характеристика нервной системы.
2. Эмбриональное развитие нервной системы.
3. Строение, функция и развитие нервов.
4. Регенерация нервов.
5. Чувствительные нервные узлы: строение, функция и развитие в ходе эмбриогенеза.
6. Морфофункциональная характеристика и развитие спинного мозга.
7. Строение и функциональное значение серого и белого вещества спинного мозга.

Задачи занятия

1. Изучить строение периферического нерва.
2. Изучить особенности морфологии чувствительного нервного узла.
3. Изучить общую морфофункциональную организацию спинного мозга, микроскопическую структуру его серого и белого вещества.
4. Ознакомиться со схемой строения соматической рефлекторной дуги.

Объекты изучения (микропрепараты)

1. Поперечный срез периферического (седалищного) нерва (окраска осмиевой кислотой)

При малом увеличении микроскопа найдите темный округлый или овальный срез зеленовато-серого цвета. Обратите внимание на пучки нервных волокон разного диаметра. Нервные волокна имеют вид светлых кружочков, окаймленных полосами черного или темно-серого цвета. Первые соответствуют осевым цилиндрам, последние - миелиновым оболочкам миелиновых нервных волокон. Снаружи нерв окружен светлой зеленовато-серой оболочкой рыхлой структуры - эпиневрием. Она образована волокнистой соединительной тканью, в толще которой видны срезы кровеносных сосудов. При большом увеличении микроскопа рассмотрите отдельные пучки нервных волокон. Они окружены периневрием, в котором можно наблюдать соединительнотканые клетки и волокна. Каждое нервное волокно, в свою очередь, окружено эндоневрием аналогичной соединительнотканной структуры. Обратите внимание на различие диаметра (калибра) нервных волокон, входящих в состав одного и того же пучка, а также на слоистую структуру темных миелиновых оболочек волокон.

Зарисуйте фрагмент среза нерва, включающий часть эпиневрия и несколько пучков нервных волокон.

Обозначения на рисунке: 1) эпиневрий; 2) периневрий; 3) эндоневрий; 4) кровеносные сосуды эпиневрия (периневрия); 5) осевой цилиндр миелинового нервного волокна; 6) миелиновая (мякотная) оболочка нервного волокна.

2. Чувствительный нервный узел (спинномозговой или спинальный ганглий)(окраска гематоксилин-эозином)

При малом увеличении микроскопа найдите передний и задний корешки спинного мозга, которые имеют вид широких тяжей сиреневого (темно-розового) цвета, состоящих из продольно ориентированных пучков нервных волокон. В результате слияния обоих корешков формируется смешанный спинномозговой нерв. По ходу заднего корешка расположен спинномозговой ганглий - скопления крупных клеток преимущественно округлой формы, разделенных пучками нервных волокон. Поставьте одно из таких скоплений в центр поля зрения и установите объектив большого увеличения. Вокруг нейроцитов хорошо видна капсула из мелких глиоцитов (мантийных клеток), а также прослойки волокнистой соединительной ткани. Обратите внимание на крупные светлые ядра нейроцитов, темные ядрышки и хорошо видимые глыбки хроматина. Рассмотрите пучок нервных волокон заднего корешка при большом увеличении. Обратите внимание на расположение нервных волокон и ядер клеток: более крупные и светлые ядра удлиненной формы принадлежат нейролеммоцитам, более мелкие и темные - клеткам соединительной ткани. Снаружи оба корешка и спинномозговой узел окружены соединительнотканной капсулой.

Зарисуйте фрагмент среза, включающий часть дорсального корешка и спинномозгового узла.

Обозначения на рисунке: 1) передний корешок спинного мозга; 2) задний корешок спинного мозга; 3) нервные волокна; 4) ядра нейролеммоцитов; 5) ядра клеток соединительной ткани; 6) капсула спинномозгового узла; 7) нейрокит узла; 8) мантийный глиокит.

3. Спинной мозг (импрегнация азотнокислым серебром)

Рассмотрите вначале препарат невооруженным глазом на светлом фоне белого листа бумаги. На поперечном срезе хорошо видна симметричность строения: правая и левая половины отграничены спереди глубокой вентральной срединной щелью, а сзади - дорсальной срединной перегородкой, состоящей из соединительной ткани. В центре среза отчетливо заметно более темное по цвету серое вещество, которое окружено на периферии более светлым по цвету белым веществом. Форма среза серого вещества напоминает бабочку, или букву "Н".

Рассмотрите препарат при малом увеличении микроскопа. Расположите препарат на предметном столике таким образом, чтобы вентральная срединная щель находилась внизу, а более светлая и менее заметная дорсальная срединная перегородка располагалась вверху. Выпячивания серого вещества в сторону белого (получившие название рогов серого вещества) располагаются в этом случае таким образом, что вверху находятся более узкие задние рога, а внизу - короткие широкие передние рога. Между ними локализована промежуточная зона серого вещества и ее выпячивания - боковые рога. Самые крупные мультиполярные нейрокиты спинного мозга расположены в вентральных рогах, где они формируют двигательные (моторные) ядра, которые подразделяются на латеральную и медиальную группы. В боковых рогах локализуются нейрокиты латерального промежуточного ядра. У основания заднего рога расположены нейрокиты дорсального (грудного) ядра, а дорсолатеральнее от последнего (в середине заднего рога) - нейрокиты собственного ядра заднего рога. В промежуточной зоне серого вещества кроме нейрокитов латерального промежуточного ядра расположены нейрокиты медиального промежуточного ядра. Правую и левую половины серого вещества соединяет серая спайка (комиссура), в которой хорошо заметно отверстие поперечного среза центрального спинномозгового канала.

Рассмотрите белое вещество спинного мозга, которое снаружи окружено мягкой мозговой оболочкой, образованной тонким слоем соединительной ткани. Обратите внимание на поперечные срезы миелиновых нервных волокон, осевые цилиндры которых представлены в виде темных точек, а миелиновые оболочки, окружающие осевые цилиндры, выглядят светлыми. Рассмотрите глиальные перегородки (септы), которые образованы отростками волокнистых астроцитов, проникающими из серого вещества в белое. Они выглядят как темные, извитые, часто разветвляющиеся лучи, истончающиеся по мере приближения к периферии белого вещества. Установите объектив

большого увеличения и рассмотрите структуру пучков миелиновых нервных волокон белого вещества).

Зарисовать срез спинного мозга (вид при малом увеличении).

Обозначения на рисунке:

1) мягкая мозговая оболочка; 2) белое вещество; 3) серое вещество; 4) передняя срединная щель; 5) дорсальная срединная перегородка; 6) передний рог; 7) задний рог; 8) боковой рог; 9) двигательное ядро переднего рога; 10) латеральное промежуточное ядро; 11) медиальное промежуточное ядро; 12) дорсальное (грудное) ядро; 13) собственное ядро заднего рога; 14) серая спайка; 15) центральный спинномозговой канал; 16) глиальные септы; 17) канатики белого вещества.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные морфологические образования нервной системы
2. Как подразделяется нервная система с учетом физиологических критериев?
3. Что представляет собой морфологический субстрат деятельности нервной системы? Какова его структура (поэлементный состав)?
4. Как устроен периферический нерв?
5. Охарактеризуйте соединительнотканые структуры нерва.
6. Что представляет собой нервный узел (ганглий)?
7. Охарактеризуйте строение спинномозгового узла.
8. Какие типы нейроцитов входят в состав спинномозгового узла. Какое место они занимают в структуре рефлекторной дуги?
9. Куда направляются аксоны и дендриты нейроцитов спинномозговых узлов?
10. Какие типы нейроглиоцитов встречаются в спинномозговом узле?
11. Охарактеризуйте морфофункциональную организацию спинного мозга.
12. Каковы топографические и функциональные особенности ядер серого вещества спинного мозга?
13. Куда следуют аксоны нейроцитов двигательных ядер серого вещества спинного мозга?
14. Какие виды нейроглии свойственны структурам спинного мозга?

Ситуационные задачи

1. Поперечный срез периферического нерва окрашен специальным красителем для соединительной ткани, который не окрашивает структуры нервной ткани. Как будет выглядеть такой срез нерва в световом микроскопе?
2. При патологоанатомических исследованиях на срезах спинномозгового узла обнаружена деструкция (дегенерация) нервных волокон переднего (вентрального) корешка. Какие функциональные нарушения могли при этом отмечаться в организме?
3. Заболевание полиомиелитом, сопровождающееся поражениями спинного мозга, приводит к нарушениям функции скелетных мышц. В каких

ядрах серого вещества могут отмечаться при этом деструктивные изменения нейроцитов?

4. На поперечных срезах спинного мозга, импрегнированных азотно-кислым серебром, обнаружено отсутствие глиальных септ в белом веществе. Следствием деструктивных изменений каких клеток и (или) волокон это могло явиться?

5. У экспериментального животного перерезан спинномозговой нерв. Какие отростки (и каких нейроцитов) при этом повреждены?

6. В ходе эксперимента у животного перерезан задний корешок спинного мозга. Что можно наблюдать на изготовленных после этого гистопрепаратах продольного среза: а) переднего корешка; б) заднего корешка, сохранившего связь со спинным мозгом; в) заднего корешка, сохранившего связь со спинномозговым ганглием?

1.2 Головной мозг. Вегетативная нервная система.

Головной мозг образован серым и белым веществом. Большая часть серого вещества располагается на поверхности большого мозга и мозжечка, формируя их кору. Меньшая часть серого вещества формирует ядра ствола мозга.

Ствол мозга

Ствол мозга включает продолговатый мозг, мост, средний мозг, промежуточный мозг, базальную часть конечного мозга. Ствол имеет внутренний аппарат, обеспечивающий связь между его составными частями. Он содержит ядра, которые переключают нервные импульсы, восходящие к коре полушарий и мозжечку и нисходящие от коры в ствол и далее в спинной мозг.

Клетки ядер серого вещества представлены тремя группами мультиполярных нейроцитов: моторными, чувствительными и ассоциативными.

Продолговатый мозг содержит двигательные и чувствительные ядра черепномозговых нервов, которые расположены преимущественно в области дна IV мозгового желудочка. Кроме них в продолговатом мозге находятся ядра, переключающие импульсы на другие отделы головного мозга. К ним относятся нижние оливы, содержащие крупные мультиполярные нейроциты. Их нейриты образуют синапсы на клетках мозжечка и зрительного бугра. В центре продолговатого мозга располагается ретикулярная формация - важный координационный аппарат головного мозга. Она представлена мелкими группами мультиполярных нейроцитов, расположенными в сплетениях нервных волокон.

Белое вещество располагается в продолговатом мозге преимущественно вентрально: пирамиды продолговатого мозга.

Мост содержит массу поперечно-ориентированных нервных волокон и лежащих между ними нейроцитов.

Средний мозг представлен: а) четверохолмием, которое состоит из серого вещества; б) покрышкой, которая содержит центральное серое вещество, образованное крупными мультиполярными и мелкими веретенообразными

ми нейронами, а также нервными волокнами; в) ножек мозга - большого количества миелиновых нервных волокон, идущих от коры большого мозга.

Промежуточный мозг содержит зрительный бугор, вентральное которого расположена подбугровая (гипоталамическая) область. Зрительный бугор включает ядра, отграниченные друг от друга белым веществом. В вентральных ядрах таламической области заканчиваются восходящие чувствительные нервные пути, от них нервные импульсы направляются в кору полушарий головного мозга.

Мозжечок состоит из трех пар ножек, которые образованы афферентными и эфферентными проводящими путями. Серое вещество формирует кору мозжечка и ядра, локализованные в его белом веществе.

Кора мозжечка представлена тремя слоями: молекулярным (наружным), ганглионарным слоем или слоем грушевидных клеток (средним), и зернистым (внутренним) слоем.

Ганглионарный слой представлен одним рядом крупных грушевидных нейроцитов. Их аксоны (нейриты) образуют миелиновые нервные волокна, которые направляются в белое вещество к подкорковым ядрам мозжечка. В пределах зернистого слоя аксоны отдают ответвления (коллатерали), которые возвращаются в ганглионарный слой и образуют синапсы на грушевидных клетках. Дендриты грушевидных клеток пронизывают молекулярный слой, обильно разветвляясь.

Молекулярный слой коры мозжечка содержит корзинчатые и звездчатые тормозные нейроны. Небольшие по диаметру (10-20 мкм) корзинчатые клетки посылают аксоны на длинные расстояния. Они проходят преимущественно поперек извилин коры и образуют ответвления к телам грушевидных клеток, заканчивающиеся оплетающими тела этих клеток "корзинками". Мелкие звездчатые клетки молекулярного слоя имеют короткие дендриты; их нейриты образуют синапсы на дендритах грушевидных клеток. Крупные звездчатые клетки характеризуются длинными, сильно разветвленными нейритами и дендритами. Концевые ветви их дендритов контактируют как с дендритами, так и с телами грушевидных клеток, включаясь в состав их перичеселлюлярных "корзинок". Звездчатые и корзинчатые клетки передают тормозные импульсы на грушевидные клетки коры мозжечка в плоскости поперечной извилины.

В зернистом слое коры мозжечка различают клетки-зерна и два вида звездчатых клеток Гольджи. Маленькие, бедные цитоплазмой клетки-зерна имеют относительно крупное зерно. Характерные для них 3-4 коротких дендрита заканчиваются ветвлением в виде лапки птицы. На них оканчиваются приходящие в кору возбуждающие моховидные волокна. Нейриты клеток-зерен поступают в молекулярный слой коры и в нем Т-образно делятся на две ветви, ориентированные вдоль извилин, параллельно поверхности коры. Они образуют синапсы с дендритами корзинчатых и грушевидных клеток, которым передают возбуждение от моховидных волокон.

Звездчатые клетки Гольджи с короткими нейритами лежат вблизи ганглиозного слоя. Они посылают дендриты в молекулярный слой, где они

образуют синапсы с параллельными волокнами (аксонами клеток-зерен). Нейриты этих звездчатых клеток образуют тормозные синапсы на концевых отделах дендритов клеток-зерен, проксимальнее синапсов моховидных волокон. Тем самым они блокируют поступление возбуждающих импульсов с моховидных волокон на клетки-зерна.

Звездчатые клетки Гольджи второго вида - клетки с длинными нейритами. Их дендриты ветвятся в зернистом слое, а нейрит уходит в белое вещество мозжечка. В кору мозжечка поступают два вида нервных волокон: моховидные и лазающие.

Моховидные волокна заканчиваются синапсами в "клубочках" мозжечка (на дендритах клеток-зерен). Лазающие волокна пересекают зернистый слой и по дендритам грушевидных клеток поднимаются в молекулярный слой, где образуют синапсы на ветвях этих дендритов. Нейроглия коры мозжечка представлена волокнистыми и плазматическими астроцитами.

Кора полушарий головного мозга образована серым веществом толщиной около 3 мм, которое состоит из нескольких слоев клеток, различных по форме, размерам и функциональному значению. Наиболее специфичны клетки пирамидальной формы. Они имеют вытянутую пирамидальную форму с вершиной, обращенной к поверхности мозга. От вершины и боковых поверхностей пирамидных клеток отходят дендриты. От расширенного основания тела клетки берет начало нейрит, заканчивающийся синапсом в сером веществе или уходящий в белое вещество. Кроме пирамидного типа клеток в коре встречаются клетки звездчатой, веретенообразной и др. формы.

Нейроциты коры полушарий большого мозга расположены слоями с нечеткими границами, структура которых и общее количество варьируют в различных участках коры.

В двигательной зоне коры различают 6 основных слоев:

1. Молекулярный слой образован сетью нервных волокон и отдельными мелкими нейроцитами преимущественно веретеновидной формы.

2. Наружный зернистый слой содержит мелкие нейроциты диаметром около 10 мкм, овальной, угловатой, звездчатой или пирамидальной формы. Дендриты этих клеток уходят в молекулярный слой, а нейриты направляются в белое вещество и, частично, в сплетение волокон молекулярного слоя.

3. Пирамидный слой (слой пирамидных нейроцитов) особенно хорошо развит в прецентральной извилине. Его клетки имеют пирамидальную форму. Размеры клеток возрастают по направлению от периферии в центр, изменяясь в пределах 10-40 мкм. От верхушки клетки начинается дендрит, который разветвляется в молекулярном слое. Отходящие от основания более мелких клеток нейриты не выходят за пределы коры. Нейриты более крупных пирамид образуют ассоциативные или комиссуральные волокна, направляющиеся в белое вещество.

4. Внутренний зернистый слой развит слабо в двигательной зоне и, наоборот, хорошо выражен в зрительной зоне. Он содержит мелкие звездчатые

и пирамидальные клетки, а также большое количество нервных волокон, ориентированных горизонтально.

5. Ганглионарный слой содержит крупные нейроны пирамидальной формы, высотой до 140 мкм, шириной до 80 мкм. Нейроны этих клеток направляются в составе кортикоспинальных путей в различные отделы ствола мозга и спинного мозга.

6. Слой полиморфных клеток включает нейроны различной, преимущественно веретеновидной формы и размеров. Более крупные клетки сосредоточены во внешней зоне этого слоя. Дендриты этих клеток уходят в молекулярный слой, а нейроны направляются в белое вещество, входя в состав эфферентных путей головного мозга.

Вегетативная нервная система.

Вегетативный отдел нервной системы включает высшие вегетативные центры, локализованные в промежуточном мозге в области III желудочка, вегетативные ядра серого вещества ствола мозга и спинного мозга, а также периферические нервные ганглии. Вегетативная нервная система представлена парасимпатическим и симпатическим отделами. Парасимпатический отдел включает ядра черепномозговых нервов, крестцового участка спинного мозга и нейроны связанных с ними ганглиев. Симпатический отдел объединяет нейроны грудного и поясничного отделов спинного мозга и связанные с ними превертебральные и паравертебральные ганглии.

Эфферентное звено вегетативных рефлекторных дуг включает 2 нейрона. Центральный (первый) нейрон всегда располагается в ядрах головного или спинного мозга. Периферический (второй) нейрон симпатического отдела лежит в превертебральных или паравертебральных узлах. Второй нейрон парасимпатического отдела локализуется в ганглиях самого органа, или вблизи него.

В симпатических нервных узлах расположены мультиполярные нейроны и группы мелких МИФ-клеток, интенсивно флуорисцирующих, содержащих группы мелких гранул. Они имеют короткие отростки. Предполагают, что они, возбуждаясь, выделяют катехоламины, тормозящие передачу нервного импульса с преганглионарных волокон на симпатические нейроны узла.

В ганглиях нервных сплетений полых органов (пищеварительный тракт, сердце, мочевой пузырь и др.) - интрамуральных ганглиях располагаются 3 морфологические типа клеток.

Клетки первого типа (по Догелю) - нейроны с длинными аксонами и многочисленными ветвящимися дендритами.

Клетки второго типа - равноотросчатые нейроны содержат несколько отростков, среди которых трудно определить аксон. Экспериментально установлено, что аксон заканчивается синапсом на клетках первого типа.

Клетки третьего типа образуют синапсы с дендритами нейронов соседних ганглиев.

Программные вопросы

1. Общая морфофункциональная организация головного мозга.
2. Источники развития и принципы организации серого и белого вещества ствола головного мозга.
3. Строение и функции продолговатого мозга.
4. Морфофункциональная организация среднего и промежуточного мозга.
5. Морфофункциональная характеристика больших полушарий, особенности их строения в двигательной и чувствительной зонах.
6. Миелоархитектоника коры больших полушарий. Возрастные изменения коры.
7. Нейронный состав и функциональные особенности коры мозжечка.
8. Афферентные и эфферентные нервные волокна мозжечка. Межнейронные связи в коре мозжечка.
9. Регенерация органов центральной нервной системы.
10. Морфофункциональная характеристика отделов автономной (вегетативной) нервной системы.
11. Строение ядер центральных отделов, экстра- и интрамуральных ганглиев автономной нервной системы.
12. Особенности структуры и значение гемато-энцефалического барьера.

Задачи занятия

1. Изучить строение коры мозжечка и особенности межнейронных связей в ней.
2. Научиться различать на срезе мозжечка кору, белое вещество, слои коры и характерные для них нейроны.
3. Изучить строение коры большого мозга.
4. Научиться различать слои и типы нейроцитов в коре больших полушарий головного мозга.
5. Изучить структуру рефлекторной дуги вегетативной нервной системы и уметь воспроизводить ее на схеме.

Объекты изучения (микропрепараты)

1. Кора мозжечка (импрегнация азотнокислым серебром)

При малом увеличении микроскопа рассмотрите срезы извилин коры мозжечка, обратив внимание на периферическое расположение серого вещества. Найдите более светлый участок среза, на котором хорошо просматривается извилистый ряд грушевидных клеток. При большом увеличении рассмотрите ганглионарный слой коры мозжечка, в котором хорошо видны тела крупных нейроцитов грушевидной или округлой формы. Обратите внимание на основания их дендритов, отходящие от наружного полюса клетки, ядра грушевидных клеток и сеть тонких темных волокон, оплетающих тела грушевидных клеток ("корзиночки"). Последние являются перичеселлюлярными окончаниями коллатералей нейроцитов корзинчатых клеток. В молекулярном

(наружном) слое коры мозжечка можно увидеть темные уплощенные ядра корзинчатых клеток и более округлые ядра нейроглиоцитов. В зернистом слое можно увидеть лишь плотные скопления округлых ядер клеток-зерен и осевые цилиндры нервных волокон. В центральной части извилин расположено белое вещество, в котором можно изредка увидеть группы мультиполярных нейроцитов - подкорковые узлы мозжечка.

Зарисуйте участок среза, включающий кору и белое вещество мозжечка.

Обозначения на рисунке: 1) кора мозжечка; 2) молекулярный слой; 3) ганглиозный слой; 4) зернистый слой; 5) грушевидные клетки; 6) дендриты грушевидных клеток; 7) перичеселлюлярные окончания корзинчатых клеток - "корзиночки"; 8) ядра корзинчатых клеток молекулярного слоя; 9) ядра клеток-зерен зернистого слоя; 10) белое вещество полушарий мозжечка.

2. Кора больших полушарий головного мозга (импрегнация солями серебра по методу Кахаля)

Рассмотрите препарат невооруженным глазом на светлом фоне. На периферии извилин располагается темный слой серого вещества, в глубине извилин - более светлый слой белого вещества. При слабом увеличении микроскопа рассмотрите весь срез, перемещая препарат на предметном столике. Найдите участок извилины с хорошо окрашенными и отчетливо видимыми клетками. Ориентиром лучше всего могут служить крупные пирамидальные клетки более глубокого (пятого) слоя коры. Обратите внимание на отсутствие четких границ между слоями коры больших полушарий. Переместите в центр поля зрения участок поверхностного слоя коры и установите объектив большого увеличения. Первый (самый наружный) слой, получивший название молекулярного, беден клетками. Второй (наружный зернистый) слой содержит мелкие нейроны угловатой, округлой или пирамидальной формы размером около 10 мкм. Самым толстым слоем коры является следующий, пирамидный слой, в котором локализованы пирамидные клетки, размер которых увеличивается по мере удаления от по верхностной зоны слоя, а в целом колеблется от 10 до 40 мкм. Четвертый слой (внутренний зернистый) формируют преимущественно мелкие звездчатые нейроны и горизонтально ориентированные волокна. Рассмотреть этот слой легче, если предварительно выделить пятый (ганглионарный) слой с гигантскими пирамидными нейронами (клетками Беца) высотой до 140 мкм. От боковых поверхностей и вершины последних отходят дендриты, от основания пирамид - нейриты. Самый внутренний (шестой) слой - слой полиморфных клеток содержит нейроны различной (преимущественно веретеновидной) формы. По направлению к белому веществу полушарий размеры клеток этого слоя уменьшаются. Белое вещество образовано в основном миелиновыми нервными волокнами. В составе коры и белого вещества можно наблюдать ядра глиоцитов.

Зарисовать участок среза, включающий всю толщу коры и часть белого вещества.

Обозначения на рисунке:

1) кора больших полушарий; 2) белое вещество; 3) молекулярный слой; 4) наружный зернистый слой; 5) слой пирамидных нейроцитов (пирамидный слой); 6) внутренний зернистый слой; 7) ганглионарный слой; 8) слой полиморфных клеток.

Контрольные вопросы

1. Охарактеризовать источники и этапы развития ствола головного мозга.
2. Каковы особенности взаимного расположения серого и белого вещества в головном мозге?
3. Дайте общую морфофункциональную характеристику ствола мозга.
4. Охарактеризуйте микроморфологию продолговатого мозга.
5. Объясните особенности микроструктуры среднего мозга.
6. Охарактеризуйте морфофункциональную организацию промежуточного мозга.
7. Охарактеризуйте микроскопическое строение и функциональные особенности мозжечка.
8. Каковы особенности нейронного состава коры мозжечка?
9. Дайте детальную характеристику межнейронных связей мозжечка.
10. Назовите афферентные и эфферентные нервные волокна мозжечка.
11. Дайте общую характеристику морфофункциональной организации коры больших полушарий.
12. Каковы особенности строения коры больших полушарий в двигательной и чувствительной зонах?
13. Охарактеризуйте цитоархитектонику коры больших полушарий.
14. Каковы особенности миелоархитектоники больших полушарий головного мозга?
15. Какие изменения претерпевает кора больших полушарий с возрастом?
16. Каковы регенерационные возможности органов центральной нервной системы?
17. Охарактеризуйте отделы автономной (вегетативной) нервной системы?
18. Чем представлены центральные отделы автономной нервной системы?
19. Дайте характеристику микроструктуры и функциональных особенностей экстра- и интрамуральных ганглиев автономной нервной системы.
20. Каковы особенности функции и микроскопической структуры гемато-энцефалического барьера?

Ситуационные задачи

1. На микрофотографиях коры мозжечка обнаружены деструктивные изменения синапсов в виде корзиночек на телах грушевидных нейроцитов. Следствием повреждения каких нейроцитов это могло явиться?

2. На гистологических препаратах обнаружена полная (валлеровская) дегенерация моховидных и лазающих волокон. Какие синапсы (в каких отделах коры мозжечка) не функционировали у соответствующего подопытного животного?

3. У экспериментального животного оказался поврежденным зернистый слой коры мозжечка. Функция каких синапсов была в связи с этим также нарушенной? Сказывается ли это на функционировании ганглионарного слоя коры мозжечка?

4. Два препарата из различных участков коры больших полушарий оказались без этикеток. Один отличается почти неразвитыми зернистыми слоями и хорошо видимым пятым (ганглионарным) слоем, на другом отмечается обратное соотношение: очень хорошо развиты внутренний и наружный зернистые слои, но отсутствуют гигантские пирамиды (клетки Беца). Какой из этих препаратов приготовлен из двигательной зоны коры, а какой - из ассоциативной?

5. При судебно-медицинском исследовании гистологических препаратов коры области прецентральной извилины полушарий головного мозга погибшего человека было обнаружено увеличенное содержание клеток нейроглии и небольшое содержание нейроцитов в пятом слое. Какое нарушение функций могло быть характерно больному до гибели?

6. У экспериментального животного повреждены волокна проводящих путей в пределах продолговатого мозга. В результате развился паралич задних конечностей. Где находятся нейроны, аксоны которых оказались поврежденными?

ТЕМА 2. СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА

Общая морфо-функциональная характеристика сердечно-сосудистой системы

Функцию транспорта питательных веществ, газов, биологически активных веществ и других продуктов метаболизма, тепловой энергии и компонентов крови осуществляет в организме сердечно-сосудистая система. Она представлена сердцем, кровеносными и лимфатическими сосудами. Кровеносные сосуды сравнимы с системой полых эластических трубок различного диаметра, строение стенки которых тесно связано с условиями гемодинамики (кровяное давление, скорость кровотока) и выполняемой сосудом функцией, в частности участием (или же неучастием) в обмене веществ между кровью и тканями. Среди сосудов различают артерии, артериолы, гемокапилляры, вены, вены и артериоло-венулярные анастомозы. Особое значение глубокого знания гистологической структуры сердца и сосудов в подготовке врача определяется широким распространением сердечно-сосудистых заболеваний, которые продолжают удерживать лидерство среди причин преждевременной смерти человека.

Развитие сердечно-сосудистой системы

В начале третьей недели эмбриогенеза мезодермальные клетки в стенке желточного мешка аллантаоиса, хориона дифференцируются в клетки крови и внезародышевые кровеносные сосуды. Сначала сосуды имеют вид замкнутых пузырьков, стенка их состоит из плоских мезенхимных клеток, которые дают начало эндотелию, а внутри находятся первичные клетки крови. Далее эти пузырьки вытягиваются в трубки, которые анастомозируют друг с другом и устанавливают связь с сосудами зародыша. Сосуды зародыша формируются подобным образом и несколько позже.

Закладка сердца возникает в середине третьей недели, зародыш еще не отделен от внезародышевых частей и кишечная энтодерма переходит в стенку желточного мешка.

В мезенхиме между энтодермой и висцеральным листком спланхнотомы образуются две трубки, выстланные эндотелием. Эти трубки представляют собой закладку эндокарда. Т.о., сердце закладывается в виде парного органа на уровне еще незамкнутой первичной кишки. По мере роста трубки эндокарда вдаются в полость тела и окружаются висцеральным листком спланхнотомы, который утолщается и дает начало миоэпикардальным пластинкам. При обособлении тела зародыша и смыкании кишечной трубки обе закладки сближаются и располагаются рядом. Перегородка между ними исчезает и они срастаются. Затем срастаются миоэпикардальные пластинки. Возникает единая закладка сердца, которая имеет вид двуслойной трубки. Внутренний слой - закладка эндокарда. Миоэпикардальная пластинка дает начало миокарду и эпикарду. Парные полости тела сливаются, окружающие закладку сердца, объединяются в общую перикардальную полость.

В результате быстрого роста сердечная трубка изгибается и разделяется на отделы. Задний, расширенный конец трубки образует венозный синус, в него открываются крупные вены (пупочные и желточные). Кпереди от него возникает зачаток предсердий, а изогнутая средняя часть сердечной трубки образует зачаток желудочка.

На пятой неделе предсердие и желудочек разделяются на две половины с помощью двух перегородок. Разделение сердца на две половины сопровождается разделением артериального ствола на аорту и легочный ствол. Во внутренней оболочке этих сосудов возникают три небольших бугорка, которые выступают в просвет сосуда и далее они превращаются в полулунные клапаны аорты и легочной артерии.

Предсердно-желудочковые клапаны формируются в области отверстий между предсердиями и желудочками из утолщений эндокарда.

Параллельно с этим в стенках предсердий и желудочков происходит дифференцирование клеток миоэпикардальной пластинки в сердечную мышечную ткань и эпикард.

Артериальный ствол, выходя из сердца, делится на два артериальных сосуда, которые огибают снизу переднюю кишку и доходят до первых жаберных дуг - это первичные восходящие аорты. Проходя через жаберные дуги, они возвращаются на дорсальную сторону зародыша и превращаются в две спинные аорты, которые идут по бокам хорды в каудальном направле-

нии. Из шести пар жаберных аортальных дуг сохраняются дуги, которые образуют сонные артерии, и дуга аорты. Спинные аорты дают ветви - желточные и пупочные артерии.

На ранних стадиях развития стенки даже крупных сосудов тонкие и состоят из одного эндотелия. К концу второго месяца в стенке аорты появляются мышечные элементы и эластические волокна.

В течение третьего-четвертого месяца толщина стенки аорты и других крупных сосудов возрастает за счет образования эластических мембран. Особенности формирования стенок кровеносных сосудов зародыша обусловлены функциональными условиями, в которых развивается сосуд.

Артерии и вены

Кровеносные сосуды, несущие кровь от сердца к различным тканям и органам, называются артериями. Артерии кровоснабжают стенки тела и внутренние органы. Венами называются сосуды, собирающие кровь из тканей и доставляющие ее в сердце.

Артерии классифицируют на три основных типа: артерии эластического типа, артерии мышечного типа, артерии смешанного типа или мышечно-эластические. Стенка артерий образована тремя оболочками: внутренней, средней и наружной.

Артерии эластического типа - это крупные кровеносные сосуды - аорта и легочный ствол. Внутренняя оболочка артерии эластического типа состоит из эндотелия и подэндотелиального слоя.

Эндотелий артерии состоит из клеток (эндотелиоцитов) различной формы, размеров, которые располагаются на базальной мембране. Подэндотелиальный слой образован рыхлой тонкофибриллярной соединительной тканью, содержащей клетки звездчатой формы и отдельные гладкие миоциты. Аморфное вещество этого слоя содержит большое количество гликозаминогликанов и фосфолипидов. Это вещество играет большую роль в трофике и обеспечивает проницаемость стенки сосуда. Толщина подэндотелиального слоя составляет 15-20% от толщины всей стенки аорты. На границе подэндотелиального слоя и средней оболочки располагается густое сплетение эластических волокон.

Внутренняя оболочка аорты в месте отхождения от сердца образует три "полулунных клапана".

Средняя оболочка аорты образована эластическими окончатыми мембранами (40-50 шт.), которые связаны эластическими волокнами. Между эластическими мембранами располагаются единичные гладкие миоциты, которые имеют косое направление. Присутствие в средней оболочке артерий большого количества эластических волокон делает ее высокоэластичной и поддерживает тонус артерии во время диастолы.

Наружная оболочка образована рыхлой волокнистой соединительной тканью, которая содержит толстые эластические и коллагеновые волокна, имеющие продольное направление.

В средней и наружной оболочках эластических артерий проходят питающие сосуды и нервные стволы.

Артерии мышечного типа осуществляют кровоснабжение различных частей тела.

Внутренняя оболочка артерий этого типа состоит из эндотелия с базальной мембраной и подэндотелиального слоя. Подэндотелиальный слой образован коллагеновыми и эластическими волокнами и клетками соединительной ткани. На границе со средней оболочкой расположена внутренняя эластическая мембрана.

Средняя оболочка состоит из пучков гладких миоцитов, расположенных по спирали. Между ними проходят тонкие эластические волокна внутренней и наружной оболочек, создавая единый эластический каркас. На границе средней и наружной оболочек имеется наружная эластическая мембрана.

Наружная оболочка состоит из рыхлой волокнистой соединительной ткани. Волокна этой оболочки имеют преимущественно косое и продольное направление. В наружной оболочке часто обнаруживаются нервы и кровеносные сосуды.

Артерии смешанного или мышечно-эластического типа.

Артерии этого типа совмещают в своем строении признаки артерий мышечного и эластического типов, например, сонная и подключичная артерии.

Внутренняя оболочка состоит из эндотелия с базальной мембраной, подэндотелиального слоя и внутренней эластической мембраны.

Средняя оболочка артерий смешанного типа состоит из равного количества гладких миоцитов и эластических волокон.

Наружная оболочка состоит из двух слоев: внутреннего, который содержит пучки гладких миоцитов, и наружного, состоящего из коллагеновых и эластических волокон и клеток соединительной ткани. В наружной оболочке присутствуют сосуды сосудов и нервные волокна.

Артерии этого типа обладают высокими эластическими свойствами.

Вены

В зависимости от присутствия и степени развития мышечных элементов вены классифицируют на 2 типа: вены волокнистого и вены мышечного типа.

Вены волокнистого типа. *Внутренняя оболочка* состоит из эндотелиальных клеток, расположенных на базальной мембране. *Средняя оболочка* отсутствует. За базальной мембраной располагается тонкий слой рыхлой волокнистой соединительной ткани, которая срастается с окружающими тканями. К венам этого типа относятся вены мягкой и твердой мозговой оболочки, сетчатки глаза, селезенки, костей, плаценты.

Вены мышечного типа по степени развития мышечных элементов подразделяются на вены со слабым развитием мышечных элементов, вены со

средним развитием мышечных элементов и вены с сильным развитием мышечных элементов.

Вены со слабым развитием мышечных элементов (до 1-2 мм в диаметре) характеризуются небольшим содержанием гладких миоцитов в средней оболочке. К венам этого типа относятся вены верхней части туловища, шеи и лица, верхняя полая вена.

Вены со средним развитием мышечных элементов.

Внутренняя оболочка образована эндотелием и подэндотелиальным слоем, в котором имеются отдельные продольно расположенные гладкие мышечные клетки. На границе со средней оболочкой располагается сеть эластичных волокон.

Средняя оболочка образована циркулярно расположенными пучками гладких миоцитов. Между ними располагаются прослойки соединительной ткани.

Наружная оболочка образована рыхлой волокнистой соединительной тканью с единичными гладкими миоцитами. Эластические волокна всех оболочек вены образуют единый эластический каркас. К венам этого типа относится плечевая вена.

Вены с сильным развитием мышечных элементов.

Внутренняя оболочка образована эндотелием и подэндотелиальным слоем. Внутренняя оболочка образует клапаны, у основания которых находится небольшое количество гладких миоцитов.

Средняя оболочка образована пучками циркулярно расположенных гладких миоцитов. Выше основания клапана средняя оболочка истончается, ниже - пучки гладких миоцитов создают утолщения.

Наружная оболочка образована рыхлой волокнистой соединительной тканью, в которой обнаруживаются пучки продольно расположенных гладких миоцитов. К венам этого типа относятся вены нижней половины туловища и ног.

Сосуды микроциркуляторного русла.

Микроциркуляторное русло - это система мелких кровеносных сосудов, которая включает артериолы, гемокapилляры, венулы, артериоло-венулярные анастомозы. Элементы микроциркуляторного русла образуют густую систему анастомозов артериол, капилляров с венулами. Микроциркуляторное русло в разных органах отличается конфигурацией, плотностью расположения сосудов.

Артериолы - это мелкие артерии диаметром 50-100 мкм. Стенка артериолы состоит из трех оболочек: внутренней, средней и наружной.

Внутренняя оболочка состоит из эндотелиоцитов с базальной мембраной. В базальной мембране имеются перфорации, через которые осуществляется взаимодействие эндотелиоцитов и гладких миоцитов средней оболочки.

Средняя оболочка образована 1-3 слоями циркулярно расположенных гладких миоцитов, между которыми располагается небольшое количество эластических волокон.

Наружная оболочка образована рыхлой волокнистой соединительной тканью.

Гемокапилляры - самые мелкие кровеносные сосуды, которые имеют различный диаметр. Размер диаметра определяется органной принадлежностью.

Капилляры диаметром от 4,5 до 7 мкм находятся в поперечно-полосатых мышцах, нервах, легких.

Капилляры диаметром от 7 до 11 мкм - в коже и слизистых оболочках.

Капилляры с диаметром 20-30 мкм и более встречаются в кроветворных органах, печени и железах эндокринной секреции и др. Эти сосуды называют синусоидными капиллярами.

Гемокапилляры в зависимости от особенностей строения стенки классифицируют на три типа.

Капилляры 1-го типа находятся в мышцах, нервах, легких, коже, слизистых оболочках. Стенка капилляра 1-го типа состоит из трех слоев: внутреннего, среднего и наружного. *Внутренний слой* состоит из эндотелиоцитов с микроворсинками, лежащими на непрерывной базальной мембране. *Средний слой* - из перицитов. *Снаружи среднего слоя* расположены адвентициальные клетки, погруженные в аморфный матрикс.

Капилляры 2-го типа находятся в почках, ворсинках кишечника, эндокринных органах. Капилляры этого типа отличаются наличием локальных истончений цитоплазмы эндотелиоцитов (фенестр) и непрерывной базальной мембраны.

Капилляры 3-го типа находятся в селезенке, печени, красном костном мозге и др. Капилляры 3-го типа характеризуются наличием щелевидных отверстий в эндотелии и базальной мембране.

Венулы подразделяются на три типа: посткапиллярные, собирательные и мышечные. Строение стенки посткапиллярных венул сходно со строением стенки капилляров 1-го типа, однако в первой преобладают перициты. В стенке собирательных венул появляются единичные гладкие миоциты и наружная оболочка. Венулы мышечного типа включают один-два слоя гладких миоцитов.

Артериоло-венулярные анастомозы осуществляют прямую связь артерий и вен в обход микроциркуляторного русла и обнаруживаются практически во всех органах. Различают две группы анастомозов: 1) истинные анастомозы (шунты); 2) атипичные анастомозы (полушунты). Истинные анастомозы подразделяются на две подгруппы: а) простые артериоло-венулярные анастомозы (АВА); б) АВА со специальными сократительными устройствами.

Простые артериоло-венулярные анастомозы - соединение при помощи простого короткого сосуда. Регуляция кровотока осуществляется мышечной оболочкой артериолы.

Артериоло-венулярные анастомозы имеют специальные сократительные сфинктеры в виде продольных валиков или подушек в подэндотелиаль-

ном слое. Сокращение мышечных подушечек, выступающих в просвет анастомоза, приводит к прекращению кровотока.

Атипичные анастомозы (полушунты) - это соединение артериол и венул, по которым кровь перетекает через короткий гемокапилляр. Поэтому сбрасываемая кровь в венозное русло является смешанной.

Лимфатические сосуды.

К лимфатическим сосудам относятся лимфатические капилляры, внутри- и внеорганные лимфатические сосуды, главные лимфатические стволы тела - грудной и лимфатические протоки. По лимфатическим сосудам осуществляется движение лимфы.

Лимфатические капилляры собирают лимфу из окружающей ткани. Диаметр лимфатических капилляров в несколько раз превышает диаметр кровеносных капилляров (50-200 мкм). Стенка лимфатического капилляра состоит из эндотелиоцитов. Базальная мембрана и перicyты отсутствуют. Эндотелиоциты капилляра с помощью стропных фиксирующих филаментов связываются с коллагеновыми волокнами окружающей соединительной ткани.

Лимфатические сосуды собирают лимфу из лимфатических капилляров и несут ее в более крупные лимфатические сосуды, которые в свою очередь доставляют лимфу в кровоток.

Строение стенки лимфатических сосудов сходно со строением стенки вен. Лимфатические сосуды классифицируют на мелкие, средние и крупные.

Стенка мелких лимфатических сосудов образована эндотелием, окруженным соединительной тканью.

Стенка средних и крупных лимфатических сосудов состоит из трех оболочек: внутренней, средней и наружной.

Внутренняя оболочка состоит из эндотелиоцитов и пучков коллагеновых волокон, имеющих продольное и косое направление. Внутренняя оболочка образует клапаны, поверхность которых покрыта эндотелиоцитами. Строму этих клапанов формирует соединительная ткань с единичными гладкими миоцитами.

Средняя оболочка образована пучками гладких миоцитов, имеющих продольное и косое направление, и небольшим количеством соединительной ткани.

Наружная оболочка образована рыхлой волокнистой неоформленной соединительной тканью, которая переходит в окружающую соединительную ткань.

Регенерация кровеносных сосудов

При повреждении кровеносных сосудов регенерация начинается с роста эндотелия. Восстановление начинается с активного митотического деления эндотелиоцитов и дефект исчезает. В средней и наружной оболочке поврежденного сосуда развивается плотная соединительная ткань.

Мышечная ткань регенерирует за счет деления гладких миоцитов и дифференцировки миофибробластов соединительной ткани.

Мелкие сосуды регенерируют хорошо. Регенерации крупных сосудов без оперативного вмешательства не происходит.

Лимфатические сосуды после повреждения регенерируют медленнее, чем кровеносные.

Сердце

Сердце - полый мышечный орган, сокращение которого приводит в движение кровь. Стенка сердца образована тремя оболочками: внутренней (эндокард), средней (миокард) и наружной (эпикард).

Эндокард - внутренняя оболочка, которая выстилает предсердия и желудочки, клапаны сердца, сухожильные нити и сосочковые мышцы.

Эндокард образован тремя слоями. *Самый внутренний* - эндотелиальный, под ним находится подэндотелиальный слой, образованный рыхлой соединительной тканью. *Следующий слой* - мышечно-эластический. Он состоит из плотной соединительной ткани с многочисленными эластическими волокнами и небольшим количеством коллагеновых волокон. В наружной части мышечно-эластического слоя располагаются гладкомышечные клетки. *Самый наружный слой* эндокарда состоит из менее оформленной соединительной ткани, содержащей небольшое количество жировых клеток. В этом слое проходят кровеносные сосуды, а в некоторых участках - волокна Пуркине. Соединительная ткань этого слоя переходит в эндомиций миокарда.

Питание клеток эндокарда осуществляется диффузно за счет крови, которая находится в сердце.

Миокард - средняя оболочка сердца, которая образована анастомозирующими сократительными кардиомиоцитами. Атипичные кардиомиоциты образуют проводящую систему сердца. Сократительные кардиомиоциты имеют вытянутую прямоугольную форму, длиной от 50 до 120 мкм, шириной от 12 до 20 мкм. В центральной области кардиомиоцита располагается ядро или два ядра удлинённой формы. Миофибриллы хорошо развиты, располагаются продольно и придают кардиомиоцитам поперечно-исчерченный вид. Кардиомиоциты предсердий и желудочков имеют отличия в ультрамикроскопическом строении. Они обусловлены тем, что кардиомиоциты предсердий испытывают меньшую нагрузку при сокращении. В кардиомиоцитах слабо развита Т-система, имеются специфические гранулы, богатые гликопротеинами, мало митохондрий, миофибрилл, слабо развита саркоплазматическая сеть.

Кардиомиоциты соединяются между собой при помощи вставочных дисков, в которых различают десмосомы, щелевидные контакты, места вплетения миофибрилл в плазмолемму.

Функциональные мышечные волокна миокарда прикрепляются к опорному аппарату сердца. Опорный аппарат образован фиброзными кольцами, которые расположены между предсердиями и желудочками и плотной соединительной тканью в местах выхода крупных сосудов. В прослойках со-

единительной ткани имеется много кровеносных и лимфатических капилляров.

Атипичные кардиомиоциты образуют проводящую систему сердца. Эта система формирует и проводит импульсы к сократительным кардиомиоцитам сердца. **Проводящая система** состоит из синусно-предсердного узла, предсердно-желудочкового узла и предсердно-желудочковой системы и ее разветвлений.

Синусно-предсердный узел - это небольшое скопление особых мышечных волокон, которые окружены фиброэластической соединительной тканью, пронизанной сетью капилляров. Мышечные волокна образованы атипичными кардиомиоцитами или пейсмекеровыми клетками. Цитоплазма этих клеток содержит относительно небольшое число плохо упорядоченных миофибрилл, отсутствует Т-система, но вдоль цитолеммы много пузырьков и caveол. В цитоплазме Р-клеток содержится много ионов кальция, которые обуславливают способность клеток синусного узла генерировать импульсы к сокращению.

Предсердно-желудочковый узел образован переходными клетками. В отличие от Р-клеток, в них более развиты миофибриллы, встречаются короткие Т-трубочки. Эти клетки передают возбуждение к клеткам пучка.

Пучок Гисса. Кардиомиоциты этой системы - крупные клетки диаметром 15 мкм и более. Ядро располагается эксцентрично, а миофибриллы - беспорядочно по периферии клетки. Клетки контактируют друг с другом, образуя щелевидные контакты. Т-система отсутствует. Эти клетки в совокупности образуют ствол пучка и ножки, так называемые "волокна Пуркине". Функция этих клеток состоит в передаче возбуждения от переходных клеток пучка к сократительным кардиомиоцитам.

Эпикард - наружная оболочка сердца, представляет собой висцеральный листок перикарда. Эпикард - типичная серозная оболочка, образованная мезотелием и тонким слоем соединительной ткани. В самой соединительной ткани различают слои коллагеновых и эластических волокон.

Перикард - париетальный листок околосердечной сумки. Перикард образован мезотелием и хорошо развитой соединительной тканью, содержащей много эластических волокон.

Клапаны сердца. В сердце находятся четыре клапана: два предсердно-желудочковых и два полулунных клапана.

К предсердно-желудочковым клапанам относятся двустворчатый и трехстворчатый. Створки этих клапанов образованы эндокардом, в толще которого находится тонкая пластинка плотной соединительной ткани (фиброзная пластинка). Эта пластинка содержит многочисленные эластические волокна, которые вплетаются в фиброзное кольцо сердца.

Поверхность предсердных частей клапанов покрыта эндотелиоцитами, лежащими на базальной мембране, и подэндотелиальным слоем, в котором располагается густое сплетение эластических волокон и пучки гладких миоцитов. У основания клапанов количество мышечных пучков заметно увеличивается.

Желудочковая часть предсердно-желудочковых клапанов имеет выросты, от которых начинаются сухожильные нити. Сухожильные нити состоят из плотной волокнистой соединительной ткани с большим количеством коллагеновых волокон, покрытой тонкой пластинкой эндокарда.

Клапаны аорты и легочного ствола. Створки этих клапанов тоньше, чем у предсердно-желудочковых клапанов. Клапаны аорты и легочного ствола имеют вид карманов. Створки их образованы складками эндокарда. Внутренний слой эндокарда, обращенный к желудочку сердца, образован эндотелием и подэндотелиальным слоем, содержащим фибробласты и пучки коллагеновых волокон. Средний слой тонкий, образованный рыхлой волокнистой соединительной тканью. Наружный слой, который обращен к аорте, содержит коллагеновые волокна и покрыт сверху эндотелием. Коллагеновые и эластические волокна вплетаются в фиброзное кольцо сердца.

Регенерация сердца.

В миокарде физиологическая регенерация осуществляется путем внутриклеточной регенерации, при этом количество кардиомиоцитов не увеличивается. Клетки соединительной ткани во всех оболочках сердца пролиферируют.

Программные вопросы

1. Морфофункциональная характеристика органов сосудистой системы.
2. Эмбриональное развитие кровеносных сосудов.
3. Общие принципы строения и тканевой состав кровеносных сосудов.
4. Особенности строения и функции артерий мышечного, эластического и смешанного типов.
5. Особенности строения и функции вен различного типа.
6. Представление о микроциркуляторном русле.
7. Особенности строения сосудов микроциркуляторного русла.
8. Классификация, строение и функции гемокapилляров. Строение стенки венул.
9. Классификация лимфатических сосудов и их строение.
10. Эмбриогенез сердца.
11. Гистологическое строение стенки сердца и его оболочек.
12. Проводящая система сердца.
13. Кровоснабжение и иннервация сердца.
14. Регенерация тканей сердца.

Задачи занятия

1. Изучить тканевой состав оболочек артерий и научиться идентифицировать различные типы артерий.
2. Изучить тканевой состав оболочки вен.
3. Объяснить общий принцип взаимозависимости строения стенки сосуда и условий гемодинамики.

4. Составить представление об органоспецифичности кровеносных сосудов.
5. Ознакомиться с ходом эмбрионального развития кровеносных сосудов.
6. Научиться идентифицировать на тотальном препарате мягкой мозговой оболочки артерии, артериолы, капилляры, венулы, вены.
7. Изучить строение эндокарда и миокарда сердца.
8. Изучить строение атипичной мышечной ткани ("волокон Пуркине").
9. Охарактеризовать морфофункциональные особенности сократительной и проводящей систем сердца.
10. Объяснить эмбриональное развитие сердца.

Объекты изучения (микропрепараты)

1. Артерия эластического типа (окраска орсеином).

При малом увеличении рассмотрите поперечный срез аорты кошки, обратив внимание на расположение оболочек артерии. Найдите внутреннюю оболочку, переведите объектив на большое увеличение и рассмотрите ее. Под микроскопом вы обнаружите только подэндотелиальный слой, просматривающийся как тонкая прозрачная пластинка рыхлой соединительной ткани, на границе которой заметны тонкие эластические волокна. Эндотелиоциты не видны, так как при окраске орсеином ядра эндотелиоцитов не окрашиваются, так же как и ядра гладких миоцитов, располагающиеся в средней оболочке. За сплетением тонких эластических волокон начинается средняя оболочка артерии. Внимательно рассмотрите при большом увеличении любой участок средней оболочки, постоянно вращая микровинт. Вы увидите блестящие извилистые, достаточно толстые окончательные мембраны, а между ними более тонкие эластические волокна.

Переведите объектив на малое увеличение, найдите наружную оболочку, которая отличается значительно меньшим содержанием эластических волокон, погруженных в рыхлую соединительную ткань. При большом увеличении найдите в этой оболочке сосуды сосудов.

Зарисуйте артерию эластического типа.

Обозначения на рисунке:

1. Внутренняя оболочка: густое сплетение эластических волокон.
2. Средняя оболочка: окончательные эластические мембраны.
3. Наружная оболочка: сосуды сосудов.

2. Артерия мышечного типа (окраска гематоксилин-эозином)

При малом увеличении рассмотрите поперечный срез бедренной артерии. Найдите границу внутренней оболочки со стороны полости артерии и рассмотрите ее на большом увеличении. Вы увидите блестящую извитую мембрану - это внутренняя эластическая мембрана. К мембране прилежит очень тонкий слой прозрачной соединительной ткани - это подэндотелиальный слой. Эндотелий выделить трудно, так как при изготовлении препарата артерии ее внутренняя эластическая мембрана изгибается, разрывая слой эндотелия. Но в некоторых участках эндотелий можно обнаружить по наличию

ядер (границы клеток не видны). Переведите объектив снова на малое увеличение и найдите внутреннюю эластическую мембрану, она отделяет внутреннюю оболочку от средней, и рассмотрите ее на большом увеличении.

Выберите любую область средней оболочки и рассмотрите ее при большом увеличении. Вы увидите ядра гладких миоцитов, которые имеют палочковидную или штопорообразную форму.

Если внимательно рассмотреть области вокруг ядер, можно увидеть тонкие прозрачные эластические волокна, которые слегка извиты. Перемещая препарат, вы увидите снова извитую прозрачную мембрану, похожую на внутреннюю эластическую мембрану, но более тонкую и называемую наружной эластической мембраной. Она разделяет среднюю и наружную эластические оболочки.

Обратите внимание на наружную оболочку, состоящую из рыхлой волокнистой соединительной ткани.

Зарисуйте артерию мышечного типа.

Обозначения на рисунке:

1. Внутренняя оболочка:

- а) эндотелий,
- б) подэндотелиальный слой,
- в) внутренняя эластическая мембрана.

2. Средняя оболочка:

- а) гладкие миоциты,
- б) эластические волокна.

3. Наружная оболочка:

- а) наружная эластическая мембрана,
- б) соединительная ткань,
- в) сосуды сосудов.

3. Вена мышечного типа (окраска гематоксилин-эозином)

При малом увеличении рассмотрите поперечный срез бедренной вены мышечного типа. Вы сразу же заметите, что просвет вены сжат и имеет неправильную форму. Обратите внимание на соотношение размеров оболочек: внутренняя и средняя оболочка вместе в 3-4 раза тоньше, чем наружная оболочка.

При малом увеличении найдите внутреннюю оболочку и рассмотрите ее строение при большом увеличении. По краю внутренней оболочки хорошо видны ядра эндотелиоцитов овальной формы. Под ними располагается пластинка прозрачной соединительной ткани - подэндотелиальный слой.

При большом увеличении рассмотрите среднюю оболочку. Хорошо видны ядра гладких миоцитов, имеющие палочковидную форму, и тонкие прослойки рыхлой соединительной ткани.

При рассмотрении наружной оболочки обратите внимание на то, что в ней содержится больше ядер гладких миоцитов.

В средней и наружной оболочках при тщательном рассмотрении можно увидеть сосуды сосудов.

Зарисуйте вену мышечного типа.

Обозначения на рисунке:

1. Внутренняя оболочка:

- а) эндотелий,
- б) подэндотелиальный слой.

2. Средняя оболочка:

- а) гладкие миоциты.

3. Наружная оболочка:

- а) пучки гладких миоцитов,
- б) прослойки соединительной ткани,
- в) сосуды сосудов.

4. Артериолы, венулы и капилляры мягкой мозговой оболочки (окраска гематоксилин-эозином)

При малом увеличении выберите участок препарата, на котором видны мелкие кровеносные сосуды.

При большом увеличении рассмотрите строение артериол, венул и капилляров. Найдите самый мелкий сосуд и внимательно его рассмотрите. Эритроциты располагаются в нем в один ряд цепочкой. В стенке сосуда видны овальные бледные ядра эндотелиоцитов и более темные вытянутые ядра перицитов. Снаружи от перицитов видны адвентициальные клетки. Этот сосуд - капилляр. Стенка венулы имеет такое же строение, но только просвет шире и эритроциты располагаются в несколько рядов. Эритроциты придают венуле желтый цвет.

Артериола - более крупный сосуд. Артериолу можно отличить по наличию циркулярно расположенных гладких миоцитов. Ядра миоцитов проецируются на просвет и придают артериоле поперечно исчерченный вид. Между сосудами видны ядра клеток соединительной ткани.

Зарисуйте артериолу, капилляр и венулу.

Обозначения на рисунке:

1. Артериола:

- а) гладкие миоциты.
2. Капилляр:
- а) эритроциты,
 - б) перициты,
 - в) адвентициальные клетки.

3. Венула:

- а) эритроциты,
- б) эндотелиоциты.

5. Миокард сердца (окраска железным гематоксилином)

При малом увеличении рассмотрите срез миокарда. Обратите внимание на "волокна" мышечной ткани, расположенные слоями. Между ними хорошо

видны прослойки рыхлой соединительной ткани, в которой проходят кровеносные сосуды.

При малом увеличении выберите участок миокарда и рассмотрите его при большом увеличении. Обратите внимание на строение кардиомиоцита. Кардиомиоцит имеет прямоугольную вытянутую форму. В центре хорошо заметно ядро палочковидной формы. Вращая микровинт, рассмотрите поперечную исчерченность, которую придают кардиомиоцитам параллельно расположенные в цитоплазме миофибриллы.

Обратите внимание на вставочные диски и анастомозы. Вставочные диски видны как темные полосы, расположенные перпендикулярно к длинной оси клетки. Анастомозы видны как переплетающиеся между собой кардиомиоциты. Половина миофибрилл одного кардиомиоцита соединяется с половиной миофибрилл другого кардиомиоцита, который в свою очередь переплетается со следующим.

Зарисуйте участок миокарда, включающий "волокно" мышечной ткани в продольном разрезе.

Обозначения на рисунке:

1. Кардиомиоциты в продольном разрезе.
2. Анастомозы.
3. Вставочные диски.
4. "Мышечные" волокна.

б. Волокна Пуркинье (окраска гематоксилин-эозином)

При малом увеличении рассмотрите эндокард и миокард сердца. Между ними группами расположены проводящие кардиомиоциты - волокна Пуркине.

Переведите объектив на большое увеличение и внимательно рассмотрите строение проводящих кардиомиоцитов. Эти клетки имеют округлую или многоугольную форму и большой диаметр. Они окрашены в бледно розовый цвет. Обратите внимание на отсутствие поперечной исчерченности.

Изучите строение эндокарда сердца. При малом увеличении найдите внутреннюю оболочку эндокарда и рассмотрите ее при большом увеличении. Вы увидите ядра овальной и округлой форм, границы клеток не различимы. Эти ядра принадлежат эндотелиоцитам. Под эндотелием находится подэндотелиальный слой, который образован рыхлой соединительной тканью. В этом слое заметны темно-синие ядра, принадлежащие малодифференцированным клеткам. За этим слоем лежит мышечно-эластический слой. Обратите внимание на его строение и, вращая микровинт, рассмотрите. Хорошо видны эластические переплетающиеся извитые волокна, между которыми располагаются ядра палочковидной формы - ядра гладких мышечных клеток. За мышечно-эластическим слоем располагается наружный соединительнотканый слой. В этом слое располагаются толстые волокна соединительной ткани.

Зарисуйте эндокард и миокард.

Обозначения на рисунке:

1. Эндокард:

- а) эндотелий,
- б) подэндотелиальный слой,
- в) мышечно-эластический слой,
- г) наружный слой.

2. Миокард:

- а) проводящие кардиомиоциты (волокна Пуркине),
- б) рабочие кардиомиоциты.

Контрольные вопросы

1. Из каких источников развивается сердце в эмбриогенезе?
2. Какое строение имеют эндокард, миокард и эпикард сердца?
3. Особенности строения сократительной и проводящей мышечной тканей миокарда и их функциональное значение.
4. Особенности строения клапанов сердца.
5. Какое функциональное значение имеют вставочные диски миокарда?
6. Что входит в понятие "микроциркуляторного русла"?
7. Дайте классификацию капилляров, и назовите органы, в которых они встречаются.
8. Какое строение имеют артериоло-венулярные анастомозы и какую функцию они выполняют?
9. Особенности строения лимфатических сосудов.
10. Из каких эмбриональных источников развиваются кровеносные сосуды?
11. Как классифицируются артерии? Приведите примеры.
12. Чем определяются особенности строения стенки артерий?
13. Какое строение имеет стенка эластических артерий?
14. Какое строение имеет стенка артерий мышечного типа?
15. Чем образован эластический каркас артерий эластического и мышечного типов?
16. Как классифицируются вены? Приведите примеры.
17. Чем определяются особенности строения вен?
18. Какие возрастные изменения происходят в кровеносных сосудах?
19. Возможна ли регенерация сосудов? Если возможна, то каким образом она происходит и в каких сосудах?

Ситуационные задачи

1. Два препарата поперечных срезов кровеносных сосудов оказались без этикеток. На одном из них выражены внутренняя и наружная эластические мембраны; в средней оболочке содержится большое количество циркулярно расположенных пучков гладких мышечных клеток.
2. На другом препарате внутренней и наружной эластических мембран нет, толщина средней оболочки меньше и в ней содержится небольшое количество циркулярно расположенных гладких миоцитов. В наружной оболочке видны гладкие миоциты. Просвет сосуда спавшийся. Определите эти сосуды.

3. К каким последствиям может привести накопление минеральных солей в стенке артерий?
4. При чрезмерном растяжении сосуда в нем возникают разрывы стенки. Какие оболочки стенки сосуда легче подвергаются разрыву и почему? К каким последствиям приводят разрывы только внутренней оболочки; внутренней и средней оболочек; всех оболочек?
5. Даны два препарата артерий, окрашенных орсеином. На одном из них хорошо различимы внутренняя и наружная эластические мембраны и эластические волокна во всех трех оболочках; на другом препарате - в средней оболочке большое количество толстых эластических мембран, а также содержатся эластические волокна во всех трех оболочках. К какому типу артерий относятся эти сосуды?
6. Перед вами две электронные микрофотографии кардиомиоцитов. Определите, к какому типу они относятся. На одной микрофотографии кардиомиоциты имеют прямоугольную форму, в центральной части расположено 1 ядро овальной формы, миофибриллы располагаются продольно, видны многочисленные митохондрии. На другой микрофотографии кардиомиоцит имеет многоугольную форму, небольшое количество миофибрилл, беспорядочно расположенных в цитоплазме; митохондрии небольшие и немногочисленные; отсутствует Т-система.
7. На тотальном препарате хорошо различимы сосуды: в стенке одного из них видны циркулярно расположенные в 1-2 ряда гладкие миоциты, которые придают им вид поперечной исчерченности; в стенке другого гладких миоцитов нет, но в просвете можно увидеть от 2 до 8 рядов эритроцитов. Назовите эти сосуды.
8. На препарате миокарда обнаружены единичные соединительнотканые рубцы. Чем может быть вызвано их появление? О каких свойствах сердечной мышцы свидетельствует появление рубца?
9. Яд змей, содержащий гиалуронидазу, легко проникает сквозь стенку капилляра. Какие изменения структуры капиллярной стенки, усиливающие ее проницаемость, может вызвать змеиный яд?
10. На препарате в области артериоло-венулярного анастомоза хорошо виден короткий сосуд капиллярного типа. К какому типу относится этот анастомоз? Какая кровь по нему протекает (артериальная или смешанная)?
11. На электронной микрофотографии стенки сосуда видны эндотелиоциты. Базальная мембрана отсутствует. От эндотелиоцитов отходят стропные филаменты, которые прикрепляются к коллагеновым волокнам. Как называется такой сосуд?

ТЕМА 3. ОРГАНЫ КРОВЕТВОРЕНИЯ И ИММУННОЙ ЗАЩИТЫ

Общая морфофункциональная характеристика органов кроветворения и иммунной системы

К органам кроветворения и иммунопоэза относятся: костный мозг, селезенка, лимфатические узлы, периферические лимфоидные скопления желудочно-кишечного тракта, тимус (вилочковая железа).

Все эти органы объединяет то, что они:

- пополняют кровь форменными элементами эритроидного, миелоидного, лимфоидного рядов;
- при нарушении гемопоэза в одном из них, другие берут на себя эту функцию;
- благодаря тому, что в них находятся клетки, способные очищать кровь от инородных частиц, бактерий, и клетки, которые вырабатывают антитела против чужеродных антигенов;
- все органы кроветворения могут депонировать кровь;
- строму всех органов образует ретикулярная ткань, и только в тимусе строма образована эпителиальной тканью;

Органы кроветворения, кровь, лимфа, клетки крови, "выселившиеся" в соединительные и эпителиальные ткани, составляют *систему крови*, которая участвует в поддержании гомеостаза внутренней среды организма.

Любой патологический процесс отражается на состоянии крови, что является важным при диагностике заболевания.

Костный мозг

Развитие костного мозга.

Костный мозг впервые появляется на 2ом месяце эмбриональной жизни в ключице. Позднее на 3-м месяце развития, он образуется в плоских костях - в лопатках, затылочной кости, ребрах, грудице, костях основания черепа и позвонках.

Для того, чтобы развился костный мозг, в первую очередь необходимо развитие кости.

Первый этап - образование хрящевого зачатка, имеющего форму кости. С прорастанием кровеносных сосудов начинается следующий этап - замещение хряща костью.

После появления костной манжетки через ее отверстия в полость, которая сформировалась в средней части хрящевого зачатка, прорастают капилляры с периваскулярными мезенхимными клетками, и остеогенные клетки из надкостницы. Из этих трех компонентов образуется строма костного мозга. Из эндотелиоцитов капилляров образуются эндотелиоциты артерий, артериол, венул, синусоидных капилляров.

Периваскулярные мезенхимные клетки, сопровождающие капилляры служат источником фибробластов, ретикулярных клеток, жировых клеток стромы костного мозга.

Остеогенные клетки костного мозга покрывают мертвый хрящ и образуют в нем кость, т.е. ранний костный мозг пронизан костными трабекулами. Как только возникает строма, в ней начинается формирование клеток крови из стволовых клеток, которые циркулируют в крови, а остеогенные клетки

сигнализируют стволовым клеткам о достижении места для поселения, пролиферации и дифференцировки.

Морфофункциональная характеристика костного мозга.

В организме взрослого человека различают красный и мозг желтый костный мозг.

Красный костный мозг является кроветворной частью костного мозга. Он заполняет губчатое вещество плоских костей и эпифизов трубчатых костей. Имеет темно-красный цвет и полужидкую консистенцию. Основной функцией красного мозга является пролиферация и дифференцировка стволовых кроветворных клеток, клеток миелоидного и лимфоидного ряда (эритроцитов, нейтрофилов, эозинофилов, базофилов, моноцитов, тромбоцитов, предшественников Т-лимфоцитов, В-лимфоцитов).

Желтый костный мозг у взрослых находится в диафизах трубчатых костей. Это перерожденная ретикулярная ткань, клетки которой содержат жировые включения. Благодаря наличию в них пигментов липохромов костный мозг имеет желтый цвет. В обычных условиях желтый костный мозг не обладает кроветворной функцией, но в случае больших кровопотерь или при токсических отравлениях организма в нем появляются очаги миелопоэза.

Соотношение красного и желтого костного мозга может меняться в зависимости от условий питания, нервных, эндокринных и других факторов.

Строма костного мозга образована ретикулярной тканью в петлях которой находятся фибробласты, жировые клетки, остеобласты, адвентициальные клетки, сопровождающие синусы. Эти стромальные элементы создают условия, необходимые для пролиферации и самоподдержания стволовых клеток крови. Это:

1. Создание каркаса, удерживающего стволовые и незрелые клетки от выхода в кровяное русло.

2. Остеобласты участвуют в образовании кости, выстилают костномозговые полости.

3. Клетки фибробластического ряда синтезируют межклеточное вещество соединительной ткани, состоящее из коллагенов, гликозаминогликанов, гликопротеинов, протеогликанов.

Гемопоэтические клетки в костном мозге располагаются между петлями ретикулярной ткани и синусами и образуют островки. Протеогликаны, синтезируемые фибробластами, окружают незрелые клетки гранулоцитарного ряда, по мере созревания содержание протеогликанов уменьшается и зрелые клетки могут выходить в кровяное русло. Эритробласты окружают макрофаг, накопивший железо. Это железо используется при образовании гемоглобина. Незрелые эритроциты окружены гликопротеидами, по мере созревания количество гликопротеидов уменьшается и повышается подвижность эритроцитов и осуществляется их выход в кровяное русло. Мегакариобласты и мегакариоциты располагаются в контакте с синусами и периферические части цитоплазмы проникают в синусы через поры - образуя тромбоциты. Лимфоциты и моноциты - также образуют островки вблизи кровеносного сосуда. Стволовые клетки крови локализируются в области эндоста кости.

Регуляция кроветворения.

Регуляция кроветворения осуществляется на уровне стволовых клеток посредством факторов микроокружения, действующих локально в костном мозге, и на уровне клеток-предшественников посредством гуморальных факторов, действующих дистантно.

К гуморальным факторам, контролирующим пролиферацию и дифференцировку предшественников кроветворных клеток относятся: стероидные гормоны, тестостерон, пептидные гормоны (эритропоэтин, тимопоэтин), гемопоэтины. Гуморальные факторы действуют на рецепторы клеток-предшественников и определяют темп пролиферации и направление дифференцировки этих клеток. Гуморальные факторы в основном действуют на клетки, находящиеся на конечных этапах дифференцировки.

Гемопоэз на уровне родоначальных клеток (стволовых) регулируется факторами, зависящими от особенностей структуры и функции кроветворных органов.

Васкуляризация костного мозга.

Артериальное снабжение костного мозга происходит от двух источников:

1. Питающие артерии, проникающие через питательный канал и разветвляются на восходящие и нисходящие артерии.
2. Периостальные артериолы, проникающие в каналы остеонов, затем в эндост и синус.

От восходящих и нисходящих артерий отходят радиальные артериолы, которые проникают в эндост, ветвятся до капилляров и объединяются с капиллярной системой, образуемой при разветвлении периостальных артериол. Часть капилляров в области эндоста продолжается в широкие тонкостенные щелевидными порами синусы костного мозга. Эти синусы собираются в центральный синус, из которого кровь собирается в выносящие вены. Зияние синусов обусловлено тем, что в синусах гидростатическое давление выше, так как диаметр приносящей артерии больше, чем выносящей вены.

Периостальная система капилляров компактного вещества кости также впадает в синусы костного мозга. Проходя через костный матрикс кровь обогащается минеральными солями и регуляторами кроветворения: колониестимулирующими факторами.

Тимус

Развитие тимуса.

Тимус развивается из эпителия глоточной кишки на 5 неделе эмбриогенеза человека. Его зачатки возникают в виде выростов нижней поверхности III пары жаберных карманов. Зачатки, образующиеся из IV пары жаберных карманов, остаются очень маленькими и редуцируются. Т.о. тимус берет начало из 4 зачатков, каждый из которых закладывается как экзокринная железа. Дистальная часть зачатков III пары, простирающаяся до уровня сердца, утолщается, образуя тело железы, а проксимальная часть вытягивается в тяж, соответствующий выводному протоку. В дальнейшем этот зачаточный про-

ток исчезает и железа обособляется от жаберного кармана. Зачаток тела железы, становится массивным зобным тяжем, оба тяжа, правый и левый, сближаются и тесно прилегают друг к другу по средней линии тела. Каудальные части этих тяжей образуют тимус. На 2 месяце утробной жизни зачаток тимуса становится дольчатым. В него врастает мезенхима с кровеносными сосудами. Одновременно в дольках происходит дифференцировка на мозговую и корковую части, причем последняя обильно инфильтруется лимфоцитами, в результате чего тимус становится лимфоэпителиальным органом.

До 2-го месяца утробной жизни, пока зачаток тимуса еще сохраняет вид сплошного массивного тяжа, его эпителиальная природа очевидна.

С 10 недели эпителиальная структура зачатка становится незаметной. Вследствие того, что эпителиальные клетки пласта раздвигаются и связаны друг с другом межклеточными мостиками, приобретая вид рыхлой сети. Между эпителиальными клетками проникают лимфоциты.

Формирование тимуса завершается к концу 4-го месяца утробной жизни, когда в мозговом веществе появляются своеобразные структуры - слоистые эпителиальные тельца (тельца Гассала).

Рост и развитие тимуса продолжается после рождения. Достигает максимального развития в детском возрасте. При достижении полового развития у людей интенсивность роста зобной железы постепенно ослабевает и после 25 лет наступает обратное развитие, ее паренхима замещается жировой тканью. Размер тимуса изменяется с возрастом. Наибольший размер относительно размера тела отличается у плода и в первые 2 года жизни. После наступления половой зрелости начинается инволюция тимуса и по мере старения он медленно уменьшается.

Морфофункциональная характеристика тимуса.

Тимус - это центральный лимфоидный орган, большая часть которого находится в грудной клетке, непосредственно позади рукоятки грудины. Он представляет собой уплощенную розовато-серую массу, примерно треугольной формы с вершечкой, выступающей в области шеи и состоит из двух долей.

Тимус орган в котором осуществляется лимфоцитопоз и иммуногенез предшественников Т-лимфоцитов, которые попадают с кровью и становятся антигензависимыми Т-лимфоцитами. Т-лимфоциты осуществляют реакции клеточного иммунитета и участвуют в регулировании гуморального иммунитета.

Снаружи тимус покрыт соединительнотканной капсулой, от которой внутрь органа отходят септы, разделяющие его паренхиму на дольки разного размера. В каждой дольке различается корковое и мозговое вещество.

Основу мозгового вещества составляет сетевидный эпителий, клетки которого связаны растянутыми цитоплазматическими отростками. На периферии дольки клетки эпителия прилежат друг к другу вплотную. Общую основу дольки составляет пласт многослойного эпителия так, что базальный его слой лежит на периферии и граничит с окружающей соединительной тка-

нюю. Этот слой состоит из нескольких рядов малодифференцированных эпителиальных клеток. В следующей зоне эпителиальные клетки более дифференцированы и растягиваются, оставаясь связанными между собой отростками.

Корковое вещество долек инфильтровано Т-лимфоцитами, которые густо заполняют все просветы сетевидного эпителиального остова, придавая этой части дольки характерный вид и темную окраску на препаратах. Кроме лимфоцитов здесь изредка встречаются нейтрофилы, эозинофилы, тучные клетки. Иногда обнаруживаются очаги миелопоэза.

В подкапсулярной зоне коркового вещества находятся крупные лимфоидные клетки - предшественники Т-лимфоцитов, которые поступают в эту зону из красного костного мозга. Они под влиянием тимозина пролиферируют каждые 6-9 часов. Т-лимфоциты попадают сразу в кровоток, не входя в мозговое вещество. Лимфоциты коркового вещества отличаются от лимфоцитов мозгового вещества специфическими рецепторами на своей поверхности. После того как они попадут в лимфатические узлы или селезенку превращаются в субклассы - антигенреактивные Т-helper, Т-supresser, Т-killer.

Большая часть Т-лимфоцитов играет роль в иммунитете, усиливая или подавляя реакции других лейкоцитов. Эти клетки, называемые соответственно Т-хелперами и Т-супрессорами, - объединяют в группу регуляторных клеток. Другие Т-лимфоциты - цитотоксическими Т-клетками, убивают клетки, индуцированными вирусами - эффекторные клетки.

Т-лимфоциты коркового вещества ограничены от крови гематотимусным барьером, который защищает эти клетки от антигенов. Гематотимусный барьер образован эндотелиоцитами и базальной мембраной капилляров, перикапиллярным пространством с единичными лимфоцитами, макрофагами, межклеточным веществом, а также эпителиоретикулоцитами с их базальной мембраной. Этот барьер обладает избирательной проницаемостью для антигенов, преодолевая этот барьер Т-лимфоциты выходят в циркуляторное русло.

Мозговое вещество дольки имеет более светлую окраску на препарате. Эндотелиальный остов хорошо просматривается. Здесь меньше лимфоцитов - это рециркулирующий пул Т-лимфоцитов.

В средней части мозгового вещества расположены эпителиальные слоистые тельца: одноклеточные и сложные слоистые многоклеточные. Слоистые эпителиальные тельца (тельца Гассалья) образованы концентрически наслоенными эпителиальными клетками. Внутренние клетки

постепенно отмирают и накапливают в цитоплазме гранулы кератина, а снаружи наслаиваются новые. Эти тельца вырабатывают гормон - тимозин, который регулирует пролиферацию и дифференцировку лимфоцитов в тимусе, и в других периферических лимфоидных органах.

Инволюция тимуса.

Характерной особенностью тимуса является процесс инволюции. Различают возрастную и акцидентальную инволюцию. В ходе возрастной инволюции корковая часть долек постепенно обедняется лимфоцитами. Реакция

корковой части идет быстрее, чем мозговой. Остатки мозговой части с тельцами Гассала даже после полного замещения паренхимы железы жировой тканью.

Акцидентальная инволюция проявляется в массовой гибели и распаде лимфоцитов, особенно в корковом веществе. И различие между корковым и мозговым веществом становится все более отчетливым. Эпителий тимуса активируется. Его клетки набухают, округляются и образуют плотные комплексы, а эпителий коркового вещества образует тяжи, которые внедряются в соединительную ткань. В эпителиальных клетках усиливается секреторная активность, и увеличивается количество эпителиоидных телец в мозговом и в корковом веществе.

Причинами акцидентальной инволюции могут являться интоксикация, отравления, инфекции, стресс-реакции и др.

Лимфатический узел

Лимфатические узлы - это периферические кроветворные органы, располагаются они по ходу лимфатических сосудов.

Лимфатические узлы имеют округлую или овальную форму, размером 0,5 - 1 см.

Лимфатические узлы являются не только кроветворными органами, но и защитным барьером, так как протекая через лимфатические узлы, лимфа очищается от инородных частиц, а также от микроорганизмов, и обогащается клеточными элементами.

Развитие лимфатических узлов.

Лимфатические узлы впервые возникают на второй половине утробной жизни плода. Их образование связано с размножением и накоплением в определенной области вокруг кровеносных сосудов мезенхимных клеток. Одновременно с этим вокруг мезенхимной закладки разрастаются лимфатические сосуды, которые на месте будущего узла сливаются и образуют краевой синус. По периферии зачатка узла в тоже время из мезенхимы формируется поверхностная капсула и отходящие от нее внутрь перегородки - трабекулы. В том месте, где капсула пронизывается кровеносными сосудами, то есть в воротах, от краевого синуса внутрь узла вырастают многочисленные, анастомозирующие между собой каналы - промежуточные синусы. В процессе дальнейшего развития мезенхимные клетки превращаются в ретикулярные и, увеличиваясь в размере, располагаются в просвете синусов. Одновременно в лимфатическом узле появляются ретикулярные волокна. Промежуточные синусы в свою очередь разделяют мезенхимную ткань на тяжи и овальные скопления, которые в последствии образуют так называемые мякотные шнуры и фолликулы. Входящие в узел лимфатические сосуды становятся приносящими сосудами, а выходящие из ворот - выносящими. В-лимфоциты заселяют лимфатический узел - сначала мозговую часть, затем корковую, а потом Т-лимфоциты заселяют паракортикальную зону. К 5 месяцу завершается развитие лимфатического узла.

Морфофункциональная характеристика лимфатического узла.

Лимфатические узлы снаружи ограничены капсулой из плотной соединительной ткани, которая вдаётся внутрь узла в виде трабекул, разграничивая внутреннюю полость узла на отдельные, сообщающиеся отсеки. Отсеки заполнены ретикулярной тканью и ретикулоэндотелием.

Последний образует выстилку лимфоидных синусов. Под капсулой расположена общая система краевых синусов. Синусы этой зоны переходят в синусы коркового вещества, собирающих лимфу в один выносящий лимфатический сосуд. В лимфатический узел лимфа поступает из нескольких приносящих лимфатических сосудов, которые открываются в системы краевых синусов.

Все элементы ретикулярной стромы лимфатического узла являются активными фагоцитами.

На поперечном срезе лимфатического узла через ворота в нем можно различить корковое (темное) и центральное светлое мозговое вещество, образованное мозговыми тяжами и синусами, и дифференцированную зону.

Корковое вещество.

В корковом веществе хорошо различимы лимфатические фолликулы - округлые образования от 0,5 - 1 мм, строение их может меняться в зависимости от физиологического состояния организма. Остов узелка образуют циркулярно расположенные толстые, извилистые ретикулярные волокна. Между ними залегают лимфобласты, лимфоциты, макрофаги и др. В периферической части узелков находятся малые лимфоциты в виде короны. Лимфатические узелки покрыты ретикулоэндотелиальными клетками, лежащими на ретикулярных волокнах, среди них много фиксированных макрофагов ("береговые" макрофаги), и которые образуют кольца вокруг каждого центра размножения.

Центральная часть представлена лимфобластами, типичными макрофагами, ретикулоподобными "дендритными клетками", В-лимфоцитами - эти клетки крупные, имеют светлые ядра - эта часть выглядит светлой. Лимфобласты этой светлой зоны находятся на разных стадиях деления - и эту часть узелка называют герминативным центром, или же центром размножения.

Лимфоидные фолликулы коркового вещества имеют "хвосты", переходящие в мягкотные шнуры, состоящие из В-лимфоцитов и клетками различных стадий дифференцировки в плазматические клетки.

Паракортикальная зона.

Паракортикальная зона располагается на границе между корковым и мозговым веществом, и содержит главным образом Т-лимфоциты. Микроокружением для лимфоцитов являются "интердигитирующие клетки", которые обладают многочисленными пальцевидными отростками,

вдавливающимися друг в друга. Эти клетки сорбируют на своей поверхности антиген и индуцируют пролиферацию Т-лимфоцитов.

В этой зоне происходит пролиферация Т-клеток и дифференцировка в эффекторные клетки. Характерной особенностью паракортикальной зоны является наличие посткапиллярных венул, стенки которых образована кубиче-

ским эндотелием, через который Т-лимфоциты могут мигрировать из крови в лимфу.

Мозговое вещество.

Мозговое вещество образовано мозговыми тяжами и окружающими их трабекулами и синусами. От фолликулов внутрь узла отходят анастомозирующие между собой мозговые шнуры. В их основе лежит ретикулярная ткань, в петлях В-лимфоциты, плазматические клетки и макрофаги. Внутри мозговых тяжей проходят кровеносные сосуды и капилляры с порами в эндотелии. Снаружи мозговые тяжи покрыты эндотелиоподобными ретикулярными клетками, которые лежат на ретикулярных волокнах и образуют стенку синусов.

Пространство между капсулой, трабекулами, узелками, мозговыми тяжами называют синусами, которые являются продолжением приносящих лимфатических сосудов. Различают краевой, вокругузелковый, мозговой синусы.

Клетки краевого синуса, прилежащие к капсуле, расположены на базальной мембране. Среди них встречаются "береговые макрофаги". Эндотелиальные клетки синуса, покрывающие лимфатические узелки коркового вещества, не имеют базальной мембраны, а лежат на ретикулярных волокнах, через щели между клетками проникают в просвет синуса лимфоциты. Клетки, выстилающие все остальные синусы имеют аналогичное строение. По синусам коркового и мозгового вещества протекает лимфа, обогащается лимфоцитами.

В синусах в свободном состоянии находятся кроме лимфоцитов, плазматические, свободные макрофаги, единичные зернистые лейкоциты, эритроциты. Синусы выполняют роль защитных фильтров, благодаря наличию фагоцитирующих клеток задерживается большая часть попадающих в лимфатические узлы антигенов.

Лимфатические узлы чувствительны к различным внешним и внутренним факторам. Например, ионизирующая радиация вызывает гибель лимфоцитов в мозговых тяжах. При недостаточности гормонов коры надпочечников лимфоидная ткань разрастается во всех органах.

Регенерация лимфатических узлов.

Регенерация возможна лишь при сохранении приносящих и выносящих лимфатических сосудов и прилежащей к узлу соединительной ткани. При резекции лимфатического узла репаративная регенерация происходит через 2-3 недели. Сначала восстанавливается ретикулярная ткань, а затем появляются очаги лимфоидного кроветворения и образуются узелки.

После полного удаления лимфатического узла, но при сохранении лимфатических сосудов регенерация начинается с появления очагов лимфоидного кроветворения, которые возникают из малодифференцированных клеток соединительной ткани, а также лимфоцитов. Между приносящими и выносящими лимфатическими сосудами устанавливается анастомоз, который при дальнейшем восстановлении лимфатического узла, оказывается погруженным внутрь лимфоидного очага и превращаются в синусы узла.

Лимфатические узелки пищеварительного тракта.

Лимфатические узелки располагаются в стенке полых органов пищеварительного тракта и дыхательных путей. Осуществляют локальную иммунную защиту и возможно, являются местом приобретения В-лимфоцитами костномозгового происхождения рецепторов для распознавания антигенов, попадающих из внешней среды. Здесь же располагаются Т-лимфоциты, которые осуществляют реакции клеточного иммунитета и регулируют деятельность В-лимфоцитов.

В-лимфоциты образуют скопления - лимфоидные фолликулы, которые находятся в рыхлой соединительной ткани подслизистых оболочек, а Т-лимфоциты между энтероцитами или на их поверхности или под ними. Число лимфатических узелков непостоянно и может изменяться.

Селезенка

Селезенка находится в брюшной полости на уровне IX-XI ребер; длинная ось селезенки расположена параллельно ребрам. Ее пурпурный цвет объясняется большим количеством содержащейся в ней крови. С поверхности селезенка покрыта серозной оболочкой, на медиальной поверхности органа видна длинная борозда - это ворота. При приближении к селезенке селезеночная артерия делится на несколько ветвей, которые входят в вещество органа отдельно в разных точках вдоль ворот. Вены и лимфатические сосуды выходят из селезенки рядом с артериями, которые входят в нее. Сливаясь, вены образуют селезеночную вену. Лимфатические сосуды селезенки выносящие, они заключены в соединительно-тканый футляр и они выходят через ворота.

Функции селезенки.

1. В эмбриональный период селезенка является кроветворным органом.
2. В селезенке содержится много макрофагов, которые фагоцитируют отживающие эритроциты, лейкоциты и др. Большая часть железа, которая высвобождается макрофагами из гемоглобина - возвращается в кровоток. Макрофаги преобразуют разрушенный гемоглобин в пигмент билирубин. Он переходит в печень и там становится компонентом желчи.
3. Антигены, присутствующие в крови, могут активировать соответствующим образом детерминированные лимфоциты к преобразованию в иммунологически компетентные клетки.
4. В селезенке может депонироваться значительное количество крови.

Развитие селезенки.

Селезенка является лимфоидным органом, расположенным на пути кровеносных сосудов. Закладка ее появляется у зародыша человека в начале 5 недели в виде скопления мезенхимных клеток в толще дорсальной брызжейки. Вскоре мезенхимные клетки дифференцируются в двух направлениях. Одни из них превращаются в клетки ретикулярной ткани, которые образуют строму органа, другие дают начало кроветворным клеткам лимфоидного и миелоидного ряда. Среди них встречаются гигантские многоядерные клетки типа мегакариоцитов.

С поверхности зачаток селезенки покрыт плоскими клетками мезотелия. На протяжении 4-го месяца в селезенке становятся заметными лимфоидные фолликулы, а красная пульпа заполняется большим количеством ретикулярных волокон, которые образуют густые сплетения в красной пульпе селезенки, в окружности ее кровеносных сосудов, а также в толще лимфоидных фолликулов.

Во второй половине зародышевой жизни процессы миелоидного кроветворения в селезенке постепенно исчезают, а процессы лимфопоэза - усиливаются. Во взрослом организме селезенка становится органом, где дифференцируются лимфоциты.

Морфофункциональная характеристика селезенки.

Селезенка человека покрыта капсулой, которая образована плотной волокнистой соединительной тканью, между волокнами которой располагаются гладкие мышечные клетки. От капсулы внутрь селезенки отходят трабекулы, анастомозирующие между собой. Капсула и трабекулы составляют опорно-сократительный аппарат. В селезенке различают белую и красную пульпу. В основе пульпы лежит строма, образованная ретикулярной тканью.

Белая пульпа. Это совокупность лимфоидной ткани в виде шаровидных скоплений и лимфатических периартериальных влагалищ. В лимфоидных фолликулах артерии располагаются эксцентрично, но называют их центральными артериями. По периферии лимфоидного фолликула в ретикулярной ткани располагается сеть толстых ретикулярных волокон, в центре фолликула волокна тоньше и реже расположены. Ретикулярные волокна лимфоидных фолликулов селезенки тесно связаны со стенкой центральной артерии. Центральная часть фолликула окрашивается светлее и называется реактивным центром. Среди клеток этого центра различают малодифференцированные ретикулярные клетки, большие и средние лимфоциты в состоянии деления, а также макрофаги и плазматические клетки. Строение реактивных центров связано с общим состоянием организма. При инфекциях центры расширяются кроме этой зоны выделяют периартериальную, мантийную и маргинальную. Периартериальная зона небольшое скопление Т-лимфоцитов около центр артерий, которые попадают через гемокапилляры и интердигитирующие клетки. Интердигитирующие клетки имеют отростки, которые контактируют с лимфоцитами. Считается, что они адсорбируют антигены и передают информацию Т-лимфоцитам, стимулируют пролиферацию В-лимфоцитов.

Мантийная зона окружает центр размножения и периартериальную зону, и расслоена циркулярно направленными толстыми ретикулярными волнами. Между ними располагаются В-лимфоциты и небольшое количество Т-лимфоцитов, плазматических и макрофагов.

Маргинальная зона лимфатических узелков селезенки - это переходная область между белой и красной пульпой. Состоит из Т- и В-лимфоцитов, единичных макрофагов. Вокруг этой зоны имеются синусоиды с щелевидными порами.

В маргинальную зону попадают циркулирующие лимфоциты из артерий, кот. заканчиваются здесь. Т-лимфоциты скапливаются в периартериаль-

ных муфтах, тогда как В-лимфоциты возвращаются в лимфатические фолликулы. Оба типа лимфоцитов могут переходить из маргинальной зоны в красную пульпу, достигая кровяного русла и снова поступая в циркуляцию.

Кроме лимфоидных фолликулов, в селезенке по ходу пульпарной артерии располагаются периартериальные лимфатические влагалища, состоящие из скоплений В-лимфоцитов, плазматических клеток, и малых Т-лимфоцитов.

Красная пульпа состоит из ретикулярной ткани с клетками между волокнами, а волокна вплетаются в трабекулы и капсулу. Здесь находятся следующие типы клеток: эритроциты, зернистые и незернистые лейкоциты, макрофаги, мегакариоциты. Клетки крови придают пульпе красный цвет.

Часть красной пульпы образует пульпарные тяжи (они находятся между синусами), состоящие из В-лимфоцитов и плазмоцитов, отростчатых клеток звездчатой формы.

Синусоиды и пульпу трудно отличить, так как они содержат эритроциты и клетки с ядрами. Часть эритроцитов в красной пульпе находится в состоянии дегенерации или полного распада. Такие эритроциты поглощаются макрофагами красной пульпы. В результате расщепления гемоглобина, поглощенных макрофагами эритроцитов, образуются и выделяются в кровоток трансферин и билирубин. Билирубин переносится в печень, трансферин захватывается макрофагами костного мозга.

Синусоиды красной пульпы, часть сложной сосудистой системы селезенки. Стенки синусоидов состоят из узких эндотелиоцитов, между которыми имеются щели. Вследствие этого синусы похожи на старые бочонки, продольные доски которых разошлись, и между ними возникли щели. Подобно бочонкам, окруженным железными обручами, эндотелиальные клетки этих венозных синусов отчасти окружены "обручами" из ретикулярных волокон, связанных с материалом базальной мембраны.

А теперь рассмотрим особенности васкуляризации селезенки, тем более что именно благодаря этому селезенка выполняет свои функции.

Селезеночная артерия, входит в ворота селезенки и разветвляется на мелкие трабекулярные артерии, наружная оболочка которых срастается с окружающей соединительной тканью трабекул. От трабекулярных артерий отходят пульпарные артерии, которые разветвляются в пульпе. В пульпарных артериях недалеко от трабекул, в их наружной оболочке появляются лимфоидные влагалища. По мере отдаления от трабекул лимфоидные влагалища утолщаются и образуют шаровидные лимфоидные скопления - фолликулы. Эта часть артерии внутри фолликула называется центральной артерией.

От нее отходят капилляры, которые снабжают ткань самих фолликулов. Центральная артерия еще в лимфоидном фолликуле разветвляется на несколько артерий (а-40-50 мкм), которые разветвляются на 4-5 анастомозирующих между собой кисточковых артериол. В кисточковых артериолах различают две части; первую - дистальную, длинную (0,6-0,7 мм), с диаметром не более 10 мкм и вторую - проксимальную (размером 0,15-0,25 мм), снабженную веретеновидной муфтой или гильзой из уплотненной ретикулярной

ткани и ретикулиновых волокон. У человека муфты кисточковых артериол селезенки развиты очень слабо. Далее следуют короткие капилляры в свою очередь могут делиться на 2-3 веточки. Каждый капилляр окружен несколькими ретикулярными клетками и продольно идущими ретикулиновыми волокнами. Большая часть капилляров красной пульпы впадают в вензные синусы (закрытое кровообращение), другая часть капилляров открывается в ретикулярную ткань между венозными синусами (открытое кровообращение). При закрытом кровообращении осуществляется быстрая циркуляция крови, и снабжение кислородом; при открытом - осуществляется контакт форменных элементов крови с макрофагами соединительной ткани. Венозная система в селезенке у человека начинается с синусов ($d = 12-40$ мкм и зависит от кровенаполнения органов). Эндотелиоциты синусов располагаются на прерывистой базальной мембране, по поверхности в виде колец располагаются ретикулярные волокна, перицитов нет. В местах перехода артериолы в синус и синуса и вены имеются подобия мышечных сфинктеров. При открытых сфинктерах (артериальных и венозных) кровь свободно проходит по синусам в вены, сокращение венозного сфинктера приводит к накоплению крови в синусе. Плазма крови проникает сквозь стенку синуса, а это приводит к концентрации в синусе клеточных элементов. Если закрыты оба сфинктера в селезенке депонируется кровь. При растяжении синусов между эндотелиоцитами образуются щели, через которые кровь может проходить в ретикул. строму. Расслабление артериального и венозного сфинктера, а также сокращение гладких миоцитов капсулы и трабекул ведет к выходу крови в венозное русло. Отток венозной крови из пульпы селезенки совершается по системе вен. Трабекулярные вены лишены собственного мышечного слоя, средняя оболочка в них выражена очень слабо. Наружная оболочка вен плотно сращена с соединительной тканью трабекул. Такое строение вен обуславливает их зияние и облегчает выброс крови при сокращении гладких миоцитов селезенки. Регенерация. Экспериментальные исследования на животных показали возможность восстановления селезенки после удаления 80-90% ее объема. Регенерация органа начинается в конце первой недели после травмы. В оставшейся части органа на протяжении 3-4 недель, отмечается пролиферация ретикулярной ткани, усиление процессов кроветворения и образования новых лимфоидных фолликулов. Полного восстановления формы и размеров органа при этом, как правило, не наблюдается.

Задачи:

1. Изучить строение красного костного мозга и его роль как универсального органа гемопоэза и депо стволовых кроветворных клеток в постнатальном периоде.
2. Изучить строение тимуса и его роль как центрального органа лимфоцитопоэза и иммуноцитопоэза.
3. Изучить морфологию и функции лимфатических узлов. Научиться различать Т и В зоны этих органов и представлять себе их роль в иммунном ответе.

4. Изучить особенности кровоснабжения и лимфотока в лимфатических узлах и кровоснабжения селезенки.

5. Изучить строение селезенки, научиться различать белую и красную пульпу.

6. Изучить особенности кровоснабжения селезенки, и как оно связано с функцией кроветворения и иммунопоза.

ТЕМА 4. ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Общая морфофункциональная характеристика органов дыхательной системы.

В состав дыхательной системы входят различные органы, выполняющие воздухопроводящую (полость носа, носоглотка, гортань, трахея, внелегочные бронхи) и газообменную (легкие) функции.

В типичных случаях (гортань, трахея, бронхи) стенки воздухоносных путей состоят из четырех оболочек: слизистой, подслизистой (в гортани отсутствует), фиброзно-хрящевой и адвентициальной.

Все воздухоносные пути выстланы слизистыми оболочками. Слизистая оболочка состоит из эпителия, собственной пластинки и мышечной пластинки.

Эпителий слизистой оболочки воздухоносных путей имеет характерные особенности в разных отделах дыхательной системы: в преддверии носовой полости он многослойный плоский ороговевающий, переходящий в многослойный неороговевающий, в гортани, трахеи и крупных бронхах – многорядный реснитчатый призматический, в бронхах среднего калибра – многорядный реснитчатый кубический, в бронхах малого калибра эпителий становится реснитчатым двухрядным, а затем однорядным, в терминальных бронхиолах – однослойный кубический реснитчатый эпителий.

В эпителии различают: реснитчатые клетки, бокаловидные железистые клетки, антигенпредставляющие клетки (клетки Лангерганса), нейроэндокринные, щеточные (каемчатые), секреторные клетки Клара и базальные эпителиоциты.

Реснитчатые клетки на расширенном апикальном полюсе имеют длинные мерцательные реснички (до 250 на каждой клетке), которые своими движениями, более сильными в сторону носовой полости, способствуют выведению слизи и осевших пылевых частиц. Эти клетки имеют разнообразные рецепторы (адренорецепторы, холинорецепторы и др.).

Бокаловидные клетки (одноклеточные эндоэпителиальные железы) вырабатывают слизистый секрет, обладающий антимикробными свойствами (содержит иммуноглобулины, выделяемые плазматическими клетками собственной пластинки соединительной ткани). Число бокаловидных клеток в воздухоносных путях уменьшается в дистальном направлении, в терминальных бронхиолах они в норме отсутствуют.

Нейроэндокринные клетки относятся к диффузной эндокринной системе, вырабатывают ряд пептидных гормонов и биоаминов (норадреналин, серотонин и др.), принимающих участие в местных регуляторных реакциях.

Цитоплазма содержит мелкие гранулы с плотным тельцем. Относительное содержание этих клеток в эпителии воздухоносных путей возрастает в дистальном направлении.

Щеточные (каемчатые) клетки располагаются в дистальном отделе воздухоносных путей. На апикальной поверхности клеток имеются многочисленные микроворсинки. На базальном полюсе клеток обнаружены синапсы чувствительных нервных волокон. Полагают, что щеточные клетки являются хеморецепторами, реагируя на изменения химического состава воздуха.

Секреторные клетки (клетки Клара) вырабатывают ферменты, участвующие в инактивации поступающих с воздухом токсинов. Встречаются в бронхиолах, характеризуются куполообразной верхушкой, окруженной короткими микроворсинками, содержат округлое ядро, хорошо развитую агранулярную ЭПС, аппарат Гольджи, электронно-плотные гранулы.

Базальные клетки – малодифференцированные клетки, сохранившие способность к митотическому делению. Они являются источником для физиологической и репаративной регенерации.

Клетки Лангерганса играют роль антигенпредставляющих клеток, синтезируют интерлейкины и фактор некроза опухоли, обладают способностью стимулировать предшественников Т-лимфоцитов. Имеют отростчатую форму, дольчатое ядро, содержат в цитоплазме специфические гранулы в виде теннисной ракетки (гранулы Бирбека).

Собственная пластинка слизистой оболочки воздухоносных путей представлена рыхлой волокнистой соединительной тканью, содержит многочисленные эластические волокна, кровеносные, лимфатические сосуды и нервы.

Мышечная пластинка слизистой оболочки в верхних дыхательных путях практически отсутствует, в трахее появляются отдельные гладкомышечные клетки, а в бронхах она становится многослойной и сплошной.

Эмбриональное развитие

Гортань и трахея закладываются на 3-й неделе из верхней части непарного мешковидного выпячивания вентральной стенки передней кишки. В нижней части этот непарный зачаток делится по средней линии на два мешка, дающих зачатки правого и левого легкого. На 8-й неделе появляются зачатки бронхов в виде коротких ровных трубочек, а на 10—12-й неделе их стенки становятся складчатыми, выстланными цилиндрическими эпителиоцитами, формируется древовидно разветвленная система бронхов — бронхиальное дерево. На этой стадии развития легкие напоминают железу (железистая стадия). На 5—6-м месяце эмбриогенеза происходит развитие конечных (терминальных) и респираторных бронхиол, а также альвеолярных ходов, окруженных сетью кровеносных капилляров и подрастающими нервными волокнами (канальцевая стадия).

Из мезенхимы, окружающей растущее бронхиальное дерево, дифференцируются гладкая мышечная ткань, хрящевая ткань, волокнистая соединительная ткань бронхов. С конца 6-го — начала 7-го месяца и до рождения дифференцируется часть альвеол и выстилающие их альвеолоциты 1-го и 2-

го типов (альвеолярная стадия). В течение всего эмбрионального периода альвеолы имеют вид спавшихся пузырьков с незначительным просветом. Из висцерального и париетального листков спланхнотома в это время образуются висцеральный и париетальный листки плевры. При первом вдохе новорожденного альвеолы легких расправляются, в результате чего резко увеличиваются их полости и уменьшается толщина альвеолярных стенок. Это способствует обмену кислорода и углекислоты между кровью, протекающей по капиллярам, и воздухом альвеол.

Носовая полость

Носовая полость состоит из преддверия и собственной носовой полости, которая включает дыхательную и обонятельную области.

Преддверие образовано полостью, расположенной под хрящевой частью носа. Оно выстлано многослойным плоским ороговевающим *эпителием*, являющимся продолжением эпителиального покрова кожи. Под эпителием в соединительно-тканном слое заложены сальные железы и корни щетиновых волос. Волосы носовой полости задерживают пылевые частицы из вдыхаемого воздуха. В более глубоких слоях преддверия эпителий становится многослойным неороговевающим, который затем переходит в многорядный реснитчатый.

Собственно носовая полость выстлана слизистой оболочкой, включающей многорядный реснитчатый призматический *эпителий* и соединительно-тканную собственную пластинку, соединенную с надхрящницей или надкостницей.

В *эпителии* различают 4 вида клеток: реснитчатые, бокаловидные, камчатые и базальные клетки.

Собственная пластинка слизистой оболочки состоит из рыхлой волокнистой соединительной ткани. В ней залегают:

- 1) концевые отделы слизистых желез, выводные протоки которых открываются на поверхности эпителия. Слизистый секрет задерживает пылевые частицы, микроорганизмы, удаляемые затем движением ресничек мерцательного эпителия.
- 2) лимфатические узелки, в области отверстия слуховых труб, образующие *турбарные миндалины*. Лимфатические сосуды образуют густую сеть.
- 3) сосуды, расположенные непосредственно под эпителием, что способствует согреванию вдыхаемого воздуха.
- 4) многочисленные свободные и инкапсулированные нервные окончания (механо-, термо- и ангиорецепторы).

Гортань – орган воздухоносного отдела дыхательной системы, имеет три оболочки: слизистую, фиброзно-хрящевую и адвентициальную.

Слизистая оболочка представлена эпителием и собственной пластинкой слизистой оболочки. Эпителий - многорядный реснитчатый (исключение: истинные голосовые связки, покрытые неороговевающим плоским многослойным эпителием). Собственная пластинка представлена рыхлой волокнистой соединительной тканью, содержит: 1) многочисленные эластические волокна, не имеющие определенной ориентировки; 2) смешанные белково-

слизистые железы; 3) значительные скопления лимфатических узелков – гортанные миндалины.

В средней части гортани слизистая оболочка образует истинные и ложные голосовые связки. В толще истинных голосовых связок залегают поперечно-полосатые мышечные волокна, благодаря сокращению которых происходит изменение величины щели между ними, что влияет на высоту звука.

Фиброзно-хрящевая оболочка, состоящая из гиалиновых и эластических хрящей, окруженных плотной волокнистой соединительной тканью, выполняет роль защитно-опорного каркаса гортани.

Адвентициальная оболочка представлена рыхлой волокнистой соединительной тканью.

Трахея – полый трубчатый орган, стенка которого состоит из слизистой оболочки, подслизистой основы, волокнисто-хрящевой и адвентициальной оболочек.

Слизистая оболочка представлена эпителием, собственной пластинкой и мышечной пластинкой слизистой оболочки. *Эпителий* многорядный призматический реснитчатый, в котором различают реснитчатые, бокаловидные, эндокринные, базальные клетки и клетки Лангерганса. *Собственная пластинка слизистой оболочки* представлена рыхлой волокнистой соединительной тканью, включающей продольно расположенные эластические волокна и лимфатические узелки. *Мышечная пластинка* слизистой оболочки развита слабо и представлена отдельными циркулярно расположенными гладкими мышечными клетками.

Подслизистая основа, представленная рыхлой волокнистой соединительной тканью, очень тонкая, благодаря чему слизистая оболочка не образует складок. Без резкой границы переходит в плотную волокнистую соединительную ткань надхрящницы незамкнутых хрящевых колец. Содержит смешанные белково-слизистые железы.

Волокнисто-хрящевая оболочка состоит из 16-20 гиалиновых хрящевых колец, не замкнутых на задней стенке трахеи. Свободные концы этих хрящей соединены пучками гладких мышечных клеток, прикрепляющихся к наружной поверхности хряща. Вследствие этого, пищевые комки, проходящие по пищеводу, расположенному непосредственно позади трахеи, не встречают препятствия со стороны стенки трахеи.

Адвентициальная оболочка представлена рыхлой волокнистой соединительной тканью, соединяющей трахею с прилежащими частями средостения.

Легкие - состоят из системы воздухоносных путей – бронхов (бронхиальное дерево) и респираторного отдела - системы легочных пузырьков (альвеол).

Бронхиальное дерево включает главные бронхи, которые подразделяются на долевые бронхи (два слева и три справа), разветвляющиеся затем на крупные зональные внелегочные бронхи (по 4 в каждом легком). Внутрилегочные бронхи сегментарные (по 10 в каждом легком) подразделяются на субсегментарные бронхи (бронхи 3-5 порядков), которые по своему диаметру

относятся к средним бронхам (2-5 мм диаметром). Средние bronхи, разветвляясь, переходят в мелкие (диаметром 1-2 мм) bronхи и затем в терминальные бронхиолы. За ними начинаются респираторные отделы легкого. Всего в легком у взрослого человека насчитывается до 23 генераций ветвлений бронхов и альвеолярных ходов. Конечные бронхиолы соответствуют 16-й генерации.

Строение бронхов разных генераций имеет общие черты:

Слизистая оболочка выстлана многорядным реснитчатым *эпителием*, толщина которого уменьшается за счет изменения формы клеток: от высокопризматического эпителия в крупных бронхах до одно-, двухрядного эпителия в бронхах малого калибра и однослойного кубического эпителия в терминальных бронхиолах. В эпителии встречаются реснитчатые, эндокринные, базальные, секреторные клетки Клара, каемчатые клетки.

Собственная пластинка слизистой оболочки представлена рыхлой волокнистой соединительной тканью, в которой находятся большое количество лимфоидных узелков, скопления лимфоцитов, продольно направленные эластические волокна, обеспечивающие растяжение бронхов при вдохе и возвращение их в исходное положение при выдохе.

Мышечная пластинка слизистой оболочки представлена косоциркулярными пучками гладких мышечных клеток, сокращение которых способствует образованию продольных складок слизистой оболочки. Чем меньше диаметр бронха, тем сильнее развита мышечная пластинка слизистой оболочки: в бронхах малого калибра мышечная пластинка слизистой оболочки становится более мощной по отношению к толщине всей стенки. Следовательно, мелкие bronхи выполняют функцию не только проведения, но и регуляции поступления воздуха в респираторные отделы легких.

Подслизистая основа представлена рыхлой волокнистой соединительной тканью. В ней залегают концевые отделы смешанных слизисто-белковых желез. Белковый компонент слизи обладает бактерицидными свойствами. В бронхах малого калибра железы отсутствуют.

Фиброзно-хрящевая оболочка по мере уменьшения калибра бронха характеризуется постепенной сменой замкнутых хрящевых колец (в главных бронхах) на хрящевые пластинки (долевые, зональные, сегментарные, субсегментарные bronхи) и островки эластической хрящевой ткани (в бронхах среднего калибра). В бронхах малого калибра фиброзно-хрящевая оболочка отсутствует.

Адвентициальная оболочка представлена рыхлой волокнистой соединительной тканью, переходящей в междолевую и междольковую соединительную ткань паренхимы легкого.

Респираторный отдел

Структурно-функциональной единицей респираторного отдела легкого является ацинус. Ацинус представляет собой систему разветвлений одной респираторной бронхиолы 1-го порядка: респираторная бронхиола 1-го порядка дихотомически делится на респираторные бронхиолы 2-го порядка, а затем 3-го порядка; каждая респираторная бронхиола 3-го порядка подразде-

ляется на альвеолярные ходы, а каждый альвеолярный ход заканчивается альвеолярными мешочками. В стенках респираторных бронхиол, альвеолярных ходов и альвеолярных мешочков расположены альвеолы. Ацинусы разделены тонкими прослойками соединительной ткани, 12-18 ацинусов образуют легочную дольку.

Респираторные бронхиолы выстланы *однослойным кубическим эпителием*. Реснитчатые клетки встречаются редко, клетки Клара – чаще. *Мышечная пластинка* истончается и распадается на отдельные, циркулярно направленные пучки гладких мышечных клеток. Альвеолы в стенке бронхиол являются участками, в которых осуществляется газообмен.

Альвеолярные ходы ответвляются от респираторных бронхиол, их стенка образована альвеолами, в устье которых кольцеобразно располагаются пучки гладких мышечных клеток, выступающих в просвет и имеющие булавовидную форму.

Альвеолярные мешочки – скопления альвеол на дистальном крае альвеолярного хода. Участок отхождения мешочков называется преддверием.

Альвеолы разделены тонкими соединительно-тканными перегородками (2-8 мкм), в которых проходят кровеносные капилляры, занимающие около 75% площади перегородки. Между альвеолами существуют сообщения в виде отверстий диаметром около 10-15 мкм – *альвеолярных пор*. Альвеолы имеют вид открытого пузырька диаметром около 120-140 мкм. Внутренняя поверхность их выстлана двумя основными видами клеток: *респираторными альвеолоцитами* (клетки 1-го типа) и *секреторными альвеолоцитами* (клетки 2-го типа).

Респираторные альвеолоциты, или *альвеолоциты 1-го типа*, имеют неправильную уплощенную вытянутую форму с истонченной (менее 0,2 мкм) цитоплазмой, содержащей слабо развитые органеллы и большое число пиноцитозных пузырьков (занимают около 95% поверхности альвеол). На апикальной поверхности клетки имеют короткие цитоплазматические выросты, обращенные в полость альвеол, что увеличивает общую площадь соприкосновения воздуха с поверхностью эпителия.

Секреторные альвеолоциты, или *альвеолоциты 2-го типа*, участвуют в образовании *сурфактантного альвеолярного комплекса* (САК), имеют кубическую форму. В цитоплазме кроме органелл, характерных для секреторирующих клеток (развитая эндоплазматическая сеть, рибосомы, аппарат Гольджи, мультивезикулярные тельца), имеются осмиофильные пластинчатые тельца - *цитофосфолипосомы*, которые служат маркерами альвеолоцитов 2-го типа. Секрция происходит по мерокриновому типу.

Альвеолярные макрофаги являются свободными фагоцитами, перемещающимися по поверхности альвеолярной выстилки и очищающими ее от частиц пыли и микроорганизмов, вырабатывают антимикробные вещества, цитокины, гормоны.

Сурфактант включает в себя три компонента: мембранный компонент (поверхностную мономолекулярную пленку фосфолипидов, обращенную в

полость альвеолы гидрофобными участками), гидрофазу (жидкий компонент) и резервный сурфактант – миелиноподобные структуры.

Функции сурфактанта: 1) снижение поверхностного натяжения пленки тканевой жидкости, покрывающей альвеолоциты, способствующее направлению альвеол и препятствующее слипанию их стенок при дыхательных движениях; 2) формирование противоотечного барьера, препятствующего выделению жидкости из интерстиция в просвет альвеол; 3) бактерицидная; 4) иммуномодулирующая; 5) стимуляция активности альвеолярных макрофагов.

Аэрогематический барьер включает следующие компоненты: 1) слой сурфактанта; 2) истонченную цитоплазму респираторного альвеолоцита; 3) слившуюся базальную мембрану альвеолоцитов и эндотелиоцитов; 4) истонченную цитоплазму эндотелиоцита капилляра.

Васкуляризация.

Кровоснабжение в легком осуществляется по двум системам сосудов. Легкие получают венозную кровь из легочных артерий, то есть малого круга кровообращения. Ветви легочной артерии, сопровождая бронхиальное дерево, доходят до основания альвеол, где они образуют узкопетлистую капиллярную сеть. В альвеолярных капиллярах эритроциты располагаются в один ряд, что создает оптимальные условия для осуществления газообмена между гемоглобином эритроцитов и альвеолярным воздухом. Альвеолярные капилляры собираются в посткапиллярные венулы, формирующие систему легочной вены, по которой обогащенная кислородом кровь возвращается в сердце.

Бронхиальные артерии, составляющие вторую, истинно альвеолярную систему, отходят непосредственно от аорты, питают бронхи и легочную паренхиму артериальной кровью. Проникая в стенку бронхов, они разветвляются и образуют артериальные сплетения в их подслизистой основе и слизистой оболочке. Посткапиллярные венулы, отходящие главным образом от бронхов, объединяются в мелкие вены, которые дают начало передним и задним бронхиальным венам. На уровне мелких бронхов располагаются *артериоловеноулярные анастомозы* между бронхиальными и легочными артериальными системами.

Лимфатическая система легкого состоит из *поверхностной* и *глубокой* сетей лимфатических капилляров и сосудов. Поверхностная сеть располагается в висцеральной плевре. Глубокая сеть находится внутри легочных долек, в междольковых перегородках, залегая вокруг кровеносных сосудов и бронхов легкого. В самих бронхах лимфатические сосуды образуют два анастомозирующих сплетения: одно располагается в слизистой оболочке, другое – в подслизистой основе.

Программные вопросы:

1. Общая морфофункциональная характеристика дыхательного аппарата.
2. Эмбриональное развитие органов дыхательной системы.
3. Строение стенки воздухоносных путей: а) носовой полости; б) гортани; в) трахеи; г) крупных, средних, мелких бронхов и бронхиол.

4. Особенности строения респираторного отдела легкого. Аэрогематический барьер. Строение стенки альвеолы.
5. Кровоснабжение и иннервация легкого.

Цель занятия: изучение микроскопической структуры и гистофизиологии органов дыхательной системы.

Задачи занятия:

1. Изучить строение стенки трахеи и научиться идентифицировать ее оболочки по тканевому составу.
2. Изучить микроскопическую структуру воздухоносных путей и респираторных отделов легкого.

Объекты изучения

1. Трахея (окраска гематоксилин-эозином).

При малом увеличении найти в стенке трахеи слизистую оболочку. Наружная поверхность слизистой оболочки выстлана многорядным реснитчатым эпителием. Под ним располагается собственная пластинка слизистой оболочки, представленная рыхлой волокнистой соединительной тканью. В ней располагаются мелкие артерии и вены, выводные протоки смешанных белково-слизистых желез – эпителиальные трубочки, проходящие в радиальном направлении и открывающиеся на поверхности эпителия. Эластические волокна на поперечном срезе трахеи видны в виде блестящих, почти неокрашенных точек. Под собственной пластинкой слизистой оболочки располагается подслизистая основа, представленная рыхлой волокнистой соединительной тканью. В ней содержатся концевые отделы и выводные протоки смешанных слизисто-белковых желез. Слизистые концевые отделы желез светлые, белковые более темные. Выводные протоки имеют вид эпителиальных трубочек меньшего диаметра, чем концевые отделы. Имеются поперечные и косые срезы сосудов микроциркуляторного русла.

Волокнисто-мышечно-хрящевая оболочка образована незамкнутыми на задней стенке кольцами из гиалинового хряща, покрытого надхрящницей, в наружной части которой хорошо видны колагеновые волокна.

Самый наружный слой трахеи - адвентициальная оболочка, образованная рыхлой волокнистой соединительной тканью, содержит сосуды и нервы. На задней стенке хрящевое кольцо не замкнуто, в адвентициальной оболочке, лежащей со стороны пищевода, расположены пучки гладких мышечных клеток.

При большом увеличении найти в реснитчатом эпителии: а) реснитчатые клетки, имеющие цилиндрическую форму. Их апикальный отдел достигает просвета трахеи и покрыт ресничками, сливающимися в узкую исчерченную оксифильную полоску; б) бокаловидные экзокриноциты, имеющие грушевидную форму с узким основанием и расширенной верхней частью, окрашенной более светло.

Обозначения на рисунке:

1) многорядный мерцательный эпителий; 2) бокаловидные клетки; 3) собственная пластинка слизистой оболочки; 4) подслизистая основа; 5) концевые отделы серозных желез; 6) хрящевое кольцо; 7) надхрящница; 8) адвентициальная оболочка; 9) кольцевидная связка, образованная пучками гладких мышечных клеток.

2. *Легкое* (окраска гематоксилин-эозином)

При малом увеличении найти *средний бронх*. Просвет бронха складчатый. Основной признак – фиброзно-хрящевая оболочка представлена островками хряща. Эпителий слизистой оболочки – многорядный реснитчатый, собственная пластинка представлена рыхлой волокнистой соединительной тканью, мышечная пластинка хорошо развита и представлена циркулярно расположенными пучками гладких миоцитов. Под мышечной пластинкой расположена подслизистая основа, в которой расположены концевые отделы желез.

Мелкий бронх имеет низкий двухрядный реснитчатый эпителий, мышечная пластинка слизистой оболочки хорошо развита. Основной признак – отсутствие желез в подслизистой основе и фиброзно-хрящевой оболочке. Адвентициальная оболочка представлена рыхлой волокнистой соединительной тканью.

В *терминальной бронхиоле* стенка представлена однослойным кубическим реснитчатым эпителием, небольшим количеством коллагеновой соединительной ткани с отдельными мышечными клетками.

Респираторная бронхиола отличается наличием альвеол в стенке бронхиолы. Слизистая оболочка бронхиолы выстлана однослойным кубическим реснитчатым эпителием, под которым находятся тонкая пластинка соединительной ткани и единичные гладкие мышечные клетки; *альвеолярный ход-трубочка*, стенка которой представлена альвеолами, между устьями альвеол обнаруживаются пуговчатые утолщения, в которых находятся гладкомышечные клетки; *альвеолярные мешочки* – образованы рядом расположенными альвеолами; *альвеолы* – выстланы однослойным плоским эпителием; *межалвеолярные перегородки* образованы рыхлой волокнистой соединительной тканью.

Обозначения на рисунке:

1) средний бронх: а) многорядный мерцательный эпителий; б) собственная пластинка слизистой оболочки; в) мышечная пластинка слизистой оболочки; г) подслизистая основа; д) концевые отделы желез; е) хрящевая пластинка; г) адвентициальная оболочка.

2) мелкий бронх: а) кубический эпителий; б) бронхиальная артерия; в) мышечная пластинка слизистой оболочки.

3) респираторный отдел: а) респираторная бронхиола с альвеолярным выпячиванием; б) альвеолярных ход, состоящий из альвеолярных выпячиваний; в) альвеолярные мешки.

4) кровеносные сосуды.

Ситуационные задачи

1. В каком бронхе развиты все оболочки, а фиброзно-хрящевая основа содержит 2-3 крупные пластины из гиалиновой хрящевой ткани?

2. При микроскопии трахеи были обнаружены выводные протоки и концевые отделы желез. Цитоплазма в одних клетках окрашивалась базофильно, цитоплазма других клеток выглядела светлой, слабоокрашенной. К какому типу по составу химического секрета относятся эти железы?

3. На электронной микрофотографии альвеолы виден альвеолоцит, содержащий в цитоплазме многочисленные электронно-плотные осмиофильные тельца. Какая это клетка и какую роль она выполняет в защите клеток альвеолы?

4. В препарате легкого вы обнаружили, что две структуры имеют сходное строение. Обе выстланы мерцательным эпителием, обе имеют стенку, состоящую из слизистой и адвентициальной оболочек. Однако одна из структур отличается более крупными размерами, содержит развитую мышечную пластинку и в большем объеме рыхлую волокнистую неоформленную соединительную ткань. Какие уровни срезов воздухоносных путей вы микроскопируете?

5. При микроскопии гортани были обнаружены две складчатые структуры. Одна из них покрыта многослойным плоским неороговевающим эпителием, под которым в толще соединительной ткани расположены поперечно-полосатые мышечные волокна. Другая складчатая структура покрыта многорядным реснитчатым эпителием. О каких структурах идет речь, каково их функциональное значение?

Контрольные вопросы

1. Каковы эмбриональные источники развития органов дыхательной системы?
2. Опишите общий план строения стенки воздухоносных путей.
3. Какие функции выполняет носовая полость? Какими особенностями строения определяются эти функции?
4. Перечислите особенности строения гортани в связи с выполняемыми функциями.
5. Каково строение основных оболочек стенки трахеи?
6. Чем по строению мелкий бронх отличается от бронха среднего калибра?
7. Какие структуры образуют аэрогематический барьер?
8. Каково строение стенки альвеолы?
9. Назовите особенности кровоснабжения легкого.

ТЕМА 5. ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Общая морфофункциональная характеристика

Система органов, главной функцией которой является выведение вредных для организма продуктов обмена веществ, а также воды и электролитов получила название выделительной системы. Однако, кроме указанной, вы-

делительная система выполняет другие, жизненно важные для организма функции: эндокринную, заключающуюся в выработке и выделении в кровь ренина, эритропоэтина, простагландинов; функцию регуляции водно-солевого баланса и поддержания кислотно-щелочного равновесия между кровью и тканями. Благодаря последним функциям почкам принадлежит важная роль в поддержании постоянства внутренней среды организма - гомеостаза. Выделительная система включает органы мочеобразования - почки и органы мочеотведения - чашечки, лоханки, мочеточник, мочевой пузырь и мочеиспускательный канал.

Эмбриональное развитие.

В течение эмбриогенеза закладываются последовательно три выделительных органа: а) предпочка (пронефрос); б) первичная почка (мезонефрос); в) постоянная или окончательная почка (метонефрос). Предпочку формируют 8-10 сегментных ножек (нефротомов) мезодермы. У зародыша человека предпочка не функционирует и через 40 часов подвергается обратному развитию (рассасывается). В результате слияния дистального отдела канальцев предпочки образуется мезонефральный проток. Первичная почка является главным органом выделения зародыша в первой половине эмбриогенеза. Она формируется из большого числа (до 25) сегментных ножек, расположенных в туловищном отделе. Сегментные ножки превращаются в канальцы - метанефридии, которые растут в направлении мезонефрального протока и сливаются с ним. Окончательная почка закладывается у зародыша на 2-м месяце, но функционировать начинает во второй половине эмбрионального периода. Из нефрогенного тяжа (неразделенных сегментных ножек каудального отдела) образуются почечные канальцы, слепой конец которых формирует капсулу, охватывающую сосудистый клубочек. Другим концом они соединяются с собирательными трубками, которые образуются из выпячивания мезонефрального протока.

Органы мочеобразования

В почках различают наружное корковое вещество и расположенное под ним, ближе к воротам почки, мозговое вещество. В мозговом веществе радиально расположенные прямые канальцы формируют почечные пирамиды. Две-три пирамиды, объединяясь, образуют почечный сосочек. Между пирамидами опускаются колонки коркового вещества - почечные столбы. Мозговое вещество может внедряться в корковое вещество почки в виде мозговых лучей.

Наиболее характерными структурами коркового вещества почки являются почечные тельца, состоящие из клубочка капилляров и капсулы клубочка, а также извитые канальцы. Структурно-функциональной единицей почки является нефрон. Он включает: капсулу клубочка, проксимальный извитой каналец, проксимальный прямой каналец, тонкий каналец, дистальный прямой каналец и дистальный извитой каналец. Нефроны разделяются на: а) короткие корковые (приблизительно 1% от общего количества), которые целиком расположены в корковом веществе; б) промежуточные корковые (приблизительно 80%), у которых тонкий каналец проникает в наружный слой

мозгового вещества; в) юкстамедуллярные (околосозговые) нефроны (приблизительно 20%), тонкие каналцы которых глубоко проникают в мозговое вещество.

Начинается нефрон капсулой клубочка, в которой различают: а) наружную стенку, образованную однослойным плоским эпителием; б) внутреннюю стенку, состоящую из отростчатых клеток - подоцитов. На стороне, обращенной к капилляру, подоциты имеют большие выросты - цитотрабекулы, от которых отходят более мелкие отростки - цитоподии.

Фильтрационный барьер почечного тельца состоит из: а) фенестрированного эндотелия кровеносных капилляров клубочка; б) базальной мембраны; в) фильтрационных щелей между цитоподиями подоцитов. Первый механизм мочеобразования - ультрафильтрация осуществляется в почечном тельце: в просвет капсулы клубочка отфильтровывается в сутки около 160 л клубочкового фильтрата (первичной мочи). Капсула продолжается в проксимальный извитой каналец диаметром около 60 мкм. Он образован однослойным кубическим эпителием, на апикальной поверхности которого микроворсинки образуют щеточную каемку. В проксимальном извитом каналце начинается осуществление второго механизма мочеобразования - реабсорбция (обратное всасывание). Всасываются, в первую очередь, вода, белок, глюкоза, соли.

Проксимальный извитой каналец переходит в проксимальный прямой, а затем в тонкий каналец диаметром около 15 мкм. В тонком каналце, образованном однослойным плоским эпителием, различают нисходящую и восходящую части. Нисходящая и восходящие части тонкого каналца вместе с дистальным прямым каналцем составляют петлю нефрона (петлю Генле). Дистальный прямой каналец имеет диаметр около 35 мкм и выстлан однослойным кубическим эпителием. Он продолжается в дистальный извитой каналец примерно такого же диаметра (20-50 мкм). В петле нефрона происходит всасывание воды и концентрация мочи. В дистальном извитом каналце и конечном отделе дистального прямого каналца происходит реабсорбция электролитов и моча концентрируется.

Дистальный извитой каналец впадает в собирательную трубочку, которая относится уже к мочевыводящим путям и в состав нефрона не входит. В собирательной трубочке, которая выстлана однослойным кубическим эпителием происходит реабсорбция воды и подкисление мочи. Темные клетки эпителия собирательных трубочек секретируют ионы водорода, осуществляя, тем самым, третий механизм мочеобразования - секрецию. Кровоснабжение нефрона осуществляется следующим образом. Кровь к капиллярным клубочкам поступает по приносящим клубочковым артериолам, которые являются производными (последовательно) почечных, затем междольковых, дуговых и междольковых артерий. Капилляры клубочка обираются выносящую артериолу (диаметр которой у корковых нейронов меньше такового приносящей артериолы), которая распадается на корковую перетубулярную капиллярную сеть, окружающую извитые и частично прямые почечные каналцы. Затем кровь поступает непосредственно в вены: звездчатую (в периферической час-

ти коркового вещества), внутريدольковую, междольковую, дуговую, междольковую, почечную. Выносящая артериола юкстамедуллярных нефронов формирует мозговую перитубулярную сеть и прямые сосуды (или сосудистый пучок), которые участвуют в окончательной концентрации мочи, всасывая поступающую из собирательных трубочек воду.

Эндокринный аппарат почек представлен рениновым (юктагломерулярным) и простагландиновым аппаратами. Рениновый аппарат продуцирует ренин, который активизирует образование в организме ангиотензинов, оказывающих сильное сосудосуживающее действие, а также стимулирует выработку альдостерона надпочечниками.

Рениновый аппарат включает 3 типа клеток:

1) юктагломерулярные клетки (рениноциты) лежат под эндотелием приносящей и выносящей артериол вблизи капиллярного клубочка;

2) клетки плотного пятна находятся в стенке дистального извитого канальца в том месте, где он проходит рядом с почечным тельцем; они, подобно "натриевому рецептору", улавливают изменения содержания ионов натрия в моче и воздействуют на рениноциты, изменяя их активность;

3) юктавазкулярные клетки лежат в треугольном пространстве между приносящей и выносящей артериолами и плотным пятном. Полагают, что эти клетки продуцируют ренин при истощении рениноцитов.

Простагландиновый аппарат включает интерстициальные клетки мозгового вещества и нефроциты собирательных трубочек. Они продуцируют простагландины, снижающие кровяное давление.

Органы мочеотведения

Органы мочеотведения представлены собирательными трубочками, чашками, лоханками, мочеточниками, мочевым пузырем и мочеиспускательным каналом. Собирательные трубочки образованы однослойным кубическим эпителием, большинство клеток которого имеют светлую бедную органеллами цитоплазму. В стенке собирательных трубочек присутствуют также темные клетки, богатые органоидами и пронизанные внутриклеточными канальцами, которые подкисляют мочу, выделяя ионы водорода. Сходную структуру имеют чашки, лоханки, мочеточники и мочевой пузырь: все они имеют выстланную переходным эпителием слизистую оболочку, в которой отсутствует мышечный слой, мышечную и адвентициальную (слизистую) оболочки. Мышечная оболочка чашек представлена единственным циркулярным слоем гладких миоцитов, а лоханок - двумя слоями: внутренним (продольным) и наружным (циркулярным). В мышечной оболочке мочеточников могут присутствовать два указанных слоя, либо три: внутренний (продольный), средний (циркулярный), наружный (продольный). Мочевой пузырь характеризуется мышечной оболочкой, сходной с таковой мочеточника и включающей три слоя: внутренний (продольный), средний (циркулярный) и наружный (продольный).

Программные вопросы

1. Основные этапы развития выделительной системы в эмбриогенезе.

2. Общая морфофункциональная характеристика выделительной системы.
3. Нефрон как структурно-функциональная единица почки. Микро- и ультраструктура почечного тельца и канальцев нефрона.
4. Гистофизиология отделов нефрона в связи с основными механизмами мочеобразования.
5. Кровоснабжение почки. Особенности кровоснабжения корковых и юкстамедуллярных нефронов.
6. Структурные основы эндокринной функции почек: юстагломерулярный и простагландиновый аппараты.
7. Микроскопическое строение и гистофизиология мочевыводящих путей.

Цель занятия

Изучение микроскопической и ультрамикроскопической структуры органов выделительной системы.

Задачи занятия

1. Изучить микроскопическую структуру коркового и мозгового вещества почек.
2. Изучить микроскопическую и ультрамикроскопическую структуру почечного тельца и канальцев нефрона.
3. Ознакомиться с гистофизиологией различных отделов нефрона.
4. Изучить особенности кровоснабжения почек.
5. Изучить гистологическую структуру органов мочеотведения.

Объекты изучения (микпрепараты)

1. Почка (окраска гематоксилин-эозином).

При малом увеличении микроскопа рассмотрите срез почки, на котором отчетливо видны волокнистая капсула, расположенное под ней корковое вещество и более светлое мозговое вещество, располагающееся глубже коркового вещества. Корковое вещество состоит из почечных телец и почечных канальцев, перерезанных в разнообразных направлениях. Большинство разрезов канальцев представляют извитые каналы. На границе коркового и мозгового вещества можно увидеть косые или поперечные разрезы дуговых артерий и вен. В мозговое вещество внедряются глубокие части петель нефронов, представленные нисходящим и восходящим отделами тонкого канальца нефрона. Кроме этого, в мозговом веществе видны продольные, косые и поперечные разрезы собирательных трубочек. Из мозгового вещества в корковое вдаются мозговые лучи, в которых проходят канальцы петель нефронов и начальные отделы собирательных трубочек.

При большом увеличении микроскопа рассмотреть участок коркового вещества. Перемещая препарат на предметном столике, разместите почечное тельце в центре поля зрения микроскопа. Обратите внимание на многочисленные срезы капилляров клубочка и на наружный слой капсулы, между которыми виден щелевой просвет полости капсулы.

Внутренний слой (стенка) капсулы плотно сращен с капиллярами клубочка и на препарате не заметен. Вокруг почечного тельца расположены разрезы извитых канальцев. Проксимальные извитые канальцы отличаются узким просветом и более толстой стенкой, клетки которой имеют мутную цитоплазму, щеточную каемку на апикальном полюсе и базальную исчерченность в базальной части. Дистальный извитой каналец легко определяется по более широкому внутреннему просвету и тонкой стенке, образованной клетками с прозрачной цитоплазмой. В отдельных участках коркового вещества можно рассмотреть канальцы петли нефрона: толстый отдел выделяется узким внутренним просветом и мутным кубическим эпителием, тонкий отдел петли - широким просветом и светлыми плоскими эпителиоцитами.

Расположите в поле зрения участок мозгового вещества и изучите его при большом увеличении микроскопа. Разрезы собирательных трубочек, отличающихся большим внутренним просветом, составляют основу мозгового вещества. Обратите внимание на строение их стенки: эпителиоциты трубочек имеют кубическую или низкую призматическую форму с отчетливыми клеточными границами и отличаются светлой цитоплазмой.

Обозначения на рисунке:

1) капсула; 2) корковое вещество; 3) почечное тельце; 4) клубочек капилляров; 5) проксимальный извитой каналец; 6) дистальный извитой каналец; 7) дуговые артерии и вены; 8) мозговое вещество; 9) петля нефрона; 10) собирательная трубочка.

2. Мочеточник (окраска гематоксилин-эозином).

При малом увеличении микроскопа рассмотрите поперечный срез мочеточника, просвет которого (часто звездообразной формы) окаймлен широкой полосой переходного эпителия. Под эпителиальным слоем располагается собственная пластинка слизистой оболочки, за которой сразу следует подслизистая основа и мышечная оболочка. Гладкие миоциты последней формируют три слоя: внутренний (продольный), средний (циркулярный) и наружный (продольный). В отличие от внутреннего, наружный слой более тонкий. Снаружи мочеточник окружает адвентициальная оболочка из рыхлой волокнистой соединительной ткани, в которой видны разрезы кровеносных сосудов, нервов и дольки жировой ткани.

Обозначения на рисунке:

1) слизистая оболочка; а) переходный эпителий; б) собственная пластинка; 2) подслизистая основа; 3) мышечная оболочка; а) внутренний (продольный) слой; б) средний (циркулярный) слой; в) наружный (продольный) слой; 4) адвентициальная оболочка.

3. Мочевой пузырь (окраска гематоксилин-эозином).

При малом увеличении рассмотрите слизистую, мышечную и серозную (адвентициальную в отдельных участках) оболочки. Обратите внимание на наличие тех же слоев, которые рассмотрены вами в составе оболочек мочеточника. Существенным отличием мочевого пузыря является только более

толстая мышечная оболочка, ориентация мышечных пучков в составе которой менее правильная, чем в мышечной оболочке мочеточника. Поэтому наряду с продольными и поперечными разрезами видны также косые разрезы мышечных пучков. Между мышечными пучками имеются широкие прослойки рыхлой волокнистой соединительной ткани с многочисленными разрезами кровеносных сосудов.

Обозначения на рисунке:

1) слизистая оболочка; а) переходный эпителий; б) собственная пластинка; 2) подслизистая основа; 3) мышечная оболочка; а) внутренний (продольный) слой; б) средний (циркулярный) слой; в) наружный (продольный) слой; 4) серозная (адвентициальная) оболочка.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные органы выделительной системы.
2. Каковы функции выделительной системы?
3. Из каких эмбриональных источников развиваются почки и мочевыводящие пути?
4. Что входит в состав структурно-функциональной единицы почки - нефрона?
5. Какова структура почечного тельца?
6. Какие отделы нефронов располагаются в корковом и мозговом веществе почки?
7. Какие процессы происходят в почечном тельце? Какие особенности ультраструктуры капилляров клубочка и клеток внутренней стенки капсулы обеспечивают протекание этих процессов?
8. Назовите канальцы нефрона.
9. Какова взаимосвязь ультра- и микроструктуры различных канальцев нефрона с механизмами мочеобразования?
10. В чем заключаются функциональные различия между корковыми и юкстагломерулярными нефронами?
11. Каковы особенности строения и функции собирательных почечных трубочек?
12. Объясните схему кровоснабжения почки.
13. Каковы различия кровоснабжения корковых и юкстагломерулярных нефронов?
14. Из каких компонентов состоит юкстагломерулярный (рениновый) аппарат почки? Какова его функция?
15. Каковы топографические и функциональные особенности простагландинового аппарата почки?
16. Объясните структурные особенности стенки мочеточника.
17. В чем заключаются различия строения стенок мочеточника и мочевого пузыря?

Ситуационные задачи

1. При микроскопическом исследовании участка почки было обращено внимание на приблизительно одинаковый размер диаметра приносящей и выносящей артериол клубочка. Какой участок почки был взят для изготовления микропрепарата?

2. Анализ мочи больного позволил установить наличие в ней эритроцитов. Структурные нарушения каких отделов нефрона могли стать причиной появления эритроцитов в моче?

3. У больного обнаружено разрастание рыхлой соединительной ткани в почках, которое привело к снижению притока крови к клубочкам капилляров. К каким функциональным изменениям в юкстагломерулярном аппарате они могли привести?

4. Установлено, что больной выделял большое количество неконцентрированной, не содержащей сахара мочи. Какие изменения в эндокринной системе больного могли стать причиной этого? Какой процесс и в каких отделах нефрона мог при этом нарушиться?

5. В результате заболевания почек у больного повысилось общее кровяное давление ("почечная гипертония"). Функция каких структур почки могла при этом нарушиться?

6. В моче больного обнаружен сахар. При этом моча была взята у больного утром натощак. О нарушениях в каких отделах нефрон можно было бы предположить? Какие клеточные структуры этих отделов могли пострадать?

ТЕМА 6. ЖЕНСКАЯ ПОЛОВАЯ СИСТЕМА

Общая морфофункциональная характеристика

Женская половая система включает:

1. Внутренние органы, располагающиеся в полости малого таза: яичники, маточные трубы, матка, влагалище.

2. Наружные органы: лонная область, преддверие влагалища, малые и большие половые губы, клитор.

Полного развития женская половая система достигает в период полового созревания. С этого момента устанавливается ее циклическая деятельность - овариально-менструальный цикл, находящийся под контролем нейрогормональных механизмов регуляции.

Внутренние половые органы

Яичник представляет собой плоское овальное тело, длиной 2,5 см, шириной 1,5 см, толщиной 1 см, продольная ось ориентирована вертикально.

Выполняет две функции – генеративную (образование зрелых женских половых клеток – овогенез) и эндокринную (синтез женских половых гормонов).

Снаружи яичник окружен белочной оболочкой, представленной плотной волокнистой соединительной тканью, покрытой мезотелием, и состоит из коркового и мозгового вещества. Белочная оболочка отдает в толщу органа соединительно-тканые тяжи, которые проходят транзитом через корковый и мозговой слой, проводя в своем составе сосуды и нервные волокна.

Корковое вещество образовано фолликулами различной степени зрелости, желтым телом, атретическими телами, расположенными в соединительно-тканной строме. Различают следующие стадии развития фолликулов: примордиальные, первичные, вторичные и третичные фолликулы.

Период малого роста фолликулов начинается с 3-го месяца эмбрионального развития. Овогонии дифференцируются в овоциты 1-го порядка, находящиеся в профазе мейоза. На этой стадии мейоз затормаживается. Малый рост фолликулов не зависит от гормонов гипофиза. К моменту рождения в корковом веществе яичника содержатся только примордиальные и первичные фолликулы.

Примордиальные фолликулы располагаются в виде скоплений под белочной оболочкой, состоят из мелкого овоцита 1-го порядка, окруженного одним слоем уплощенных фолликулярных клеток.

Первичные фолликулы состоят из овоцита 1-го порядка, окруженного одним или двумя слоями кубических фолликулярных клеток. Объем овоцита увеличивается за счет ооплазмы, в которой нарастает содержание органелл. В первичных фолликулах впервые становится заметной *блестящая зона*, располагающаяся между овоцитом и фолликулярными клетками.

С момента полового созревания фолликулы переходят в период большого роста, приводящий к образованию вторичных, а затем и третичных фолликулов.

Вторичные фолликулы содержат овоцит 1-го порядка, окруженный многослойной оболочкой из митотически делящихся фолликулярных клеток. Деление фолликулярных клеток происходит под влиянием ФСГ, поэтому вторичные фолликулы обнаруживаются лишь с наступлением полового созревания. В цитоплазме овоцита накапливается значительное количество органелл и включений, в ее периферической зоне образуются кортикальные гранулы, которые в дальнейшем участвуют в образовании оболочки оплодотворения. Блестящая зона утолщается, в нее проникают микроворсинки овоцита, контактирующие с отростками фолликулярных клеток. В соединительно-тканной оболочке (теке) выделяют два слоя – внутренний и наружный. Внутренний слой теки богат кровеносными сосудами и содержит клетки, обладающие секреторной активностью, соответствующие интерстициальным клеткам семенника. Наружный слой представлен плотной соединительной тканью.

Третичные фолликулы (пузырчатые, полостные) характеризуются появлением между фолликулярными клетками обширной полости, заполненной фолликулярной жидкостью, содержащей женские половые гормоны – эстрогены. В крупных фолликулах эти клетки вырабатывают также полипептидный гормон – ингибин, угнетающий секрецию ФСГ. В третичном фолликуле овоцит с окружающим его слоем фолликулярных клеток, который называется *лучистым венцом*, оттесняется к верхнему полюсу растущего фолликула. Клетки лучистого венца, непосредственно окружающие растущий овоцит, имеют длинные ветвистые отростки, проникающие через блестящую зону и достигающие поверхности овоцита. По этим отросткам к овоциту от фолли-

кулярных клеток поступают питательные вещества, из которых в цитоплазме синтезируются липопротеиды желтка, а также другие вещества. Остальные фолликулярные клетки носят название *гранулезы*. Концентрация эстрадиола в фолликулярной жидкости в 1000 раз превышает его уровень в крови. Третичный фолликул в максимальной степени своего развития называется *Граафовым пузырьком*. Он достигает такого размера, что выпячивает поверхность яичника, причем яйценосный бугорок с овоцитом оказывается в выступающей части пузырька.

Полный цикл развития фолликула занимает 10-14 дней.

Мозговое вещество состоит из соединительной ткани, его основную массу составляют крупные извитые сосуды, нервные волокна и эпителиальные тяжи – остатки канальцев первичной почки.

Овуляция – разрыв зрелого третичного фолликула (Граафова пузырька) с выбросом из него овоцита, окруженного лучистым венцом. Развивается после массивного выброса ЛГ передней долей гипофиза в ответ на высокий уровень эстрогенов в крови, секретлируемых предовуляторным фолликулом. Перед овуляцией овоцит вместе с клетками лучистого венца отделяется от яйценосного бугорка и свободно плавает в полости фолликула. Происходит выраженная гиперемия яичника, повышение проницаемости гематофолликулярного барьера с последующим развитием интерстициального отека, инфильтрацией стенки фолликула зернистыми лейкоцитами. В той области яичника, где фолликул выступает над поверхностью, тека, белочная оболочка и покровный эпителий резко истончаются и разрыхляются, и овоцит, связанный с лучистым венцом, выделяется за пределы яичника.

Предовуляторный выброс ЛГ вызывает не только овуляцию, но и вступление овоцита в фазу созревания с возобновлением мейоза (заблокированного в профазе 1-го деления еще во внутриутробном периоде) вследствие нарушения секреции фолликулярными клетками ингибирующего мейоз фактора. В результате первого деления созревания образуется вторичный овоцит и первое полярное тельце, которое располагается между овоцитом и прозрачной зоной. Вторичный овоцит далее вступает во второе деление созревания, которое блокируется в метафазе.

Желтое тело - временная добавочная эндокринная железа в составе яичника. Формируется из овулирующего фолликула: элементы стенки лопнувшего зрелого фолликула претерпевают изменения, в полость запустевшего пузырька изливается кровь из сосудов внутренней оболочки, которая затем замещается соединительной тканью. Развитие желтого тела включает четыре стадии:

1. *Стадия пролиферации и васкуляризации* характеризуется активным размножением клеток гранулезы (фолликулярных клеток), между которыми интенсивно врастают капилляры из внутренней оболочки.

2. *Стадия железистого метаморфоза*: клетки гранулезы превращаются в крупные полигональные светлоокрашенные клетки – лютеоциты, в которых накапливается желтый пигмент – лютеин. Объем новообразующего-

ся желтого тела быстро увеличивается и оно приобретает характерный желтый цвет.

3. Стадия расцвета характеризуется активной функцией лютеоцитов, вырабатывающих прогестерон – женский половой гормон, подготавливающий матку к восприятию эмбриона и способствующий протеканию беременности.

4. Стадия обратного развития включает последовательность дегенеративных изменений лютеоцитов с их разрушением и замещением плотным соединительно-тканым рубцом – белым телом.

Длительность цикла развития желтого тела в отсутствии беременности (менструального желтого тела) составляет около 14 дней. При беременности под влиянием хорионического гонадотропина, вырабатываемого плацентой, желтое тело разрастается, достигая диаметра 2-3 см (желтое тело беременности), функционирует в течение 6 мес., регрессируя к родам.

Регуляция функции желтого тела осуществляется ЛГ, рецепторы которого имеются на лютеоцитах. Прогестерон, вырабатываемый желтым телом, угнетает секрецию ФСГ гипофизом, вследствие чего тормозится начало следующего цикла роста фолликулов, который автоматически возобновляется с угасанием желтого тела.

Атрезия фолликулов – процесс, включающий остановку роста и разрушение фолликулов, приводящий к образованию атретических тел. При атрезии фолликулов гибнут гранулезные клетки и овоцит, а клетки внутренней теки активно разрастаются, выполняя гормональную функцию. В центре атретического фолликула длительно сохраняется блестящая зона.

Маточная труба представляет собой трубчатый орган, который выполняет ряд функций: 1) захватывает овоцит, выделяющийся из яичника при овуляции; 2) осуществляет транспорт овоцита в направлении матки; 3) создает условия для транспорта спермиев в направлении от матки; 4) обеспечивает среду, необходимую для оплодотворения и начального развития эмбриона; 5) осуществляет транспорт эмбриона в матку; 6) осуществляет регуляцию дробления.

Стенка маточной трубы состоит из трех оболочек: слизистой, мышечной и серозной.

Слизистая оболочка собрана в крупные разветвленные продольные складки. Она покрыта однослойным призматическим *эпителием*, состоящим из двух видов клеток – реснитчатых и железистых. Железистые клетки секретируют слизь, содержащую вещества, необходимые для питания яйцеклетки и оплодотворения. *Собственная пластинка* слизистой оболочки представлена рыхлой волокнистой соединительной тканью.

Мышечная оболочка состоит из не резко разграниченных толстого внутреннего циркулярного и тонкого наружного продольного слоев. Ее сократительная активность усиливается эстрогенами и угнетается прогестероном.

Серозная оболочка имеет типичное строение, однако отличается наличием под мезотелием толстого слоя соединительной ткани, содержащего сосуды и нервы.

Дистальный конец яйцевода расширяется в воронку и заканчивается бахромкой (фимбриями). В момент овуляции сосуды фимбрий яйцеводов увеличиваются в объеме и воронка при этом плотно охватывает яичник. Передвижение половой клетки по яйцеводу обеспечивается не только движением ресничек эпителиальных клеток, выстилающих полость маточной трубы, но и перистальтическими сокращениями ее мышечной оболочки.

Матка представляет собой полый орган с толстой мышечной стенкой, в котором происходит развитие плода. В ней различают расширенную часть – тело, в которое открываются маточные трубы; суженная нижняя часть – шейка матки – сообщается с влагалищем шейным каналом.

Стенка матки состоит из трех оболочек : 1) слизистой (эндометрия); 2) мышечной (миометрия); 3) серозной (периметрия).

Эндометрий включает два слоя – базальный и функциональный. Строение функционального слоя зависит от овариальных гормонов и претерпевает глубокую перестройку на протяжении менструального цикла. Слизистая оболочка матки выстлана однослойным призматическим эпителием. Собственная пластинка слизистой оболочки матки образована рыхлой волокнистой соединительной тканью. В ней различают децидуальные клетки – крупные клетки, содержащие в своей цитоплазме глыбки гликогена и липопротеиновые включения. В слизистой оболочке находятся многочисленные маточные железы, по форме относящиеся к простым трубчатым.

Миометрий – состоит из трех слоев гладких мышечных клеток – внутреннего подслизистого, среднего сосудистого и наружного надсосудистого. Между пучками мышечных клеток имеются прослойки соединительной ткани, богатые эластическими волокнами.

Периметрий образован рыхлой волокнистой соединительной тканью и покрывает большую часть поверхности матки (брюшиной не покрыты только передняя и боковые поверхности надвлагалищной части шейки матки). Вокруг шейки матки, особенно с боков и спереди, находится большое скопление жировой ткани, которое получило название параметрия.

Васкуляризация. Система кровоснабжения матки хорошо развита. Артерии, несущие кровь к эндометрию и миометрию, в циркулярном слое миометрия спиралевидно закручиваются, что способствует их автоматическому сжатию при сокращении матки. Входя в эндометрий, приносящие артерии дают начало мелким артериям двух видов: *прямым*, которые не выходят за пределы базального слоя эндометрия, и *спиральным*, снабжающим кровью функциональный слой.

Влагалище представляет собой толстостенную растяжимую трубку, соединяющую преддверие влагалища с шейкой матки. Стенка влагалища состоит из трех оболочек: слизистой, мышечной и адвентициальной.

Слизистая оболочка покрыта многослойным плоским эпителием, в котором различают три слоя: базальный, промежуточный и функциональный. Эпителий влагалища претерпевает значительные циклические изменения в последовательных фазах менструального цикла. Включает от 30 до 45 рядов.

Клетки базального слоя постепенно перемещаются в более поверхностные слои, параллельно дифференцируясь и изменяясь. Клетки поверхностного слоя эпителия богаты гликогеном, при распаде которого под влиянием микроорганизмов образуется молочная кислота, что определяет кислую реакцию влагалищной слизи и ее бактерицидные свойства. Между эпителиальными клетками встречаются лимфоциты, клетки Лангерганса.

Железы в стенке влагалища отсутствуют.

Собственная пластинка слизистой оболочки состоит из волокнистой соединительной ткани с большим количеством коллагеновых и эластических волокон и обширным венозным сплетением, часто инфильтруется лимфоцитами и содержит единичные лимфотические узелки.

Мышечная оболочка состоит из пучков гладкомышечных клеток, образующих два нечетко разграниченных слоя: внутренний циркулярный и наружный продольный, которые продолжают в аналогичные слои миометрия.

Адвентициальная оболочка образована рыхлой волокнистой соединительной тканью, связывающей влагалище с соседними органами, содержит крупное венозное сплетение и нервы.

Наружные половые органы

Преддверие влагалища выстлано многослойным плоским эпителием. В преддверии влагалища открываются две бартолиновы железы. По форме эти железы альвеолярно-трубчатые, образованы призматическим эпителием, секретируют слизь.

В малых губах покрывающий их многослойный плоский эпителий слегка ороговевает, а базальный слой его пигментирован. Основу малых губ составляет рыхлая волокнистая соединительная ткань, богатая эластическими волокнами и кровеносными сосудами, имеются многочисленные сальные железы.

Большие губы влагалища представляют собой складки кожи с обильными прослойками жировой ткани, имеется много сальных и потовых желез, волосы.

Клитор по эмбриональному развитию и строению соответствует дорсальной части мужского полового члена, состоит из двух эректильных пещеристых тел, заканчивающихся головкой, которая покрыта многослойным плоским эпителием, слегка ороговевающим.

Молочные железы по своему происхождению являются видоизмененными потовыми железами, входят в состав репродуктивной системы.

До полового созревания молочная железа состоит из долей, образованных короткими эпителиальными тяжами, которые располагаются между волокнистой соединительной и жировой тканями и представляют собой систему протоков.

При половом созревании происходит рост и ветвление протоков. С каждым половым циклом они удлиняются в основном под действием эстрогенов. Под влиянием прогестерона конечные участки протоков – «терминальные почки» умеренно пролиферируют, регрессируя в следующей фазе.

У взрослой женщины молочная железа состоит из 15-20 долей – трубчато-альвеолярных желез, которые разграничены тяжами плотной соединительной ткани. Между дольками много жировой ткани. На соске доли открываются млечными протоками, расширенные участки которых – млечные синусы – расположены под ареолой (пигментированной зоной вокруг соска). Млечные синусы выстланы многослойным плоским эпителием, остальные протоки – одним рядом кубического или призматического эпителия и миоэпителиальными клетками.

Функционально неактивная железа содержит слабо развитый железистый компонент, состоящий преимущественно из протоков. Концевые отделы (альвеолы) развиты крайне слабо. Функционально активная железа образована дольками, состоящими из альвеол, между которыми располагаются внутридольковые протоки.

Секреторные клетки – лактоциты – содержат хорошо развитую гРЭПС, митохондрии, крупный комплекс Гольджи. Они вырабатывают вещества, которые выделяются различными механизмами, образуя в совокупности молоко: белок (казеин), лактоза, ионы кальция секретируются по мерокриновому типу, липиды выделяются в ходе апокриновой секреции.

Миоэпителиальные клетки имеют уплощенную форму, своими отростками охватывают лактоциты и обеспечивают выделение молока из альвеол и выводных протоков, сокращаясь под влиянием окситоцина.

Регуляция деятельности функционирующей молочной железы осуществляется двумя основными гормонами – пролактином, который стимулирует железистые клетки альвеол (лактоциты) к биосинтезу молока и окситоцином, активирующим миоэпителиальные клетки.

Овариально-менструальный цикл – последовательные циклические изменения функции и структуры органов женской половой системы (яичников, матки маточных труб, влагалища). У женщин половые циклы характеризуются регулярными маточными кровотечениями (менструациями). В овариально-менструальном цикле выделяют три периода: менструальный (фаза десквамации эндометрия), постменструальный период (фаза пролиферации эндометрия) и предменструальный период (функциональная фаза).

Менструальный период (соответствует 1-4 дню цикла).

В матке начинается отторжение функционального слоя эндометрия, что сопровождается маточным кровотечением.

В яичнике растормаживается рост очередного фолликула, начинается продукция эстрогенов фолликулярными клетками. Под их влиянием в матке активизируется регенерация эндометрия и усиливается пролиферация эпителия за счет донышек маточных желез. Через 2-3 дня пролиферации менструальное кровотечение останавливается и начинается очередной постменструальный период.

Постменструальный период (соответствует 5-14 дням цикла).

В матке происходит усиленный рост эндометрия под влиянием эстрогенов, выделяемых растущим фолликулом. Маточные железы в постменструальном периоде растут быстро, но остаются узкими, прямыми и не секретируют. Происходит формирование и рост спиральных артерий, мало извитых в этой фазе. Покровный эпителий из низкого призматического становится высоким призматическим.

В яичнике происходит рост очередного фолликула, который достигает стадии зрелого к 14 дню цикла. Рост фолликула стимулируется ФСГ гипофиза.

Предменструальный период (соответствует 15-28-му дням цикла).

В яичнике на 14 день цикла происходит овуляция под действием ЛГ гипофиза. В предовуляторный период уровень эстрагенов в крови наиболее высок (эстрогены вырабатываются клетками гранулезы). Высокий уровень эстрогенов стимулирует медиобазальный гипоталамус к выработке люлиберринов, которые в свою очередь определяют выработку нейрогипофизом ЛГ. На месте лопнувшего пузырьчатого фолликула образуется желтое тело, вырабатывающее прогестерон. В яичнике прогестерон ингибирует рост новых фолликулов. К концу периода желтое тело вступает в стадию обратного развития.

В матке под действием прогестерона активируются маточные железы слизистой оболочки, начинающие секретировать. Они увеличиваются в размерах, становятся извитыми и часто разветвляются. Слизь, обильно выделяемая железами, становится густой. Строма отекает, вокруг сосудов формируются островки крупных полигональных предецидуальных клеток, содержащих гликоген. Под влиянием прогестерона кровеносные сосуды эндометрия достигают максимального развития. Спиральные артерии становятся резко извитыми, закручиваясь в виде клубков. Состояние эндометрия на 20-22-й день оптимально для имплантации эмбриона. К концу предменструального периода желтое тело начинает атрофироваться, уровень прогестерона в крови резко падает, что вызывает спазм спиралевидных артерий функционального слоя эндометрия, приток крови к нему уменьшается, в нем развивается гипоксия, стенки сосудов теряют эластичность и становятся ломкими, начинаются некротические изменения. После длительного спазма спиралевидные артерии вновь расширяются и приток крови к эндометрию увеличивается. Но так как стенки сосудов стали хрупкими, в них возникают многочисленные разрывы, в строме эндометрия начинаются кровоизлияния и начинается следующий менструальный период.

Программные вопросы:

1. Общая морфо-функциональная характеристика женской половой системы.
2. Источники и ход эмбрионального развития органов женской половой системы.
3. Основные факторы половой дифференцировки.

4. Строение и функции яичника.
5. Овогенез
6. Характеристика овариально-менструального цикла и его регуляция.
7. Строение и функции маточной трубы.
8. Особенности строения стенки матки, перестройка матки при беременности и после родов.
9. Морфофункциональная характеристика влагалища.
10. Морфо-функциональная характеристика молочной железы, эмбриональные источники, функциональная морфология лактирующей железы.
11. Возрастные изменения органов женской половой системы.

Цель занятия: изучение микроскопической структуры и гистофизиологии органов женской половой системы.

Задачи занятия:

1. Изучить на микроскопическом уровне строения яичника, научиться идентифицировать различной зрелости фолликулы, желтое тело, атретическое тело по их тканевому составу.
2. Изучить микроскопическую структуру желтого тела.
3. Изучить строение стенки матки и научиться идентифицировать ее оболочки по тканевому составу.
4. Идентифицировать тканевые элементы молочной железы в лактирующем и нелактирующем состоянии.
5. Изучить микроскопическую структуру плаценты человека.

Объекты изучения (микпрепараты)

1. Яичник млекопитающего (окраска гематоксилин-эозином)

При малом увеличении на поверхности яичника найти тонкую *капсулу*, покрытую однослойным плоским эпителием. Периферическая часть яичника представлена *корковым веществом*, в центре органа расположено *мозговое вещество*.

На большом увеличении рассмотреть подкапсулярную зону коркового вещества. В этой зоне хорошо заметны мелкие *примордиальные* фолликулы, состоящие из первичного овоцита и окруженные плоскими фолликулярными клетками.

Первичные фолликулы содержат 1-2 слоя фолликулярных клеток кубической формы, овоцит окружен блестящей оболочкой.

Вторичный фолликул крупнее, чем первичный фолликул. Внутри него имеется или одна крупная, или несколько мелких полостей, заполненных жидкостью. Овоцит располагается в центре фолликула. Вокруг фолликула дифференцируется соединительно-тканная оболочка - тека.

Зрелый фолликул располагается в подкапсулярной зоне коркового вещества. Это самый крупный из всех фолликулов, заполнен фолликулярной жидкостью и имеет тонкую стенку, овоцит смещен к периферии и окружен лучистым венцом.

Атретическое тело в центре имеет сморщенную блестящую оболочку розового цвета, вокруг которой находится разросшаяся соединительно-тканная оболочка.

На малом увеличении рассмотрите *мозговое вещество*, представленное плотными извилистыми соединительно-тканными тяжами, между которыми располагаются кровеносные сосуды.

При большом увеличении в зрелом фолликуле рассмотреть: 1) *яйценосный бугорок*, расположенный на периферии фолликула, в нем локализован округлой формы *овоцит*; 2) *блестящую оболочку*, которая выглядит бледно розовой и расположена между овоцитом и фолликулярными клетками; 3) *клетки зернистого слоя*, образующие внутреннюю поверхность стенки фолликула.

Обозначения на рисунке:

1) белочная оболочка; 2) примордиальные фолликулы; 3) первичный фолликул; 4) вторичный фолликул; 5) атретическое тело; 6) пузырьчатый фолликул; 7) яйценосный бугорок; 8) лучистый венец; 9) овоцит; 10) зернистый слой; 11) оболочка фолликула: а) внутренний слой, б) наружный слой; 12) мозговое вещество; 13) желтое тело; 14) прозрачная зона.

2. Матка (окраска гематоксилин-эозином).

На малом увеличении рассмотреть стенку матки, начиная из центра полости матки. Найти *слизистую оболочку* (эндометрий), выстилающий внутреннюю поверхность органа, и в ней: 1) однослойный призматический *эпителий*, покрывающий поверхность слизистой оболочки; 2) собственную пластинку, образованную рыхлой волокнистой соединительной тканью, в которой различают внутренний (ближе к полости матки) *функциональный слой* и наружный *базальный слой*, включающий только донышки маточных желез; 3) *маточные железы*, которые имеют вид трубочек и расположены перпендикулярно к поверхности эндометрия.

Затем найти *мышечную оболочку* (миометрий), образованную гладкой мышечной тканью, и в ней: 1) *подслизистый слой*, граничащий со слизистой оболочкой; 2) *сосудистый слой*, содержащий многочисленные кровеносные сосуды; 3) *надсосудистый слой*, прилежащий к *серозной оболочке*, покрывающей орган снаружи и представленной тонкими прослойками рыхлой соединительной ткани и мезотелием.

Обозначения на рисунке:

1) слизистая оболочка: а) призматический ресниччатый эпителий, б) функциональный слой эндометрия, в)-базальный слой, г) маточные железы; 2) мышечная оболочка: а) подслизистый слой (циркулярный), б) сосудистый слой, в) надсосудистый слой (наружный); 3) серозная оболочка - периметрий.

3. Молочная железа в лактирующем состоянии (окраска гематоксилин-эозином).

Найти при малом увеличении *дольки железы*, представленные скоплением концевых секреторных отделов - *альвеол*. *Междольковые перегородки*

образованы рыхлой волокнистой соединительной тканью. Альвеолы имеют вид полостей разной формы и размеров. В дольках и междольковых перегородках хорошо различимы *млечные протоки*, выстланные кубическим и призматическим эпителием.

При большом увеличении рассмотреть стенку альвеолы и дифференцировать в ней: 1) *лактоциты*, имеющие круглые ядра; 2) *миоэпителиальные клетки*, окружающие альвеолы снаружи и имеющие палочковидные ядра.

Обозначения на рисунке:

1) долька железы; 2) междольковая перегородка; 3) альвеола; 4) млечный альвеолярный проток; 5) междольковый млечный проток; 6) миоэпителиоциты; 7) лактоциты.

4. Желтое тело (окраска гематоксилин-эозином).

Найти при малом увеличении лютеиновые клетки, имеющие округлую форму с ячеистой цитоплазмой. Между *лютеиновыми клетками* видны тонкие прослойки рыхлой соединительной ткани с *кровеносными сосудами*. По краю среза могут быть обнаружены участки коркового вещества с примордиальными фолликулами.

Обозначения на рисунке:

1) лютеиновые клетки; 2) соединительно-тканые прослойки; 3) кровеносные сосуды.

5. Плодная часть плаценты (окраска гематоксилин-эозином)

При малом увеличении найти амниотическую оболочку, находящуюся по свободному краю органа, покрытого пластом однослойных кубических клеток амниона, под которым располагается пластинка соединительной ткани – *хориальная пластинка*. *Хорион* расположен внутри от амниотической оболочки и имеет *ворсинки*, которые срезаны во всех направлениях и занимают большую часть препарата. На срезе ворсинки дифференцируется наружный слой – *цитотрофобласт*, представленный одним слоем клеток. На поверхности некоторых участков ворсин хориона имеются скопления ядер темно фиолетового цвета – *симпластотрофобласт*. Строму ворсин образует рыхлая соединительная ткань – *хориальная мезодерма* - с кровеносными сосудами, содержащими кровь зародыша. В некоторых местах снаружи ворсинок расположена аморфная оксифильная масса – *фибриноид*. *Кровяные лакуны* находятся между ворсинками хориона и содержат кровь матери.

Обозначения на рисунке:

1) амниотическая оболочка; 2) хориальная пластинка; 3) ворсинки хориона: а) цитотрофобласт и симпластотрофобласт; б) хориальная мезодерма; в) сосуды; г) фибриноид; 4) кровяные лакуны.

6. Материнская часть плаценты (окраска гематоксилин-эозином).

Найти при малом увеличении *базальный слой* слизистой оболочки матки, расположенный с одного свободного края органа и представленный пластом соединительной ткани. От него отходят соединительно-тканые перегородки.

родки, располагающиеся между ворсинками хориона. В соединительной ткани базального слоя слизистой оболочки матки отчетливо различимы в виде скоплений крупные клетки с четкими границами и округлыми ядрами – *децидуальные клетки*. Между ворсинами хориона видны полости, заполненные материнской кровью – *лакуны*.

Обозначения на рисунке:

1) базальная отпадающая оболочка; 2) децидуальные клетки; 3) лакуны с кровью.

Ситуационные задачи

1. В эксперименте у одного из зародышей мыши удалили желточный мешок. Будут ли обнаружены в гонадах половые клетки?

2. Перед вами 2 гистологических среза яичника от 2 животных. На первом препарате в корковом веществе обнаружены примордиальные, первичные и вторичные фолликулы, зрелый фолликул и атретические тела. На втором препарате - примордиальные фолликулы, атретическое тело и развитое желтое тело. На какой стадии овариального цикла находятся животные? Какие гормоны секретируются в яичниках в эти стадии?

3. Проведено диагностическое исследование гормонов (ФСГ и ЛГ) у небеременной женщины в течение овариально-менструального цикла. На 7 день обнаружена высокая активность ФСГ, а на 14- ЛГ. На какой стадии был сделан анализ крови? Какие процессы происходят в яичниках в эти периоды?

4. На гистологическом срезе матки эндометрий имеет незначительную толщину (1-2 мм), маточные железы прямые и узкие, в соединительной ткани функционального слоя много делящихся клеток. Какой стадии менструального цикла соответствует препарат?

5. На гистологическом срезе матки определяется утолщение эндометрия (7 мм), маточные железы имеют извилистый ход и широкий просвет, много кровеносных сосудов. Какой стадии цикла соответствует данный срез?

6. На 24-25 день овариального цикла в яичнике обнаружены фолликулы разной степени зрелости, атретические тела. Нормальное ли строение имеет яичник? Какова вероятность беременности?

7. На гистологическом срезе молочной железы обнаружены млечные протоки, альвеолярные млечные ходы, альвеолы отсутствуют. Секретирует ли данная молочная железа?

8. На гистологическом срезе молочной железы обнаружены млечные протоки и альвеолы. В каком функциональном состоянии находится молочная железа?

9. У беременной женщины на 3 месяце произошел выкидыш плода. Нарушения в каких структурах яичника могли быть причиной этого?

Контрольные вопросы

1. Каковы эмбриональные источники развития яичников, яйцеводов, матки?

2. Опишите ход эмбриогенеза органов женской половой системы.

3. Какие факторы определяют развитие организма по женскому типу?
4. Какое строение имеет яичник?
5. Охарактеризуйте основные стадии овогенеза, каковы отличия овогенеза от сперматогенеза.
6. Какое строение имеют примордиальный, первичный, вторичный и третичный фолликулы?
7. Как происходит развитие желтого тела? Какой гормон секретируют лютеиновые клетки?
8. Назовите источники развития маточных труб. Какие функции они выполняют?
9. Какое строение имеет стенка маточной трубы?
10. Какое строение имеет стенка матки?
11. Перечислите особенности строения стенки влагалища?
14. Что такое овариально - менструальный цикл и как осуществляется его регуляция?
15. В чем сущность возрастных изменений органов женской половой системы?
16. Назвать источники развития молочных желез и их функции?
17. Какое строение имеет молочная железа?
18. С чем связано увеличение молочных желез во время беременности?
19. По какому типу секретируется молоко из молочных желез?
20. Каков механизм сокращения миоэпителиальных клеток, лактирующих молочных желез?

I. Функции и классификация органов чувств

Восприятие организмом информации о состоянии внешней и внутренней среды, а также ее обработку и трансформацию в ощущения осуществляют анализаторы. Они представляют собой сложные структурно-функциональные системы, связывающие ЦНС с внешней и внутренней средой. Каждый анализатор состоит из трех частей: преферической, в которой происходит восприятие раздражений, промежуточной, представленной проводящими путями и подкорковыми образованиями, и центральной, представленной участками коры головного мозга, где происходит анализ информации и синтез ощущения.

Органы чувств являются преферическими частями анализаторов. В них имеются особые рецепторные клетки двух разновидностей: нейросенсорные и сенсоэпителиальные. Нейросенсорные клетки развиваются из нейроэктодермы. Они называются первичночувствующими. Органы чувств с нервными рецепторными клетками относят к I группе (органы зрения и обоняния). Сенсоэпителиальные рецепторные клетки воспринимают раздражение и передают их дендритам чувствительных нейронов, которые воспринимают возбуждение и формируют нервный импульс. Сенсоэпителиальные рецепторные клетки происходят из кожной эктодермы и называются вторично-чувствующими. Органы чувств с такими рецепторными клетками относят ко II группе (органы слуха, равновесия, вкуса).

К периферическим частям третьей группы органов чувств относят инкапсулированные и неинкапсулированные нервные окончания. Все они являются дендритами нейронов чувствительных ганглиев. По функции различают экстерорецепторы и интерорецепторы. Экстерорецепторы воспринимают раздражение из внешней среды. Это тактильные, температурные и болевые рецепторы. Интерорецепторы воспринимают сигналы о состоянии самого организма.

Все рецепторные клетки имеют общий план строения и хорошо развитые органеллы. Рецепторные клетки органов чувств I и II групп содержат специализированные струк-

туры - волоски, которые обеспечивают восприятие раздражения: реснички (киноцилии) или подвижные волоски, связанные с базальными тельцами, микроворсинки (стереоцилии) - неподвижные волоски и видоизмененные дендриты (палочки и колбочки в органах зрения).

В плазмолемме этих структур находятся молекулы фото-, хемо- и механорецепторных белков, которые кодируют энергию стимула в специфическую информацию, передаваемую далее в виде нервного импульса в ЦНС.

Кроме общих принципов строения каждый вид рецепторных клеток разных органов чувств имеет свои специфические черты.

II. Орган зрения

Глаз представляет собой сложный рецепторный аппарат, который с помощью особых светочувствительных клеток воспринимает и передает в центры световые раздражения, идущие от всех предметов и объектов окружающей среды.

Орган зрения состоит из *глазного яблока*, соединенного через зрительный нерв с мозгом, и *вспомогательного аппарата*, включающего веки, слезные железы и двигательные поперечно-полосатые мышцы.

Глазное яблоко состоит из трех оболочек.

Наружная (фиброзная) оболочка, к которой прикрепляются глазодвигательные мышцы, обеспечивает защитную функцию. В ней различают передний - прозрачный отдел (роговицу) и задний - непрозрачный (склеру).

Средняя оболочка (сосудистая) выполняет основную роль в обменных процессах. Она имеет 3 части - радужку (впереди), цилиарное тело и собственно сосудистую часть, которая питает сетчатку.

Внутренняя оболочка - сетчатка - рецепторная сенсорная часть глаза, в которой под воздействием света происходят фотохимические превращения зрительных пигментов, и передача информации в зрительные центры.

Оболочки глаза и их производные формируют три функциональных аппарата:

1) *Светопреломляющий* (диоптрический) - роговица, жидкость передней и задней камер глаза, хрусталик и стекловидное тело.

2) *Аккомодационный* - радужка, ресничное тело с пояском, хрусталик.

3) *Рецепторный* (сетчатка).

Роговица относится к светопреломляющему аппарату. В ней нет капилляров, питание происходит за счет диффузии веществ из передней камеры глаза (между роговицей и радужной оболочкой).

Роговица развивается из эктодермы и состоит из 5 слоёв:

1) переднего многослойного плоского эпителия (5-7 слоев клеток). В эпителии многочисленные свободные нервные окончания обуславливают высокую тактильную чувствительность;

2) передней пограничной мембраны, состоящей из мельчайших коллагеновых волокон;

3) собственного вещества роговицы (соединительная ткань), состоящего из соединительно-тканых пластинок, в которых параллельно расположены пучки коллагеновых фибрилл с аморфным веществом и фибробластами;

4) задней пограничной мембраны - более плотной из переплетающихся коллагеновых фибрилл;

5) плоского эпителия задней поверхности роговицы, состоящего из одного слоя шестигранных клеток.

Все слои отличаются высокой оптической гомогенностью, пропускают и преломляют световые лучи, пластинки коллагеновых фибрилл имеют правильное расположение, одинаковый показатель преломления с нервными ветвями и матриксом, что вместе с химическим составом определяет ее прозрачность.

Склера - непрозрачная задняя и переднебоковая часть наружной оболочки белого цвета (самая прочная) состоит из плотной соединительной ткани. Коллагеновые волокна и образованные из них пластинки расположены параллельно поверхности глаза. Между ними находятся эластические волокна и фибробласты. В задней части имеется решетчатая пластинка с отверстиями, через которые проходят нервные волокна.

Склера снаружи покрыта рыхлой соединительной тканью с многочисленными капиллярами. К ней прикрепляются волокна сухожилий глазодвигательных мышц. На границе с роговицей образуется утолщение склеры, хорошо видимое у плотоядных. В ткани склеры за валиком имеются небольшие разветвленные полости - венозные сплетения, обеспечивающие отток жидкости из передней камеры глаза, расположенной между роговицей и радужкой.

Средняя оболочка состоит из трех частей: радужки, ресничного тела и сосудистой оболочки. Радужная оболочка расположена впереди и представляет собой пигментный диск с отверстием (зрачком). Основу радужки составляют пучки гладкой мышечной ткани и рыхлая соединительная ткань с большим количеством пигментных клеток и многочисленными кровеносными сосудами. С внутренней стороны радужки находится пигментный эпителий, являющийся продолжением продолжением пигментного эпителия ресничного тела и далее сетчатки. Во всех слоях радужки имеются пигментные клетки, обеспечивающие цвет глаз. Гладкие миоциты формируют в радужке две мышцы: суживающая зрачок (из циркулярно-ориентированных миоцитов) и расширяющая - с радиальным расположением пучков клеток.

Радужка относится к аккомодационному аппарату и выполняет функцию диафрагмы.

Ресничное тело - утолщенная часть средней оболочки (между радужкой и сосудистой). Задняя его часть - более тонкая (кольцо), передняя - толстая (венчик) с выростами, направленными к хрусталику.

Слои радужной оболочки: 1) эпителиальный, 2) наружный пограничный, 3) сосудистый, 4) внутренний пограничный, 5) пигментный. Во всех слоях имеются пигментные клетки, которые обуславливают цвет глаз.

У альбиносов пигментных клеток нет, поэтому глаза красного цвета (просвечивают кровеносные сосуды).

Основная масса ресничного тела состоит из ресничной мышцы (пучки гладких миоцитов), расположенных циркулярно, радиально и меридиально. Между мышечными пучками расположена соединительная ткань с кровеносными капиллярами и пигментными клетками. При сокращении мышц натяжение связок ослабляется, и хрусталик становится более круглым (близкое расстояние объекта). При расслаблении мышц хрусталик становится плоским (дальнее расстояние объекта).

Отростки и складки ресничного тела покрыты эпителиальными клетками, идущими от сетчатки. Эти клетки принимают участие в образовании жидкости обеих камер глаза - передней и задней.

Сосудистая оболочка отличается обилием кровеносных сосудов и состоит из соединительной ткани с сетью эластических волокон и пигментными клетками. Различают четыре пластины: 1) надсосудистую; 2) сосудистую; 3) хориокапиллярную, 4) базальную. Надсосудистая соединяется со склерой, базальная - с пигментным слоем сетчатки.

Сетчатка состоит из 10 слоев:

- 1) слой пигментных эпителиальных клеток (пигментный);
- 2) слой палочек и колбочек (фотосенсорный слой);
- 3) наружный пограничный слой (мембрана);
- 4) наружный ядерный слой;
- 5) наружный сетчатый слой;
- 6) внутренний ядерный слой (биполярные нейроны, горизонтальные нейроны, амокринные нейроны).

- 7) внутренний сетчатый слой;
- 8) ганглиарный слой;
- 9) слой нервных волокон;
- 10) внутренний пограничный слой (центральные отростки глиоцитов с базальной мембраной).

Пигментный эпителий - нейрального происхождения и представляет собой наружный слой сетчатки. Клетки его основаниями лежат на базальной мембране, прилежащей к сосудистой оболочке, а от апикальной поверхности отходят отростки, находящиеся между палочками и колбочками светочувствительных клеток. В отростках пигментных клеток содержится меланин, который может перемещаться в цитоплазме, и, в зависимости от освещения, находится либо в базальной части, либо в отростках. Меланин защищает от сильного освещения (поглощает до 70% света).

Кроме того, клетки пигментного эпителия обеспечивают поступление из сосудистой оболочки питательных веществ и необходимого для синтеза зрительного пигмента витамина А к нервным клеткам, а также утилизируют отработанные диски палочек и колбочек.

Палочки и колбочки фотосенсорного слоя являются видоизмененными дендритами сенсорных нейронов. Они состоят из 2-х сегментов - наружного и внутреннего, соединенных системой трубочек (двумя ресничками $9 \times 2 + 0$). В наружных сегментах содержатся двухмембранные диски. В колбочках сохраняется связь дисков с плазматической мембраной (диски являются складками мембраны), в палочках диски отделены от плазматической мембраны. В дисках содержатся зрительные пигменты (в палочках - родопсин, в колбочках - иодопсин). Палочки обладают более высокой светочувствительностью и являются рецепторами черно-белого сумеречного света, колбочки - цветного дневного зрения. В состав родопсина входит альдегид витамина А.

Внутренние сегменты палочек и колбочек отличаются по форме и величине. У колбочек он толще, среди скоплений митохондрий находится липидная капля, называемая эллипсоидом. У палочек этого нет.

Кванты света разрушают молекулы пигмента, вызывая тем самым раздражение, которое через аксоны сенсорных клеток передается в виде импульсов в нижележащие нейроны.

На уровне между палочками и колбочками и телами сенсорных нейронов расположен наружный пограничный слой, сформированный отростками глиальных клеток.

Наружный ядерный слой состоит из тел сенсорных нейронов (перикарионов). Их аксоны совместно с дендритами нижележащих биполярных нейронов формируют наружный сетчатый слой. Через синапсы этих отростков нервные импульсы передаются телам биполярных нейронов, которые вместе с телами вспомогательных нейронов (амокринных, горизонтальных, интерплексиморфных) формируют внутренний зернистый слой.

В этом слое находятся и тела глиоцитов, выполняющие опорную и трофическую функции и формирующие своими отростками пограничные мембраны. Аксоны нейронов и дендриты нижележащих мультиполярных нейронов формируют внутренний сетчатый слой. Тела мультиполярных нейронов формируют ганглиозный слой. Аксоны мультиполярных нейронов покрываются миелином и образуют слой нервных волокон. Нервные волокна объединяются в зрительный нерв.

Сетчатку от стекловидного тела отграничивает внутренняя пограничная мембрана.

Нейросенсорные клетки, биполярные и мультиполярные нейроны обеспечивают рецепцию и проведение светового сигнала в мозг, а горизонтальные, аморфные и интерплексиморфные клетки регулируют их функции.

В сетчатке имеются две зоны:

- 1) Зона лучшего видения (углубление из-за отсутствия ганглионарного слоя, истонченных внутреннего и наружного слоев). В наружном только колбочковые нейросенсор-

ные клетки. Это создает наиболее оптимальные условия для прохождения светового импульса к рецепторам.

2) Зона диска зрительного нерва (слепое пятно). Здесь собираются аксоны всех мультиполярных нейронов ганглионарного слоя. Здесь - сеть кровеносных сосудов, формирующих сосудистую систему сетчатки. Эти сосуды четко реагируют на многие патологические процессы в организме.

Пограничные наружная и внутренняя мембраны являются гематофтальмологическим барьером. В их состав входят отростки глиальных клеток.

Хрусталик

Относится к светопреломляющему аппарату глаза. Это прозрачное тело, имеющее форму двояковыпуклой линзы. Он расположен между радужной оболочкой и стекловидным телом. Состоит из капсулы, эпителиальных клеток и хрусталиковых волокон, производных эпителиальных клеток. Капсула представляет собой гомогенную, эластичную оболочку. Содержит коллаген, гликопротеиды и гликозамингликаны (сульфатированные). К наружной поверхности по экватору к хрусталику прикреплены волокна ресничного пояса (связки), идущие от ресничного тела (цилиндрического). При сокращении мышцы хрусталик округляется (видение на близком расстоянии).

На передней поверхности находится однослойный кубический эпителий. Клетки, продвигаясь к экватору, делятся и становятся удлинёнными и превращаются в волокна хрусталика (безъядерные). Каждое волокно имеет вид прозрачной шестигранной призмы, состоит из белка кристаллина. С возрастом хрусталик становится менее эластичным и ухудшаются его фокусирующие свойства.

Стекловидное тело

Стекловидное тело представляет собой полость, ограниченную хрусталиком, ресничным пояском и внутренней пограничной мембраной сетчатки, и заполненную прозрачной желеобразной массой. Это основная светопреломляющая среда, она регулирует обменные процессы. В коллоидной массе находится сложный белок витреин и гиалуроновая к-та и под электронным микроскопом обнаруживаются тонкие коллагеновые волокна.

Вспомогательные аппараты глаза

Веки - кожно-мышечные подвижные складки. Снаружи конъюнктивы - многослойный плоский эпителий, внутри - многослойный эпителий с бокаловидными клетками. В соединительной ткани под эпителием находятся сальные и потовые железы (около корней волос ресниц). У плотоядных и свиней на нижнем веке ресниц нет.

В толще век располагаются поперечно-полосатые круговые мышцы.

Вдоль конъюнктивы расположены внутри тарсальные железы, вырабатывающие смазку, покрывающую ресницы. Третье веко - мигательная перепонка - складка конъюнктивы. У лошади, свиньи, и кошки она из эластичного хряща, у других - из гиалиновой ткани. У птиц третье веко может закрывать роговицу.

Слезный аппарат - состоит из слезных желез, канальцев, мешка и слезно-носового участка. Железы - трубчато-альвеолярные сложные. Концевые отделы желез окружены миоэпителиоцитами. Секрет состоит в основном из воды, растворенного хлорида Na и альбуминов. Фермент лизоцим - обладает бактерицидными свойствами. Выводные протоки выстланы двухслойным эпителием, открываются в конъюнктиве века. При движении век слезная жидкость увлажняет и очищает конъюнктиву.

У медиального угла глаза имеется слезный бугорок, на вершине которого отверстие мышечного канальца, впадающего в расширенный слезный мешочек. Из слезного мешочка жидкость поступает в слезно-носовой проток, открывающийся в носовую полость. Слезные канальцы выстланы многослойным плоским неороговевающим эпителием, а мешочек - двухслойным призматическим эпителием. В конце протока имеются бокаловидные клетки.

III. Орган слуха и равновесия

Ухо - преферическая часть слухового и вестибулярного анализатора.

Расположенные в нем рецепторы воспринимают звуковые, вибрационные и гравитационные сигналы.

Рецепторные клетки находятся в определенных участках на внутренней поверхности каналов и полостей внутреннего уха, называемого перепончатым лабиринтом.

Развитие перепончатого лабиринта внутреннего уха начинается с закладки слухового пузырька путем погружения участка эктодермы в мезодерму, окружающую мозговой пузырь (задний мозг). Образованный слуховой пузырек дифференцируется в трех направлениях:

- 1) Формирование пузырька (органа равновесия).
- 2) Улитки (орган слуха).
- 3) Объединяющего их эндолимфатического протока.

Таким образом, все клетки (рецепторные и вспомогательные специализированные эпителиальные) - производные определенного участка эктодермы.

Из окружающей мезенхимы формируются его соединительно-тканная оболочка и хрящевая бластема, которая позднее заменяется на костную ткань (костный лабиринт). Клетки многоядерной эпителиальной выстилки слухового пузырька секретируют эндолимфу, заполняющую его полость. В состав органов слуха и равновесия входят наружное, среднее и внутреннее ухо.

Наружное ухо состоит из ушной раковины, наружного слухового прохода и барабанной перепонки, отделяющей от среднего уха.

Ушная раковина, покрытая волосом, является защитным органом, препятствующим проникновению насекомых и различных частиц в слуховой проход. Основание ушной раковины составляет эластический хрящ, покрытый кожей, содержащей корни

волос и сальные железы. В движение ушную раковину приводят поперечно-полосатая мышечная ткань. У многих животных (лошадей, собак, кошек) ушная раковина хорошо развита. Рефлекторное управление ушной раковинной позволяет быстро определять местонахождение источника звука. Таким образом, ушная раковина является хорошим звукоулавливателем.

Наружный слуховой проход у различных животных он разной длины. По нему проходят звуковые колебания к барабанной перепонке. Основой этого органа является трубка из эластического хряща, переходящего у каменистой кости в костную ткань.

В коже слухового прохода содержатся альвеолярные сальные и видоизмененные трубчатые потовые железы, выстланные однослойным цилиндрическим эпителием, секретирующим ушную серу (жироподобное вещество с пигментом).

Барабанная перепонка представляет собой соединительнотканную волокнистую, слегка вогнутую пластинку. В наружном слое этой пластинки коллагеновые волокна соединительной ткани расположены радиально, а во внутреннем слое циркулярно. В соединительную ткань перепонки вплетена рукоятка молоточка.

2. Среднее ухо

Среднее ухо представляет собой барабанную полость с находящимися внутри слуховыми косточками (молоточком, наковальней и стремечком). У птиц только одна слуховая косточка (столбик). Костная стенка барабанной полости выстлана однослойным мерцательным эпителием (за исключением перепонки и косточек).

В стенке, отделяющей среднее ухо от внутреннего, имеется два отверстия (окна). Одно (овальное) граничит с вестибулярной лестницей улитки. Оно закрыто пластинкой стремечка и его связкой. Другое (округлое) отделяет барабанную полость от барабанной лестницы улитки и закрыто волокнистой мембраной.

С помощью слуховых косточек звуковые колебания передаются овальному окну и преобразуются в колебания жидкости - перилимфы внутреннего уха. Слуховые косточки прикреплены к стенкам полости связками.

Имеются две мышцы в среднем ухе. Одна прикреплена к рукоятке молоточка, другая - к стремечку. Рефлекторное сокращение этих мышц уменьшает амплитуду колебательных движений косточек и уменьшает звуковое давление на области овального окна.

В состав среднего уха входит слуховая (евстахиева) труба диаметром » 2 мм, которая соединяет среднее ухо с полостью носоглотки и регулирует давление воздуха в барабанной полости. Часть трубы, прилегающей к барабанной полости, состоит из костной ткани, а ближе к глотке - из гиалинового хряща. Слизистая оболочка покрыта многослойным мерцательным эпителием (с бокаловидными клетками). В собственном слое - сеть эластических волокон и слизистые железы.

3. Внутреннее ухо

Внутреннее ухо представляет собой совокупность костного и расположенного в нем перепончатого лабиринта.

Пространство между костным лабиринтом и стенками перепончатого лабиринта заполнено жидкостью (перилимфой), напоминающей по составу цереброспинальную жидкость.

В костном лабиринте три части: преддверие, три полукружных канала и улитка. Внутри них находятся соответствующие части перепончатого лабиринта. Полость перепончатого лабиринта заполнена жидкостью - эндолимфой, отличающейся от перилимфы высоким содержанием ионов калия. В улитке расположена периферическая часть слухового анализатора.

Преддверие состоит из двух сообщающихся мешочков - сферического (саккулюса) и эллиптического (утрюкулюса), называемого маточкой. Саккулюс связан каналом с улиткой, а утрюкулюс - с полукружными каналами. На внутренних стенках мешочков и расширенных нижних частях (ампулах) полукружных каналов находится орган равновесия.

Орган слуха

Улитка - часть внутреннего уха, где расположены рецепторы, воспринимающие звуковые колебания.

Улитка в виде костного спирального канала внутри каменистой кости закручена в форме раковины вокруг осевой кости и образует до 5 витков. Части улитки, обращенные к оси, называются внутренними, а направленные в противоположную сторону - наружными. На внутренней части стенки канала, по всей его длине, имеется костный выступ - спиральная пластинка, с утолщенной надкостницей - спиральным лимбом. В спиральной пластинке расположен спиральный ганглий с биполярными нейронами.

Утолщение надкостницы на наружной поверхности костного улиткового канала называется спиральной связкой.

Между спиральной пластинкой и спиральной связкой находится базилярная мембрана, в основе которой находятся тонкие коллагеновые волокна, более длинные на вершине и короткие в основании улитки. Волокна соединены склеивающим гомогенным веществом из гликозамингликанов. Длинные и короткие волокна резонируют с колебаниями различной частоты, поэтому на вершине улитки воспринимаются более низкие, а в основании - более высокие частоты звуковых колебаний.

По всей длине костный канал разделен двумя перегородками на три канала или лестницы - вестибулярный, барабанный и перепончатый.

Перепончатый канал не сообщается с полостью других каналов и ограничен вестибулярной мембраной, базилярной мембраной и сосудистой полоской, лежащей на наружной стенке костной улитки.

На базилярной мембране и расположенной на ней базальной пластинке находится орган слуха - кортиеv орган. Он состоит из двух типов эпителиальных клеток - волосковых и опорных. Все опорные клетки расположены непосредственно на базальной мембране, а волосковые (слуховые) находятся на апикальных поверхностях опорных клеток. Различают несколько разновидностей опорных клеток. Клетки-столбы расположены в два ряда - ряд внутренних и ряд наружных. Клетки наклонены косо друг к другу и образуют

туннель, заполненный эндолимфой. По туннелю проходят безмиелиновые нервные волокна, содержащие дендриты нейронов спирального ганглия. От наружных клеток-столбов располагаются три ряда наружных опорных фаланговых клеток цилиндрической формы, а от внутренних - один ряд фаланговых клеток. На апикальном конце этих клеток имеются фаланговые отростки, разделяющие волосковые клетки, лежащие в углублениях из апикальной поверхности. Далее располагаются внутренние цилиндрические опорные клетки, которые, уменьшаясь в высоте, переходят в кубический эпителий. Наружные фаланговые клетки переходят в пограничные клетки, и далее в эпителий сосудистой полоски.

Чувствительные внутренние клетки (волосковые сенсорные эпителиоциты) расположены в один ряд и имеют кувшинообразную форму, а наружные расположены в три ряда и имеют цилиндрическую форму. Апикальные их поверхности имеют от 30 до 60 слуховых волосков (ворсинок или стереоцилий). К базальным поверхностям волосковых клеток подходят дендриты биполярных нейронов спирального ганглия. Дендриты образуют на эпителиоцитах синапсы чашевидной формы. Аксоны биполярных нейронов формируют слуховой нерв.

Над всеми слуховыми клетками нависает кортиева перепонка, или покровная пластинка. Она является производным эпителиальных клеток. Тянется по всей длине перепончатого канала и представляет собой пластинку, состоящую из тончайших волоконцев, склеенных аморфным веществом. На всем протяжении кортиева органа перепонка соприкасается с волосками слуховых клеток.

Во время звукового воздействия колебания барабанной перепонки через систему слуховых косточек среднего уха приводят в колебательное движение мембрану овального окна и перилимфы вестибулярной и барабанной лестницы. Колебания воздуха преобразуются в колебания жидкости.

Колебания перилимфы передаются на вестибулярную мембрану, а затем на полость перепончатого канала, приводя в движение эндолимфу и базилярную мембрану.

Каждой высоте звука соответствует определенная длина участка базилярной мембраны, охваченная колебательным процессом.

При этом происходит смещение волосков относительно покровной мембраны и возбуждение рецепторных сенсоэпителиальных клеток.

От слуховых клеток кортиева органа раздражение передается клеткам спирального ганглия.

Аксоны этих клеток уходят в волокна улиткового нерва, который во внутреннем слуховом проходе соединяется с вестибулярным нервом в один нерв. После входа в черепную коробку нервы спирального ганглия отделяются, вступают в продолговатый мозг и заканчиваются на клетках слухового бугорка.

Орган равновесия

В костном лабиринте внутреннего уха и в преддверии полукружного канала находится орган равновесия. Он образован двумя мешочками: ампулярным и эллиптическим, расположенными в вестибулярной части перепончатого лабиринта и тремя

ампулярными гребешками, расположенными в нижней части перепончатых полукружных каналов. В стенке каждого мешочка имеются возвышения (пятна или макулы), а в стенке расширенной части полукружных каналов (ампул) возвышения называются гребешками. Макулы и гребешки являются теми чувствительными приборами, в которых возникают сигналы при изменениях положения головы и тела в пространстве.

Эти специализированные участки вестибулярного аппарата выстланы эпителием с двумя видами клеток - рецепторные (волосковые) сенсоэпителиальные и опорные. Волосковые клетки бывают грушевидной и столбчатой формы. Они располагаются между опорными и не достигают базальной мембраны. Их основание контактирует с нервными окончаниями нейронов вестибулярного ганглия. На апикальной поверхности чувствительных клеток находятся по 60-80 волосков (ворсинок или стереоцилий) и одна подвижная ресничка (киноцилия). На поверхности макул расположена столитовая мембрана с кристал-

лами карбоната Са. Макулы или пятна воспринимают гравитацию (силу тяжести) и линейные ускорения, под действием которых мембрана смещается относительно волосков рецепторных клеток. Возникает импульс, передающийся на нервное окончание, которое на грушевидных рецепторных клетках имеет форму чаши, а на столбчатых - в виде нескольких мелких окончаний. Пятно сферического мешочка воспринимает, кроме того, вибрацию.

Ампулярные гребешки состоят из тех же клеток, что и макулы. Волоски рецепторных клеток направлены в желатинозный купол, который отклоняется при движении эндолимфы относительно стенок полукружных каналов. Гребешками воспринимаются угловые ускорения, т.е. повороты тела, головы.

Орган обоняния

Располагается в обонятельной области носовой полости. Обонятельная область желтоватой окраски, покрыта многоядным мерцательным эпителием, состоящим из клеток 3-х видов. Обонятельные клетки веретеновидной формы. Они нейтрального происхождения. Их насчитывается свыше 100 млн. Это биполярные нейроны. Дендриты их имеют на конце утолщения в виде булавы, покрытые волосками (реснички или киноцилии). Аксоны выходят в соединительную ткань и формируют нервы. Нейроны окружают поддерживающие клетки.

Концевые отделы простых альвеолярно-трубчатых желез выделяют секрет. Он увлажняет эпителиальную поверхность слизистой оболочки обонятельной области. На увлажненную поверхность попадают различные пахучие вещества и, растворяясь, раздражают обонятельные клетки. По обонятельным нервам раздражение передается в обонятельные центры коры полушарий, где происходит анализ, вызывая ощущение соответствующего запаха. У животных с хорошим обонянием насчитывается до 250 млн. обонятельных клеток.

Орган вкуса (вкусовые почки)

Как и орган слуха и равновесия содержит поддерживающие и сенсорные клетки эктодермального происхождения.

Вкусовые почки располагаются в эпителии боковых поверхностей грибовидных, желобоватых (валиковидных) и листовидных сосочков языка. На нитевидных сосочках их нет.

Вкусочная почка состоит из удлиненных клеток, плотно прилегающих друг к другу и расположенных на базальной мембране. В ротовую полость выходит вкусовая пора и вкусовая ямка. Вкусочная почка построена из вкусовых и поддерживающих эпителиальных клеток. Во вкусовых клетках ядра овальные, расположены в базальной части, множество митохондрий. На мембране апикального полюса клетки имеются ворсинки (стереоцилии). Между ворсинками находится вещество, играющее важную роль в процессе вкусовой рецепции. Оно способствует взаимодействию молекул вкусовых компонентов с рецепторами мембран микроворсинок.

В опорных клетках более крупные ядра. Они расположены между вкусовыми клетками. Между клетками проходят нервные окончания, которые заканчиваются на боковых поверхностях вкусовых клеток. Возбуждение в виде нервного импульса из вкусовой почки переходит через нервное окончание по нервным волокнам в центральные звенья анализатора вкуса.

Мужские половые железы (яички) закладываются на поверхности I почки, т.е. в брюшной полости в поясничной области забрюшинно. По мере развития яичко мигрирует по задней стенке брюшной полости вниз, покрывается брюшиной, примерно на 7-м месяце эмбрионального развития проходит по паховому каналу и незадолго до рождения опускается в мошонку. Нарушение опускания 1 яичка в мошонку называется монорхизмом, обоих яичек – крипторхизмом. Иногда в дальнейшем яичко (и) может спонтанно опуститься в мошонку, но чаще приходится прибегнуть к оперативному вмешательству. Подобная операция с морфологической точки зрения должна быть сделана в возрасте до 3 лет, поскольку именно в эти сроки в половых тяжах появляется просвет, т.е. половые тяжи превращаются в извитые семенные канальцы. Если яичко не опустится в мошонку, то в 5-6 летнем возрасте в сперматогенном эпителие начинаются необратимые дистрофические изменения. Приводящие в последующем к мужскому бесплодию.

II. Гистологическое строение семенников (яичек). Яичко снаружи покрыто брюшиной, под брюшинной оболочкой находится капсула из плотной неоформленной волокнистой соединительной ткани – белочная оболочка. На боковой поверхности белочная оболочка утолщается – средостение яичка. От средостения радиально отходят соединительнотканые перегородки, делящие орган на дольки. В каждой дольке находятся 1-4 извитых семенных канальцев, которые в средостении сливаясь между собой продолжают в прямые канальцы и канальцы сети семенника.

Извитой семенной каналец изнутри выстлается эпителиосперматогенным слоем, снаружи покрыт собственной оболочкой.

Эпителиосперматогенный слой извитых семенных канальцев состоит из 2-х клеточных дифферонов: сперматогенные клетки и поддерживающие клетки.

Сперматогенные клетки – половые клетки на самых разных стадиях сперматогенеза:

а) темные стволовые сперматогонии типа А – медленно делящиеся долгоживущие резервные стволовые клетки; располагаются в самых периферических зонах канальца (ближе к базальной мембране);

б) светлые стволовые сперматогонии типа А – быстро обновляющиеся клетки, находятся на I стадии сперматогенеза - стадии размножения;

в) в следующем слое ближе к просвету канальца располагаются сперматоциты I порядка, находящиеся на стадии роста. Светлые стволовые сперматогонии типа А и сперматоциты I порядка остаются соединенными друг с другом при помощи цитоплазматических мостиков – единственный пример в человеческом организме особой формы организации живого вещества – синцития;

г) в следующем слое ближе к просвету канальца располагаются клетки, находящиеся на стадии созревания: сперматоцит I порядка совершает быстро следующих друг за другом 2 деления (мейоз) – в результате первого деления образуются сперматоциты II порядка, второго деления – сперматиды;

д) самые поверхностные клетки семенных канальцев – сперматозоиды образуются из сперматидов в ходе последней стадии сперматогенеза – стадии формирования, завершающуюся лишь в придатке яичка.

Общая продолжительность созревания мужских половых клеток от стволовой клетки до зрелого сперматозоида составляет около 75 дней.

Второй дифферон эпителиосперматогенного слоя – поддерживающие клетки (синонимы: sustentocytes, клетки Сертоли): крупные клетки пирамидной формы, цитоплазма оксифильная, ядро неправильной формы, в цитоплазме имеются трофические включения и практически все органоиды общего назначения. Цитолемма клеток Сертоли образует бухтообразные впячивания, куда погружаются созревающие половые клетки. Функции:

трофика, питание половых клеток;

участие в выработке жидкой части спермы;

входят в состав гемато-тестикулярного барьера;

опорно-механическая функция для половых клеток;

под воздействием фоллитропина (ФСГ) аденогипофиза синтезируют андрогенсвязывающий белок (АСБ) для создания необходимой концентрации тестостерона в извитых семенных канальцах;

синтез эстрогенов (путем ароматизации тестостерона);

фагоцитоз дегенерирующих половых клеток.

Эпителиосперматогенный слой располагается на обычной базальной мембране, далее наружу следует собственная оболочка канальца, в которой различают 3 слоя:

1 Базальный слой – из сети тонких коллагеновых волокон.

2 Миоидный слой – из 1 слоя миоидных клеток (в цитоплазме имеют сократительные актиновые фибриллы) на собственной базальной мембране.

1 Волокнистый слой – ближе к базальной мембране миоидных клеток состоит из коллагеновых волокон, далее ближе к поверхности – из фибробластоподобных клеток.

Снаружи извитые семенные канальцы оплетены гемо- и лимфокapиллярами. Барьер между кровью в капиллярах и просветом извитых семенных канальцев называется гемотестикулярным барьером, состоящим из следующих компонентов:

1 Стенка гемокapилляра (эндотелиоцит и базальная мембрана).

2 Собственная оболочка извитого семенного канальца (см. выше) из 3-х слоев.

3 Цитоплазма сустентоцитов.

Гематотестикулярный барьер выполняет функции:

способствует поддержанию постоянной концентрации питательных веществ и гормонов, необходимой для нормального сперматогенеза;

не пропускает в кровь А-гены половых клеток, а из крови к созревающим половым клеткам – возможные А-тела против них;

защита созревающих половых клеток от токсинов и т.д..

В дольках яичка пространства между извитыми семенными канальцами заполнены интерстициальной тканью – прослойками рыхлой волокнистой соединительной ткани, имеющей в своем составе особые эндокринные клетки – интерстициальные клетки (синонимы: гранулоциты, клетки Лейдига): крупные округлые клетки со слабоокисфильной цитоплазмой. Под электронным микроскопом: хорошо выражены агранулярный ЭПС и митохондрии; по происхождению – мезенхимные клетки. Клетки Лейдига вырабатывают мужские половые гормоны -андрогены (тестостерон, дигидротестостерон, дигидроэпиандростерон, андростендион) и женские половые гормоны – эстрогены, регулирующие вторичные половые признаки. Функция клеток Лейдига регулируется гормоном аденогипофиза лютропином.

Процесс сперматогенеза очень чувствителен к воздействию неблагоприятных факторов: интоксикации, гипо- и авитаминозы (особенно витамины А и Е), недостаточность питания, ионизирующее излучение, длительное пребывание в среде с высокой температурой, лихорадочное состояние с высокой температурой тела приводят к деструктивным изменениям в извитых семенных канальцах.

Придаток яичка (эпидидимис). В придаток яичка семенная жидкость поступает по выносящим канальцам, образующим головку эпидидимиса. Выносящие канальцы в теле органа сливаясь между собой продолжают в канал придатка. Выносящие канальцы выстланы своеобразным эпителием, где кубический железистый эпителий чередуется призматическим мерцательным, поэтому контур просвета этих канальцев в поперечном срезе складчатый или “зубчатый”. Средняя оболочка выносящих канальцев состоит из тонкой прослойки миоцитов, наружная оболочка – из рыхлой соединительной ткани.

Канал придатка выстлан 2-х рядным мерцательным эпителием, потому просвет канала на срезе имеет ровную поверхность; в средней оболочке по сравнению с выносящими канальцами увеличивается количество миоцитов. Функции придатка:

секрет органа разбавляет сперму;

завершается стадия формирования сперматогенеза (сперматозоиды покрываются гликокаликсом и приобретают отрицательный заряд);

резервуарная функция;
реабсорбция из спермы избытка жидкости.

Предстательная железа (простата) – в эмбриональном периоде образуется путем выпячивания стенки мочеполового синуса и окружающей мезенхимы. Представляет собой мышечно-железистый орган, окружающий мочеиспускательный канал в виде муфты сразу после выхода из мочевого пузыря. Железистая часть органа представлена альвеолярно-трубчатыми концевыми отделами, выстланными высокими цилиндрическими эндокриноцитами, и выводными протоками. Секрет железы разбавляет сперму, обуславливает капацитацию сперматозоидов (активизация, приобретение подвижности), содержит биологически активные вещества и гормоны оказывающие влияние на функции яичка.

В пожилом возрасте иногда наблюдается гипертрофия железистой части простаты (аденома простаты), что приводит к сдавлению мочеиспускательного канала и нарушению мочеиспускания.

Пространства между секреторными отделами и выводными протоками железы заполнены прослойками рыхлой соединительной ткани и гладкомышечными клетками.

Мужские половые гормоны андрогены вызывают гипертрофию и усиливают секреторную функцию желез простаты, а женские половые гормоны эстрогены, наоборот, подавляют функцию этих желез и приводят к перерождению высоких цилиндрических секреторных клеток в несекреторный кубический эпителий, поэтому при злокачественных опухолях простаты показано применение эстрогенов и кастрация (прекращается выработка андрогенов).

Семявыносящий проток – слизистая оболочка выстлана многорядным мерцательным эпителием, под эпителием собственная пластика из рыхлой соединительной ткани. Средняя оболочка – мышечная, очень сильно развита; наружная оболочка- адвентециальная.

Семенные пузырьки – развиваются как выпячивание стенки мочеполового синуса и мезенхимы. Представляет собой длинную сильно извитую трубку, изнутри выстланы железистым высоким цилиндрическим эпителием, средняя оболочка гладкомышечная. Секрет желез разбавляет сперму, содержит питательные вещества для сперматозоидов.

Нормальные показатели спермы здорового взрослого мужчины:

Объем спермы в норме колеблется 2-6 мл., pH 7,2 – 7,6.

Цвет спермы серовато-беловатый с опалесценцией. Желтоватый оттенок – при воспалительных процессах в дополнительных половых железах; красноватый или розоватый – при попадании эритроцитов, крови в сперму.

Число сперматозоидов в сперме - 60 – 120 млн/мл. При снижении показателя до 50 млн/мл фертильность значительно снижается, а при 30 млн/мл и меньше (олигоспермия) оплодотворение становится невозможным.

Подвижность в норме доля активно-подвижных половых клеток 80-90%, малоподвижные 10-12% и неподвижные 6-10%. В норме в пробе взятой для анализов через каждые 2 ч количество подвижных сперматозоидов уменьшается на 20%.

Морфология – в норме не менее 80% сперматозоидов имеют нормальную морфологию, до 20% допускается атипичные формы.

В сперме в норме встречаются единичные лейкоциты, увеличение их количества указывает на воспалительные процессы в семявыносящих путях.

СПИСОК ОСНОВНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Гистология, цитология и эмбриология. Под ред. Проф. Н.А. Юриной, Ю.И. Афанасьева – М.: Медицина, 1999.
2. Быков В.Л. Частная гистология человека. - Санкт – Петербург: СО-ТИС, 1997.
3. Лабораторные занятия по курсу гистологии, цитологии и эмбриологии. Под ред. Проф. Ю.И. Афанасьева – М.: "Высшая школа", 1990.
4. Лабораторные занятия по курсу гистологии, цитологии, эмбриологии. Под ред. Ю.И. Афанасьева, А.Н. Яцковского – М.: Медицина, 1999.

СПИСОК ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Курс гистологии. Казань: " Поволжский книжный центр", 1995.
2. Алмазов И.В., Сутилов Л.С. Атлас по гистологии и эмбриологии. – М.: Медицина, 1978.
3. Волкова О.В. Функциональная морфология женской репродуктивной системы. – М.: Медицина, 1983.
4. Волкова О. В., Пекарский М.И. Эмбриогенез и возрастная гистология внутренних органов человека. – М.: Медицина, 1976.
5. Карлсон Б.М. Основы эмбриологии по Петтену, том 2. – М.: Мир, 1983.
11. Фалин Л.И. Эмбриология человека. Атлас. – М.: Медицина, 1976.
12. Гормональная регуляция размножения у млекопитающих. Под ред. К. Остина, Р. Шорта – М.: Мир, 1987.