

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
КЫРГЫЗСКО-РОССИЙСКИЙ СЛАВЯНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени первого Президента Российской Федерации Б.Н. Ельцина

МЕДИЦИНСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра гистологии, эмбриологии, цитологии

О.П. Калугина

ЧАСТНАЯ ГИСТОЛОГИЯ

Учебное пособие

*Посвящается 30-летию
медицинского факультета Кыргызско-Российского
Славянского университета им. Б.Н. Ельцина*



Бишкек 2024

УДК

ББК

К 17

Рецензенты:

З.М. Айдарбекова, д-р мед. наук, профессор, зав. кафедрой гистологии, цитологии и эмбриологии Кыргызской государственной медицинской академии им. И.К. Ахунбаева,
Г.С. Молдоташева, канд. мед. наук, зав. кафедрой патологии Международной высшей школы медицины,
М.И. Ахметова, канд. мед. наук, доцент Кыргызско-Российского Славянского университета им. Б.Н. Ельцина

Рекомендовано к изданию Ученым советом
ГОУВПО КРСУ им. Б.Н. Ельцина

Калугина О.П.

К 17 ЧАСТНАЯ ГИСТОЛОГИЯ: учебное пособие. – Бишкек: Издательский дом КРСУ, 2024. – 232 с.

ISBN

Учебное пособие составлено с учетом современного образовательного стандарта и учебной программы по дисциплине «Гистология, эмбриология, цитология» для медицинских вузов. Содержит основные положения, тематики, информационные и дидактические материалы, необходимые для успешного освоения курса частной гистологии.

Содержание учебного пособия соответствует квалификационным характеристикам выпускников медицинского вуза.

Пособие предназначено для студентов медицинских вузов специальностей «Лечебное дело», «Педиатрия», «Стоматология» с целью организации и повышения эффективности самостоятельной работы при подготовке к занятиям.

Все права авторов защищены. Ни одна часть этого издания не может быть занесена в память компьютера либо воспроизведена любым способом без предварительного письменного разрешения издателя.

УДК

ББК

© ГОУВПО КРСУ, 2024

© Калугина О.П., 2024

ISBN

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	4
ВВЕДЕНИЕ	5
Тема 1. НЕРВНАЯ СИСТЕМА	7
Тема 2. ОРГАНЫ ЧУВСТВ	21
Тема 3. СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА	51
Тема 4. ОРГАНЫ КРОВЕТВОРЕНИЯ И ИММУНОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ	67
Тема 5. ЭНДОКРИННАЯ СИСТЕМА	77
Тема 6. ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА	94
Тема 7. ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА	146
Тема 8. КОЖА	164
Тема 9. ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА	181
Тема 10. МУЖСКАЯ ПОЛОВАЯ СИСТЕМА	196
Тема 11. ЖЕНСКАЯ ПОЛОВАЯ СИСТЕМА	209
ЛИТЕРАТУРА	230

Предисловие

Учебное пособие «Частная гистология» содержит основную информацию, необходимую студентам для самостоятельного изучения частной гистологии на практических занятиях. Настоящее издание отражает многолетний опыт преподавания автором курса гистологии.

Учебное пособие составлено в соответствии с программой изучения частной гистологии студентами специальностей «Лечебное дело», «Педиатрия», «Стоматология». В учебное пособие вошли разделы, посвященные гистологии нервной системы, органов чувств, сердечно-сосудистой системы, органов кровотока, эндокринной системы, пищеварительной системы, дыхательной системы, кожи, выделительной и половой систем. Подобная последовательность в изучении предмета студентами второго курса логически оправдана и способствует пониманию и усвоению гистологии различных систем организма человека.

Представлены современные сведения по излагаемым вопросам. В предлагаемом пособии весь теоретический материал разбит на темы (системы), в которых кратко обобщены сведения по гистологии каждой системы органов. В каждой теме дается основополагающий материал, приведенный в сжатой форме.

Главной целью автора явилось обеспечение студентов компактным трудом, в котором строение органов и систем организма человека изложено кратко, конкретно, доступно. В курсе частной гистологии главы, посвященные нервной, эндокринной и сосудистой систем, освещены ранее других разделов потому, что эти системы являются регулирующими деятельность всех других органов и систем организма человека.

Издание содержит современные сведения по гистологии человека, изложенные доходчиво и на высоком научном уровне. Рекомендовано для студентов медицинских вузов и факультетов. Автор выражает благодарность ведущему специалисту кафедры гистологии, эмбриологии, цитологии М.М. Якубовой и А.Ш. Шамсудинову за оказание технической помощи при составлении данного учебного пособия.

Доцент О.П. Калугина

ВВЕДЕНИЕ

Учебная дисциплина «Гистология» – это одна из фундаментальных медицинских дисциплин в системе высшего профессионального медицинского образования. Знание нормального строения систем и органов человека необходимо для глубокого понимания изменений, происходящих в организме больного человека. Исследование морфологических закономерностей эволюции создает надежную теоретическую основу для познания закономерностей эволюции гистологических структур. Клеточный материал эмбриональных зачатков у многоклеточных – продукт глубокой эволюционной дифференцировки. Эволюция органов связана с эволюцией тканевых структур. Эволюция – единый процесс, объединяющий морфологическую и физиологическую стороны жизнедеятельности.

Частная гистология изучает развитие, строение и функции органов и систем организма человека. Данные гистологии все шире используются в клинических дисциплинах.

Особо важное значение в жизнедеятельности организма человека имеет сердечно-сосудистая система (ССС). Знание сердечно-сосудистой системы в жизнедеятельности организма человека для практической медицины очень велико. Сердце и сосуды относятся к системам, которые чаще, чем другие системы, подвержены патологическим процессам. В настоящее время патология ССС наряду с онкологическими заболеваниями занимает ведущее место по частоте и смертности. Человеческий организм как любая живая открытая система, постоянно обменивается веществами с окружающей средой. Организм человека получает информацию о постоянно меняющемся состоянии окружающей среды, а также о состоянии внутренней среды при помощи органов чувств. Полученная информация используется для приспособления (адаптации) организма к меняющимся условиям окружающей среды. Нервная и эндокринная системы изменяют (регулируют) функции всех органов организма, то есть организм адаптируется.

Для процессов жизнедеятельности необходима пища. Переработка пищи происходит в пищеварительном тракте. Питательные вещества поддерживают функционирование органов и систем организма. Выведение продуктов метаболизма происходит с участием выделительной системы. Процессы репродукции обеспечивает половая система. Без знаний основ частной гистологии невозможно понимание патологических процессов, происходящих в развивающемся и растущем организме.

Тема 1. НЕРВНАЯ СИСТЕМА

Нервная система обеспечивает регуляцию всех жизненных процессов в организме и его взаимодействие с внешней средой. Анатомически нервную систему делят на периферическую и центральную.

Периферическая нервная система включает:

- 1) спинномозговые ганглии;
- 2) вегетативные ганглии.

Центральная нервная система включает:

- 1) спинной мозг;
- 2) мозжечок;
- 3) кору головного мозга.

Физиологически нервная система делится на:

- 1) соматическую, иннервирующую все тело, кроме внутренних органов, сосудов, желез;
- 2) вегетативную, иннервирующую внутренние органы, сосуды, железы.

Морфологическим субстратом рефлекторной деятельности нервной системы являются рефлекторные дуги, состоящие из цепи нейронов различного функционального значения.

Развитие нервной системы

Источники развития:

- 1) нервная трубка;
- 2) ганглиозная пластинка (нервный гребень);
- 3) мезенхима.

Из ганглиозной пластинки или нервного гребня формируются нейроны и нейроглия спинномозговых и вегетативных ганглиев, то есть периферическая нервная система (ПНС).

Из мезенхимы формируются строма и оболочки органов.

Из нервной трубки развивается центральная нервная система, которая дифференцируется на головной (краниальный) и туловищный отделы.

Из *туловищного отдела* нервной трубки формируется спинной мозг.

Головной (краниальный) отдел нервной трубки в эмбриогенезе человека подразделяется на 3 мозговых пузыря (передний, средний, задний) – это стадия 3-х мозговых пузырей. В дальнейшем формируется 5 мозговых пузырей (1, 2, 3, 4, 5) в конце 4-й недели эмбрионального развития. Из первого мозгового пузыря в дальнейшем формируются два полушария головного мозга. Из второго мозгового пузыря развивается промежуточный мозг. Из третьего мозгового пузыря формируется средний мозг. Из четвертого мозгового пузыря развивается мозжечок. Из пятого мозгового пузыря формируется продолговатый мозг.

В стенке нервной трубки в результате пролиферации клеток образуются 3 слоя:

- 1) эпендимный слой;
- 2) плащевой (мантийный) слой;
- 3) краевая вуаль.

Из эпендимного слоя формируется эпендимоглия (эпендиоциты), выстилающая спинномозговой канал и все желудочки мозга.

Из плащевого (мантийного) слоя развивается серое вещество мозга. Клетки плащевого слоя дифференцируются в 2 вида клеток:

1) нейробласты – крупные клетки с одним отростком (аксоном), которые в дальнейшем образуют нейроны (нервные клетки);

2) спонгиобласты – мелкие клетки, дифференцирующиеся в астроглию и олигодендроглию.

Из краевой вуали развивается белое вещество, включающее отростки клеток 1-го и 2-го слоев, представленное в дальнейшем миелиновыми и безмиелиновыми нервными волокнами.

Периферическая нервная система

В состав периферической нервной системы (ПНС) входят ганглии (узлы) и нервы.

Ганглиями, или нервными узлами, называются скопления нейронов вне центральной нервной системы (ЦНС), то есть на периферии. Различают спинномозговые (чувствительные) ганглии, которые лежат по ходу спинномозговых нервов, и вегетативные (автономные) ганглии.

Спинномозговой (чувствительный) ганглий

Развитие. Источники развития:

1) ганглиозная пластинка (нервный гребень);

2) мезенхима.

Мезенхима формирует капсулу (ПВНСТ) и строму (РВНСТ) узла. Из клеток ганглиозной пластинки дифференцируются биполярные нейроны и глиоциты (олигодендролия). Биполярные нейроны в процессе созревания становятся псевдоуниполярными. Отростки нейронов постепенно сближаются, и их основания сливаются. В дальнейшем отростки многократно обвивают псевдоуниполярный нейрон и часто образуют клубок.

Строение. Снаружи ганглий покрыт капсулой, которая состоит из плотной волокнистой неоформленной соединительной ткани (ПВНСТ). От капсулы внутрь узла отходят соединитель-

но-тканые прослойки. В спинномозговом ганглии различают передний и задний корешки. Строма образована рыхлой волокнистой неоформленной соединительной тканью (РВНСТ).

Паренхима представлена:

- 1) псевдоуниполярными нейронами;
- 2) нервными волокнами;
- 3) олигодендроглией – мантийными глиоцитами.

Строение заднего корешка. Псевдоуниполярные нейроны (тела) компактно располагаются по периферии заднего корешка ганглия. Отростки этих клеток располагаются в центре заднего корешка узла. Дендриты псевдоуниполярных нейронов идут на периферию и заканчиваются там рецепторами. Аксоны идут в задние рога спинного мозга.

Дендриты и аксоны нейронов покрыты оболочками из олигодендроглиоцитов, которые имеют округлые ядра. Тела псевдоуниполярных нейронов окружены двумя оболочками – мантийной и соединительно-тканной. *Мантийная оболочка* представлена мантийными глиоцитами (олигодендроглиоцитами). Мантийные глиоциты имеют округлые ядра. Глиальные клетки образуют глиальную (мантийную) оболочку вокруг нейрона. Снаружи глиальная оболочка покрыта соединительно-тканной оболочкой, фибробласты которой имеют овальные ядра.

Строение переднего корешка. Передний корешок ганглия представлен нервными волокнами, покрытыми оболочками из нейролеммоцитов (олигодендроглии). Нейроны в переднем корешке узла отсутствуют. Псевдоуниполярные нейроны отвечают за болевую, температурную и тактильную чувствительность.

Вегетативные (автономные) ганглии

Вегетативные ганглии представляют собой периферические нервные центры, в отличие от спинномозговых ганглий, которые не являются нервными центрами. Снаружи вегетативный ганглий

покрыт соединительно-тканной капсулой (ПВНСТ, РВНСТ), от которой внутрь узла отходят соединительно-тканные прослойки. Строма вегетативного ганглия образована рыхлой волокнистой неоформленной соединительной тканью (РВНСТ).

Паренхима представлена:

- 1) мультиполярными нейронами;
- 2) нервными волокнами – мякотными и безмякотными;
- 3) олигодендроглией.

Морфологически различают три типа мультиполярных нейронов:

- 1) клетки Догеля 1-го типа,
- 2) клетки Догеля 2-го типа,
- 3) клетки Догеля 3-го типа.

Клетки Догеля 1-го типа (длинноаксонные нейроны) имеют много коротких ветвящихся дендритов и один длинный аксон (нейрит), уходящий за пределы ганглия. Это крупные эфферентные, двигательные, моторные мультиполярные нейроны.

Клетки Догеля 2-го типа (равноотростчатые) – мультиполярные, чувствительные нейроны. Многочисленные дендриты и аксон имеют одинаковую длину. Дендриты заканчиваются рецепторами, аксон – синапсом на клетке Догеля 1-го типа. Клетки Догеля 2-го типа являются чувствительными нейронами местных вегетативных рефлекторных дуг.

Клетки Догеля 3-го типа – ассоциативные. Они имеют несколько дендритов и один аксон. Дендриты не выходят за пределы ганглия, а аксон (нейрит) направляется в другие ганглии.

Каждый нейрон и его отростки окружены глиальной оболочкой из олигодендроглии. Снаружи от глиальной оболочки расположена соединительно-тканная оболочка.

В периферических вегетативных ганглиях имеются местные рефлекторные дуги, состоящие из чувствительных (1-й нейрон),

двигательных (2-й нейрон) и, возможно, ассоциативных мультиполярных нейронов (вставочный нейрон).

Центральная нервная система

Спинной мозг

Строение. Снаружи спинной мозг покрыт 3 оболочками:

- 1) мягкой (внутренней);
- 2) паутинной (средней);
- 3) твердой (наружной).

Мягкая и паутинная оболочки представлены рыхлой волокнистой неоформленной соединительной тканью (РВНСТ), имеющей большое количество кровеносных сосудов, питающих мозг. Твердая мозговая оболочка образована плотной волокнистой неоформленной соединительной тканью (ПВНСТ).

Спинной мозг расположен в позвоночном канале и состоит из двух симметричных полушарий. Спереди они отграничены друг от друга глубокой срединной щелью, а сзади – соединительно-тканной перегородкой. В спинном мозге различают:

- 1) серое вещество (в центре, темное);
- 2) белое вещество (по периферии, светлое).

Белое вещество окружает снаружи серое вещество и образовано:

- 1) нервными волокнами (безмиелиновыми и миелиновыми волокнами);
- 2) нейроглией – микроглией, волокнистой астроглией, олигодендроглией.

Нейронов нет.

В белом веществе различают три канатика: 1) передний; 2) боковой; 3) задний.

Между задним и боковым канатиками имеются тяжи серого вещества, получившие название «ретикулярная формация» (сетчатое образование). Серое вещество имеет форму бабочки или буквы Н. В центре серого вещества имеется канал спинного мозга. Центральный канал выстлан эпендимоцитами.

Серое вещество образовано:

- 1) мультиполярными нейронами;
- 2) нервными волокнами (безмякотными, мякотными);
- 3) нейроглией – микроглией и макроглией.

Мультиполярные нейроны, сходные по размерам, строению и функции, лежат в сером веществе группами, которые называются ядрами. В сером веществе различают 3 рога (выступы):

- 1) передний рог;
- 2) боковой рог;
- 3) задний рог.

В *передних рогах* содержатся *мотонейроны* – это самые крупные нейроны диаметром 100–150 мкм, двигательные. Различают в передних рогах 2 ядра – медиальное и латеральное. Медиальное ядро расположено ближе к срединной щели. Это моторные ядра.

В *боковых рогах* различают 2 ядра – медиальное и латеральное. Это ассоциативные нейроны.

В *задних рогах* различают 2 ядра и 2 вещества:

- 1) собственное ядро заднего рога;
- 2) дорзальное ядро Кларка, а также губчатое и желатинозное вещество.

Собственное ядро задних рогов расположено в середине заднего рога. Состоит из мелких пучковых чувствительных мультиполярных нейронов. Собственное ядро передает болевую, температурную, тактильную чувствительность. Через дорзальное ядро Кларка передается проприоцептивная чувствительность

(импульсы от сухожилий, составов, скелетных мышц). Губчатое вещество (слой) содержит большое количество мелких пучковых нейронов в виде широкопетливой сети. Желатинозное вещество содержит мало нейронов, но больше нейроглии.

Мозжечок

Мозжечок представляет собой центральный орган равновесия и координации движений. На поверхности мозжечка много извилин и бороздок.

Мозжечок состоит из:

- 1) серого вещества (по периферии);
- 2) белого вещества (в центре).

Белое вещество представлено нервными волокнами.

Серое вещество, или кора мозжечка, состоит из 3-х слоев:

- 1) молекулярного слоя (наружного);
- 2) ганглионарного слоя (среднего);
- 3) зернистого слоя (внутреннего).

Ганглионарный (средний) слой – главный слой коры мозжечка. В нем различают только один вид мультиполярных нейронов – клетки Пуркинье. Клетки Пуркинье самые крупные, грушевидной формы, располагаются строго в один ряд.

От клеток Пуркинье в молекулярный слой отходят 2–3 дендрита, которые ветвятся. От основания грушевидных нейронов отходит аксон, который проходит через зернистый слой коры в белое вещество. Клетки Пуркинье являются основными, они отвечают за координацию движений. Грушевидные клетки Пуркинье – это эфферентные нейроны коры мозжечка.

Молекулярный слой содержит 2 вида мультиполярных нейронов:

- 1) корзинчатые;
- 2) звездчатые – мелкие, крупные.

Малые (мелкие) звездчатые клетки располагаются в верхней трети молекулярного слоя. Они имеют короткие дендриты и короткие аксоны. Короткие аксоны контактируют с дендритами клеток Пуркинью. Функция малых звездчатых клеток – тормозная.

Большие (крупные) звездчатые клетки находятся в средней трети молекулярного слоя. Они имеют звездчатую форму, длинные и разветвленные дендриты и нейриты (аксон). Могут образовывать 2 вида контактов: 1) аксон соединяется с дендритом клетки Пуркинью, 2) аксон окружает тело клетки Пуркинью в виде корзинки. Функция больших звездчатых клеток – тормозная, передают тормозные импульсы на дендриты и тела клеток Пуркинью.

Корзинчатые клетки находятся в нижней трети молекулярного слоя. Это корзинчатой формы крупные клетки. Они имеют длинные дендриты и длинные нейриты (аксон). Аксон оплетает тело грушевидных нейронов, образуя вокруг них корзинки. Функция корзинчатых клеток – тормозная, то есть они передают тормозные нервные импульсы на тела клеток Пуркинью.

Зернистый слой состоит из 3-х видов клеток:

- 1) клетки – зерна;
- 2) клетки Гольджи;
- 3) веретеновидные горизонтальные клетки.

Из белого вещества в кору мозжечка поступают 2 вида афферентных волокон:

- 1) лазающие волокна;
- 2) моховидные волокна.

Клетка-зерно имеет 3–4 коротких дендрита и длинный аксон. Аксон поднимается в молекулярный слой и в нём Т-образно делится на 2 ветви, образуя синапсы с дендритами клеток.

Дендриты заканчиваются в зернистом слое концевыми ветвлениями в виде птичьей лапки.

К дендритам подходят моховидные волокна, идущие из белого вещества, и образуют синапсы. Места контактов дендритов клеток-зерён с моховидным волокном называются клубочками мозжечка. Функция клеток-зерён – возбуждающее действие, они передают возбуждающие импульсы на клетки Пуркинье. Моховидные волокна являются возбуждающими волокнами (афферентные волокна).

Лазящие волокна тоже являются возбуждающими. Они поступают в кору мозжечка из белого вещества. Это афферентные волокна. Лазящие волокна поднимаются в молекулярный слой и образуют синапсы с дендритами клеток Пуркинье. Эти волокна передают возбуждение непосредственно клеткам Пуркинье.

Вторым видом клеток зернистого слоя коры мозжечка являются тормозные большие звездчатые клетки Гольджи.

Различают 2 вида клеток Гольджи:

- 1) клетки Гольджи с короткими аксоном(нейритом);
- 2) клетки Гольджи с длинным аксоном (нейритом).

Большие звездчатые клетки Гольджи с коротким аксоном (короткоаксонные) имеют длинные дендриты и короткий нейрит. Дендриты направляются в молекулярный слой, в котором образуют синапсы с аксонами клеток – зерен. Короткие аксоны в зернистом слое подходят к дендритам клеток – зерен и образуют тормозной синапс.

Большие звездчатые клетки Гольджи с длинным аксоном (длинноаксонные) имеют короткие дендриты и длинный нейрит. Короткие дендриты ветвятся в зернистом слое, а длинный аксон выходит в белое вещество. Функция – клетки Гольджи оказывают тормозное действие на клетки Пуркинье.

Третий вид клеток зернистого слоя мозжечка составляют веретенообразные горизонтальные клетки Гольджи. Они распо-

лагаются между ганглионарным и зернистым слоями. Длинные дендриты в обе стороны располагаются горизонтально и заканчиваются в ганглионарном и зернистом слоях. Аксон уходит в белое вещество. Функция этих клеток – ассоциативная.

Нейроглия коры мозжечка представлена Бергмановскими волокнами (волоконистыми астроцитами), плазматическими астроцитами, олигодендроглией и микроглией (глиальные макрофаги).

Кора головного мозга

Серое вещество – кора располагается на поверхности белого вещества. Толщина коры – 2–5 мм, содержит 10–14 млрд мультиполярных нервных клеток. Кора образована:

- 1) мультиполярными нейронами;
- 2) нервными волокнами;
- 3) нейроглией.

Цитоархитектоника – это особенности строения и расположения нервных клеток.

Миелоархитектоника – это особенности расположения нервных волокон.

В коре головного мозга различают 6 слоев:

- 1) молекулярный;
- 2) наружный зернистый;
- 3) пирамидный;
- 4) внутренний зернистый;
- 5) ганглионарный (слой гигантских пирамид);
- 6) полиморфный (слой полиморфных клеток).

Молекулярный слой представлен мелкими ассоциативными мультиполярными нейронами веретеновидной формы.

Наружный зернистый слой состоит из мелких нейронов различной формы: корзинчатых, звездчатых, овальных, пирамидных. Дендриты этих клеток поднимаются в молекулярный слой.

Аксоны уходят в белое вещество или, образуя дугу, поднимаются в молекулярный слой.

Пирамидный слой – самый широкий слой коры, содержит мелкие, средние, крупные пирамидные нейроны (10–40 мкм).

Внутренний зернистый слой содержит мелкие звездчатые овальные, нейроны. Дендриты и аксоны этих клеток располагаются только в этом слое.

Ганглионарный слой – слой гигантских пирамид образован самыми крупными пирамидными нейронами – клетками Беца (120 мкм). Дендриты нейронов поднимаются до молекулярного слоя, а аксоны идут в белое вещество.

Полиморфный слой содержит нейроны различной формы: пирамидные веретеновидные, паукообразные, полигональные. Дендриты этих клеток достигают молекулярного слоя, а аксоны уходят в белое вещество.

У большинства людей левое полушарие является доминантным. Оно отвечает за речь, письмо, чтение, словесную память, счет и абстрактно-логическое мышление.

Правое полушарие отвечает за зрительно-образную, музыкальную, обонятельную, вкусовую память, чувственно-образное мышление. Правое полушарие обуславливает леворукость.

Типы коры

Существует 2 типа коры:

- 1) гранулярный тип;
- 2) агранулярный тип.

Гранулярный тип коры характеризуется тем, что в нем хорошо развиты слои: наружный зернистый и внутренний зернистый (2-й и 4-й слои). Такой тип коры находится в центре обоняния, слуха, зрения.

Агранулярный тип коры характеризуется сильным развитием пирамидного слоя, ганглионарного слоя и слоя полиморфных клеток (3-й, 5-й, 6-й слои). Такой тип коры находится в моторных центрах коры (центр речи).

Нейроглия представлена макроглией и микроглией.

Миелоархитектоника – это закономерное расположение нервных волокон. Различают 3 вида нервных волокон – ассоциативные, комиссуральные, проекционные.

Ассоциативные нервные волокна связывают разные участки коры одного полушария.

Комиссуральные волокна связывают кору различных полушарий (двух).

Проекционные волокна связывают кору с нижними отделами ЦНС, то есть нижележащими центрами нервной системы.

Оболочки головного мозга – мозговые оболочки

Мозг покрыт 3-мя оболочками:

- 1) мягкой мозговой оболочкой (внутренней);
- 2) паутинной оболочкой (средней);
- 3) твердой мозговой оболочкой (наружной).

Мягкая мозговая оболочка непосредственно прилежит к ткани мозга. Она образована рыхлой волокнистой неоформленной соединительной тканью (РВНСТ), имеется большое количество кровеносных сосудов, питающих мозг.

Паутинная (арахноидальная) оболочка представлена РВНСТ и крупными кровеносными сосудами, ветви которых проникают в мягкую мозговую оболочку.

Твердая мозговая оболочка образована плотной волокнистой неоформленной соединительной тканью (ПВНСТ), содержащей много эластических волокон. В полости черепа она плотно сращена с надкостницей.

Гематоэнцефалический барьер отделяет клетки центральной нервной системы от крови и поддерживает постоянство межклеточной жидкости головного и спинного мозга. Гематоэнцефалический барьер включает:

- 1) эндотелиоциты капилляров ЦНС;
- 2) базальная мембрана непрерывная;
- 3) отростки волокнистого астроцита.

Функции гематоэнцефалического барьера:

- 1) защитная – для защиты мозга от опасных для него токсических веществ;
- 2) регуляторная – поддержание постоянства (гомеостаза) мозга, цереброспинальной жидкости.

Тема 2. ОРГАНЫ ЧУВСТВ

Органы чувств обеспечивают адаптацию организма к конкретным условиям внешней и внутренней среды. Классификация органов чувств в зависимости от развития, строения, функции. Делятся на 2 группы:

- 1) первичночувствующие;
- 2) вторичночувствующие.

Первичночувствующие органы чувств являются производными нервной трубки (мозговые пузыри). Рецепцию в них осуществляют специализированные нервные клетки (нейросенсорные). К этой группе относят орган зрения и орган обоняния.

Вторичночувствующие органы чувств развиваются из плакод (плакода – утолщенный участок эктодермы). Раздражение воспринимают сенсоэпителиальные клетки – специализированные эпителиальные клетки. Они содержат на апикальной поверхности стереоцилии, киноцилии, микроворсинки. К этой группе относят орган слуха, орган равновесия, орган вкуса.

Органы чувств – это анализаторы. По И.П. Павлову, анализаторы состоят из трех частей:

- 1) периферической части – рецепторов;
- 2) промежуточной части – передает импульсы по проводящим путям;
- 3) центральной части – коры головного мозга, в которой происходит анализ и синтез ощущений.

Орган зрения

Глаз представляет собой периферическую часть зрительного анализатора. С помощью органа зрения (глаза) человек получает 80–85 % информации об окружающем мире. Эта информация

позволяет человеку ориентироваться в окружающем пространстве.

Орган зрения состоит из глазного яблока и вспомогательного аппарата. Вспомогательный аппарат включает веки, глазодвигательные мышцы, слёзный аппарат. Глазное яблоко состоит из 3-х оболочек:

- 1) наружная – фиброзная оболочка, состоящая из роговицы и склеры;
- 2) средняя – сосудистая оболочка;
- 3) внутренняя – сетчатка, в которой рецепторную функцию выполняют нейроны.

В глазном яблоке еще имеются хрусталик, стекловидное тело, передняя и задняя камеры.

Развитие глаза

Источники развития – нервная трубка, кожная эктодерма, мезенхима. Различают 3 стадии развития:

- 1-я стадия – стадия глазного пузырька;
- 2-я стадия – стадия глазного бокала;
- 3-я стадия – стадия глазного яблока.

1-я стадия – стадия глазного пузырька

На 4-й неделе эмбриогенеза в боковых стенках образующегося промежуточного мозга (нервная трубка) формируются парные выпячивания – глазные пузырьки, которые сохраняют связь с мозгом. Глазной пузырек растет по направлению к кожной эктодерме, между которыми располагается мезенхима.

2-я стадия – стадия глазного бокала

Передняя часть глазного пузырька впячивается внутрь его полости и приобретает форму двустенного глазного бокала. Часть

эктодермы, расположенная напротив глазного бокала, утолщается, образуя хрусталиковую плакodu. Мезенхима между ними.

3-я стадия - стадия глазного яблока.

Внутренняя стенка глазного бокала образует сетчатку (9 слоев), наружная стенка – пигментный слой сетчатки. Из краев глазного бокала (место соединения внутренней и наружной стенки) образуется мионейральная ткань – мышцы, расширяющие и суживающие зрачок. Хрусталиковая плакoda инвагинирует и отшнуровывается от кожной эктодермы, превращается в хрусталик. Из кожной эктодермы образуется передний эпителий роговицы. Из мезенхимы, окружающей глазной бокал, формируется склера, сосудистая оболочка, стекловидное тело, роговица. Стебелек глазного бокала формирует зрительный нерв, направляющийся в мозг. Развитие глаза не завершается с рождением и продолжается в постнатальном онтогенезе.

Строение глаза

Наружная фиброзная оболочка состоит из склеры (белочной оболочки) и роговицы (передней прозрачной части).

Склера, или белочная оболочка (задний, непрозрачный отдел), образована плотной волокнистой оформленной соединительной тканью (ПВОСТ), содержащей кровеносные сосуды. Место перехода склеры в роговицу называется лимбом, в нем находится шлеммов канал, в который происходит отток жидкости из передней камеры глаза. Роговица – передний прозрачный отдел. **В роговице различают 5 слоев:**

- 1) передний эпителий – МПНЭ;
- 2) передняя пограничная – Боуменова мембрана;
- 3) собственное вещество – ПВОСТ;
- 4) задняя пограничная – Десцеметова мембрана;
- 5) задний эпителий – ООПЭ.

Роговица лишена кровеносных сосудов. Передний эпителий представлен многослойным плоским неороговевающим эпителием (МПНЭ), в котором имеются свободные нервные окончания, эпителий имеет высокую регенерационную способность.

Боуменова мембрана представлена плотной волокнистой неоформленной соединительной тканью (ПВНСТ). Собственное вещество состоит из плотной волокнистой оформленной соединительной ткани (ПВОСТ), представленной соединительно-тканевыми пластинками. Каждая пластинка состоит из коллагеновых волокон, расположенных параллельно, между ними фибробласты. Собственное вещество роговицы не имеет кровеносных сосудов. Питание осуществляется через переднюю камеру глаза, расположенную между роговицей и радужкой.

Десцеметова мембрана представлена плотной волокнистой неоформленной соединительной тканью в виде сети (ПВНСТ). Задний эпителий представлен однослойным однорядным плоским эпителием (ОПЭ). При воспалении происходит помутнение роговицы (бельмо) или слепота.

Сосудистая (средняя) оболочка осуществляет питание глаза. В сосудистой оболочке имеются 3 части:

- 1) собственно сосудистая оболочка;
- 2) ресничное (цилиарное) тело;
- 3) радужка.

В собственно сосудистой оболочке различают 4 пластинки:

- 1) надсосудистую, состоящую из РВНСТ;
- 2) сосудистую, состоящую из артерий и вен;
- 3) хориокапиллярную, состоящую из капилляров;
- 4) базальную (мембрана Бруха).

Ресничное (цилиарное) тело образовано ресничной (цилиарной) мышцей. Мышца состоит из гладких мышечных клеток, расположенных в трех направлениях. Это:

- 1) наружные – меридиональные;
- 2) средние – радиальные;
- 3) внутренние – циркулярные.

От цилиарной мышцы отходят цилиарные отростки. От этих отростков по направлению к хрусталику идет циннова связка.

Радужка отделяет переднюю камеру глаза от задней, располагается перед хрусталиком. Она имеет вид пластинки, в центре которой находится зрачок – круглое отверстие. Радужка регулирует световой поток. На свету зрачок суживается, в темноте – расширяется. Здесь располагаются мионейральные клетки (сфинктеры, дилататоры).

Радужка имеет 5 слоев:

- 1) передний эпителий – ООПЭ;
- 2) наружный пограничный слой;
- 3) сосудистый слой, состоящий из артерий и вен;
- 4) внутренний пограничный слой;
- 5) пигментный эпителий.

Наружный пограничный слой содержит рыхлую волокнистую неоформленную соединительную ткань (РВНСТ), в которой имеются меланоциты. Различное количество меланина в меланоцитах обуславливает цвет глаз. У альбиносов меланин отсутствует, цвет глаз – красный за счет кровеносных сосудов. Внутренний пограничный слой имеет такое же строение, как и передний, но еще имеет мионейральные клетки.

Хрусталик – прозрачная двояковыпуклая линза, держащаяся на цинновой связке. Хрусталик покрыт прозрачной капсулой. Капсула соединительно-тканная. Передняя поверхность хрусталика покрыта однослойным однорядным плоским эпителием (ООПЭ). Задняя поверхность хрусталика представлена хрусталиковыми волокнами – прозрачными призмами, удлинёнными клетками. На экваторе хрусталика эпителиоциты образуют ростковую (камбиальную) зону хрусталика. Эта зона в течение всей жизни образует новые клетки на переднюю и заднюю поверхности

хрусталика. Новые эпителиоциты преобразуются в хрусталиковые волокна, содержащие ядра. Центральные расположенные хрусталиковые волокна теряют ядра, укорачиваются и, накладываясь друг на друга, образуют ядро хрусталика. Внутри хрусталика сосудов и нервов нет. Хрусталик обладает эластичностью, содержит белок кристаллин. Между хрусталиком и радужкой находится задняя камера глаза, заполненная жидкостью.

Хрусталик может изменять свою кривизну. При рассмотрении близких предметов цилиарные мышцы сокращаются, цинновые связки расслабляются, эластичный хрусталик становится выпуклым. При рассмотрении отдаленных предметов, наоборот, цилиарные мышцы расслабляются, цинновые связки натягиваются, хрусталик утолщается. С возрастом хрусталик утрачивает эластичность. Развивается старческая дальнозоркость. Тогда для работы вблизи необходимы двояковыпуклые плюсовые очки. С возрастом возможно помутнение хрусталика (катаракта). Тогда хрусталик меняют (пересадка) на искусственный хрусталик.

Стекловидное тело – это прозрачная желеобразная масса, заполняющая полость между хрусталиком и сетчаткой. Оно состоит из белка витреина, расположенного в сети коллагеновых волокон. Стекловидное тело преломляет лучи и направляет их на желтое пятно сетчатки – месту наилучшего видения на сетчатке. Вместе с тем стекловидное тело способствует созданию внутриглазного давления и является метаболически активным веществом, участвующим в трофических процессах сетчатки. В стекловидном теле отсутствуют сосуды и нервы.

Сетчатка – самая внутренняя оболочка глаза. По происхождению сетчатка является специализированной частью коры мозга, вынесенной на периферию.

Клеточный состав сетчатки

Клетки сетчатки представлены:

- 1) пигментными эпителиоцитами;

- 2) клетками глии – клетками Мюллера (волокнистыми астроцитами);
- 3) нейронами.

Пигментные эпителиоциты образуют пигментный (наружный) слой сетчатки. Клетки имеют полигональную форму. Своими основаниями клетки располагаются на базальной мембране Бруха сосудистой оболочки глаза. Общее количество пигментных клеток у человека от 4 до 6 млн. На периферии сетчатки они уплощаются, а в центре желтого пятна – более высокие. Светлая цитоплазма пигментных клеток (меланоцитов) бедна органоидами общего значения, содержит пигмент – меланин. Ядра имеют округлую форму. От апикальной поверхности меланоцитов отходят отростки (микроворсинки) – длинные и короткие (пигментная борода), содержащие пигмент меланин. На свету количество пигмента в отростках увеличивается, в темноте пигмент меланин перемещается из отростков в тело клетки. Отростки этих клеток окружают наружные сегменты палочковых и колбочковых нейронов.

Функции пигментных клеток:

- 1) защитная – фагоцитоз (80 дисков и полудисков в сутки) наружных сегментов палочковых (утром) и колбочковых нейронов (ночью);
- 2) транспорт метаболитов из сосудистой оболочки к фоторецепторам;
- 3) антиоксидантная защита за счет меланосом;
- 4) участвуют в обмене витамина А (ретинола), снабжают ретинолом для синтеза родопсина в палочковых нейронах.

Нейроглия сетчатки человека представлена клетками Мюллера (волокнистыми астроцитами). Они длинные, узкие, волокноподобные, проходят радиально от наружного до внутреннего пограничного слоя сетчатки. Клетка Мюллера имеет удлиненное ядро, которое лежит на уровне ядер биполярных нейронов. Мюллерова клетка (мюллерово волокно, радиальный глиоцит) –

это крупная нейроглиальная клетка с отростками – наружными и внутренними. Наружные отростки клетки Мюллера формируют наружную пограничную мембрану (3-й слой сетчатки). Внутренние отростки формируют внутреннюю пограничную мембрану (10-й слой сетчатки), расположенный на границе со стекловидным телом.

Функции клеток Мюллера:

- 1) поддерживающая (опорная) функция;
- 2) трофическая функция.

Нейроны (нервные клетки) сетчатки

Нейронный слой сетчатки состоит из цепи трех нейронов:

- 1) наружные – палочковые и колбочковые нейроны (фоторецепторные, видоизмененные биполярные нейроны);
- 2) средние – биполярные нейроны;
- 3) внутренние – ганглионарные (мультиполярные) нейроны).

Кроме 3-х типов нейронов, образующих цепь, имеются 2 типа мультиполярных ассоциативных нейронов, осуществляющих связи между 1, 2, 3 нейронами.

Ассоциативные нейроны:

- 1) горизонтальные клетки;
- 2) амакринные клетки.

Горизонтальные клетки располагаются на уровне отростков первого и второго нейронов. Амакринные клетки лежат на уровне отростков второго и третьего нейронов.

Строение сетчатки

В сетчатке выделяют 10 слоев:

- 1) пигментный слой (наружный);
- 2) слой палочек и колбочек;
- 3) наружный пограничный слой;
- 4) наружный ядерный слой;
- 5) наружный сетчатый слой;
- 6) внутренний ядерный слой;
- 7) внутренний сетчатый слой;
- 8) ганглионарный слой;
- 9) слой нервных волокон;
- 10) внутренний пограничный слой.

Сетчатка глаза человека относится к типу инвертированных органов (глаз), в которых рецепторы (палочки, колбочки) направлены от света, а не навстречу свету. Слой палочек и колбочек образует самый глубокий слой сетчатки, обращенный в сторону пигментного слоя сетчатки глаза. Луч света проходит от внутреннего пограничного слоя до слоя палочек и колбочек. Луч света должен пройти через роговицу, переднюю камеру глаза, хрусталик, заднюю камеру глаза, стекловидное тело и всю толщину сетчатки до слоя палочек и колбочек.

Большая часть сетчатки является функционирующей, световоспринимающей и содержит фоторецепторные клетки. В зависимости от формы своих периферических отростков они называются палочковыми и колбочковыми нейронами. Меньшая часть сетчатки является нефункционирующей, несветочувствительной и лишена фоторецепторов. Нефункционирующая часть сетчатки покрывает с внутренней стороны цилиарное тело и заднюю поверхность радужки.

Нейроны сетчатки, образующие цепь 3-х нейронов (1, 2, 3), включают 3 части – дендрит, тело и аксон. Тела нейронов образуют ядерные и ганглионарные слои. Тело 1-го нейрона образует наружный ядерный слой, тело 2-го нейрона – внутренний ядерный слой. Тело 3-го нейрона образует ганглионарный слой. Отростки нейронов (дендриты, аксоны) образуют сетчатые слои и слой нервных волокон. Наружный сетчатый слой образован

аксоном 1-го нейрона и дендритом 2-го нейрона, здесь же для связи располагаются горизонтальные нервные клетки, образующие тормозные синапсы. Внутренний сетчатый слой образован аксоном 2-го (биполярного) нейрона и дендритами 3-го (ганглионарного) нейрона, которые контактируют с лежащими здесь амакриными нервными клетками, оказывающими тормозное влияние. Аксоны крупных мультиполярных ганглионарных нейронов (3-й нейрон) образуют слой нервных волокон (9-й слой сетчатки), формирующих зрительный нерв.

Место выхода зрительного нерва называется «слепое пятно». В слепом пятне отсутствуют фоторецепторные клетки. Здесь аксоны (нервные волокна) приобретают миелиновую оболочку и объединяются в зрительный нерв.

Наружный и внутренний пограничные слои образованы отростками клеток Мюллера, которые формируют наружную и внутреннюю пограничные мембраны. Наружный пигментный слой сетчатки образован пигментными эпителиоцитами. Это первый слой сетчатки. Остальные 9 слоев сетчатки образованы нервными клетками.

Строение фоторецепторных, зрительных, первичночувствующих нейронов. Светочувствительные (1-е) нейроны включают палочковые и колбочковые фоторецепторные нейроны. Несколько палочковых клеток контактируют с одним биполярным нейроном. Одна колбочковая клетка контактирует с одним биполярным нейроном, а несколько биполярных нейронов контактируют с одним ганглионарным нейроном. Количество палочковых нейронов в сетчатке человека около 130 млн. Палочковые нейроны являются рецепторами черно-белого (сумеречного) света, обеспечивают сумеречное зрение (ночное). Количество колбочковых нейронов в сетчатке человека составляет 6–7 млн. Они являются рецепторами дневного, то есть цветного видения, ответственны за цветное зрение.

Строение палочковых клеток

Различают 3 составляющие части палочковых нейронов:

- 1) видоизмененный дендрит имеет форму палочки;
- 2) ядросодержащая часть;
- 3) аксон.

Видоизмененный дендрит (фоторецептор, палочка) состоит из 2-х частей:

- 1) наружного сегмента (членика);
- 2) внутреннего сегмента (членика), соединенных ресничкой.

Наружный сегмент имеет цилиндрическую (палочковидную) форму. В наружном сегменте находится около 1000 плоских мембранных дисков, расположенных друг над другом в виде стопки, не связанных с цитолеммой. Мембранные диски – это замкнутые, двоянные мембраны, несвязанные между собой. Они образуются за счет глубоких складок плазмолеммы, которые затем отделяются от нее и имеют вид самостоятельных дисков. В мембранных дисках наружного сегмента палочковых нейронов содержится зрительный пигмент родопсин, который состоит из белка опсина и ретинола (витамин А). Чтобы палочки функционировали, необходим витамин А.

Палочки воспринимают черно-белый цвет, обеспечивают сумеречное, ночное зрение. Образование новых дисков происходит ночью, в темноте. Диски палочек разрушаются и фагоцитируются пигментными эпителиоцитами в дневное время (днем), когда они не функционируют. Днём в дисках палочек накапливается большое количество витамина А, который обладает мембранолитическими свойствами и способствует разрушению дисков. Механизм фоторецепции связан с распадом пигмента родопсина в темноте. После распада родопсина следует его ресинтез в темноте и при наличии витамина А. Недостаток в пище витамина А может приводить к нарушению сумеречного зрения (куриная слепота) и разрушению дисков.

Строение колбочковых нейронов

В колбочковых клетках различают 3 части:

- 1) видоизмененный дендрит – колбочковой формы, подразделяющийся на наружный и внутренний сегменты;
- 2) ядросодержащая часть;
- 3) аксон.

Дендрит заканчивается фоторецептором, называемым колбочкой. Наружный сегмент имеет форму колбочки. В наружном сегменте содержатся мембранные полудиски. Полудиски (их 1000) образуются в результате инвагинации цитолеммы, но не отшнуровываются от нее. Мембранные полудиски колбочки не замкнуты, соединены с цитолеммой и внутридисковое пространство сообщается с внеклеточной средой. Мембраны полудисков содержат зрительный пигмент – йодопсин.

Колбочковые нейроны бывают 3-х типов в зависимости от чувствительности к трем основным цветам спектра – синему, зеленому и красному. Каждый цвет воздействует на все 3 вида колбочек, но в разной степени. Ощущение различных оттенков цвета в коре за счет «смешивания» в различных пропорциях этих трех основных цветов. Колбочки, содержащие пигмент эритролаб, чувствительны к красному цвету, содержащие пигмент цианолаб – к синему, содержащие пигмент хлоролаб – к зеленому цвету.

Цветовая слепота – нарушение восприятия цвета (дальтонизм) объясняется генетически обусловленным отсутствием в сетчатке одного или нескольких типов колбочковых нейронов. Различают следующие разновидности дальтонизма:

- 1) протанопия – отсутствие чувствительности к красному цвету;
- 2) тританопия – к синему цвету;
- 3) дейтеранопия – к зеленому цвету;
- 4) монохроматия – полная цветовая слепота.

Внутренний сегмент колбочковых нейронов содержит эллипсоид, состоящий из крупной липидной капли и митохондрий, плотно прилегающих друг к другу, окружающих липидную каплю. Эллипсоиды (липидные капли) играют определенную роль в цветном восприятии. Механизм фоторецепции связан с распадом молекул пигмента йодопсина при действии световой энергии. В колбочковых нейронах возникает потенциал действия. Полудиски колбочек подвергаются фагоцитозу и новообразованию в ночное время, когда их функция прекращается. Мембраны полудисков не обновляются, происходит лишь молекулярное обновление белков в составе мембран.

В сетчатке есть желтое пятно – место наилучшего видения. В центре этого пятна имеется центральная ямка. В центральной ямке истончены все слои сетчатки, кроме наружного ядерного слоя, состоящего преимущественно из тел колбочковых нейронов.

Вспомогательный аппарат глаза

К вспомогательному аппарату глаза относятся глазные мышцы, веки и слезный аппарат.

Глазные мышцы (глазодвигательные) представлены поперечнополосатыми (исчерченными) мышечными волокнами. Они выполняют глазодвигательную функцию.

Веки. В веках различают переднюю кожную поверхность и заднюю – конъюнктиву.

Передняя кожная поверхность (тонкая кожа) покрыта волосками, содержит сальные железы. По краю века располагаются в 2–3 ряда ресницы и ресничные железы, представляющие собой видоизмененные потовые железы.

Задняя поверхность – конъюнктива покрыта многослойным плоским неороговевающим эпителием (МПНЭ).

Слезный аппарат глаза образован слезными железами, слезным мешком и слезно-носовым протоком.

Слезные железы – это серозные сложные альвеолярно-трубчатые железы. Слезная жидкость постоянно увлажняет поверхность роговицы, выполняя защитную функцию. Стенки слезного мешка и слезно-носового протока выстланы двух- и многорядным эпителием.

Орган обоняния

Обонятельный анализатор представлен двумя системами – основной и вомероназальной. Каждая система имеет 3 части:

- 1) периферическую (органы обоняния);
- 2) промежуточную (обонятельная луковица, нервные волокна);
- 3) центральную (кора больших полушарий).

Основной орган обоняния представлен обонятельной областью, покрывающей у человека преимущественно верхнюю раковину носовой полости. Орган обоняния – это обонятельный эпителий, покрывающий слизистую оболочку верхней части носовой полости. Этот орган является хеморецептором, который воспринимает действие пахучих веществ. Число обонятельных клеток у человека достигает 6 млн.

Развитие

Источники развития органа обоняния – утолщения эктодермы – обонятельные плакоды, и мезенхима. В области эктодермы образуются утолщения. Обонятельные плакоды – это утолщения эктодермы около головного конца нервной трубки. В дальнейшем обонятельные плакоды впячиваются в подлежащую мезенхиму. Из обонятельных плакод формируются обонятельные ямки. Обонятельные ямки мигрируют в область верхней носовой раковины.

У зародыша человека на 4-м месяце эмбриогенеза из обонятельных ямок в результате дифференцировки образуются

обонятельные, базальные и поддерживающие клетки. В обонятельных клетках в процессе дифференцировки формируются аксон и дендрит. Аксоны объединяются между собой. Из 20–40 нервных пучков формируются обонятельные пути, которые направляются к обонятельным луковицам головного мозга. В обонятельных луковицах образуются синаптические контакты с дендритами митральных нейронов.

Строение органа обоняния

Обонятельный эпителий представлен однослойным многорядным мерцательным эпителием, лежащим на толстой базальной мембране. Под базальной мембраной располагается соединительная ткань. Поверхность обонятельного эпителия, обращенная в носовую полость, покрыта слоем слизи. В составе обонятельного эпителия различают 3 вида клеток:

- 1) рецепторные (нейросенсорные) обонятельные клетки;
- 2) поддерживающие эпителиоциты;
- 3) базальные эпителиоциты.

Все эти клетки контактируют с базальной мембраной.

Обонятельная клетка – это нейрон, имеющий короткий дендрит и длинный аксон. Рецепторная клетка располагается между поддерживающими эпителиоцитами. Обонятельная клетка имеет веретенообразную форму с двумя отростками – дендритом и аксоном. Дендрит имеет на конце утолщение, называемое обонятельной булавой. Эти булавы содержат 10–12 подвижных обонятельных ресничек.

Реснички имеют базальные тельца и 9 периферических и 2 центральные спаренные протофибриллы. Реснички совершают непрерывные автоматические маятникообразные движения. Реснички погружены в жидкий секрет. Это секрет Боуменовых желез – трубчато-альвеолярных белково-слизистых обонятельных желез с мерокриновым типом секреции, расположенные в подлежащей РВНСТ. Секрет этих желез увлажняет поверхность

обонятельного эпителия. Обонятельные реснички воспринимают молекулы пахучих веществ.

Ядродержащая часть обонятельной клетки занимает срединное положение. Цитоплазма содержит органеллы общего значения – митохондрии, комплекс Гольджи, гранулярную эндоплазматическую сеть. Аксон проходит между поддерживающими клетками и в соединительно-тканном слое покрывается безмиелиновой оболочкой. Пучки аксонов (20–40) направляются в обонятельную луковицу.

Поддерживающие эпителиоциты имеют призматическую форму. Они лежат на базальной мембране. Ядро располагается в центре клетки. В цитоплазме клетки имеются органоиды общего значения, которые хорошо развиты, секреторные гранулы. На апикальной поверхности имеются многочисленные микроворсинки. Клетки являются секреторными, а также обладают фагоцитарной способностью.

Функции поддерживающих клеток:

- 1) секретируют по апокриновому типу жидкий секрет;
- 2) изолируют обонятельные клетки друг от друга;
- 3) защитная – фагоцитоз.

Базальные эпителиоциты имеют кубическую форму. Они находятся на базальной мембране. Базальные клетки являются малодифференцированными (камбиальными) клетками. Они служат источником образования клеток обонятельного эпителия. Базальные клетки имеют цитоплазматические выросты, которые окружают аксоны обонятельных клеток. Базальные клетки способны к дифференцировке в поддерживающие клетки. Функция – камбиальная, являются источником регенерации.

Вомероназальный орган – это дополнительный орган обоняния. Он расположен в виде двух трубочек в нижней части перегородки носа.

Развитие. У основания носовой перегородки формируется вомероназальный (якобсонов) орган. На 6-й неделе эмбриогенеза эпителий основания перегородки носа врастает в соединительную ткань в виде двух трубочек. На 7-й неделе формируется полость трубочек. На 21-й неделе дифференцируются рецепторные и поддерживающие клетки. От рецепторной клетки отходят 2 отростка – дендрит и аксон. Дендрит на конце утолщается в виде булавы. Аксон поступает в головной мозг.

Строение вомероназального органа. Поверхность органа, обращенная в полость носа, покрыта слизью. Проксимальный конец трубочек открывается в носовую полость, в переднюю треть носовой перегородки, а дистальный – заканчивается слепо. Орган состоит из многорядного эпителия. Многорядный эпителий представлен 3 видами клеток:

- 1) сенсорными, рецепторными клетками;
- 2) поддерживающими клетками;
- 3) базальными клетками.

Рецепторные клетки имеют вытянутую форму, содержат овальное ядро и органоиды общего значения. Этот нейрон имеет дендрит и аксон. На конце дендрита имеется утолщение – булава. От булавы отходят неподвижные микроворсинки. Микроворсинки воспринимают запах, выделяемый половыми железами противоположного пола. Аксоны объединяются в безмиелиновые волокна кабельного типа и направляются в головной мозг.

Поддерживающие клетки имеют вытянутую форму, овальное ядро, органоиды общего значения. На апикальной поверхности имеются микроворсинки. Эти клетки выделяют жидкий секрет, в котором растворяются молекулы пахучих веществ.

Базальные клетки – это малодифференцированные (камбиальные) клетки. Они являются источником регенерации эпителия вомероназального органа. Способны к пролиферации и дифференцировки.

Функция вомероназального органа – влияние на сексуальное поведение и эмоциональное состояние человека. Феромоны, вырабатываемые железами, имеют сигнальное значение.

Вторичночувствующие органы чувств

Орган вкуса

Периферическая часть вкусового анализатора представлена вкусовыми почками. Вкусовые почки расположены в многослойном плоском неороговевающем эпителии сосочков языка. Сосочки языка, содержащие вкусовые почки, представлены тремя видами:

1) листовидные, на боковой поверхности языка, встречаются у детей, а у взрослых редуцируются;

2) грибовидные, на кончике верхней поверхности языка;

3) желобоватые, у корня, на верхней поверхности языка.

Количество вкусовых почек у человека около 2000.

Развитие. Вкусовые почки закладываются на 6–7-й неделе эмбриогенеза человека. Источник развития – эмбриональный многослойный эпителий сосочков языка (базальные клетки). Эмбриональный многослойный эпителий сосочков языка подвергается специальной дифференцировке.

Строение. Вкусовая почка имеет эллипсоидную форму. Вершина вкусовой почки сообщается с поверхностью языка при помощи вкусовой поры. Вкусовая пора имеет углубление – вкусовую ямку.

Клеточный состав вкусовой почки

Различают 3 типа клеток:

1) рецепторные, вкусовые, сенсоэпителиальные;

2) поддерживающие эпителиоциты;

3) базальные эпителиоциты.

Вкусовые клетки имеют вытянутую форму, темного цвета. Лежат на базальной мембране, отделяются друг от друга поддерживающими клетками. Ядра вкусовых клеток имеют овальную форму и располагаются ближе к основанию клетки. В цитоплазме содержатся митохондрии, агранулярная эндоплазматическая сеть, которые хорошо развиты. На апикальной поверхности вкусовых клеток имеются микроворсинки, которые увеличивают воспринимающую поверхность. На цитолемме базальной части клеток берут начало дендриты чувствительных нейронов. Во вкусовых почках передней части языка обнаружен сладкочувствительный рецепторный белок, задней части – горькочувствительный.

Поддерживающие клетки окружают и изолируют вкусовые клетки и нервные волокна. Поддерживающие клетки имеют светлую, серповидную форму. Ядро овальное, расположено в базальной части клетки. В цитоплазме этих клеток много митохондрий, рибосом, мембран гранулярной эндоплазматической сети. На апикальной поверхности клеток имеются микроворсинки. Поддерживающие клетки лежат на базальной мембране.

Базальные клетки короткие, лежат на базальной мембране, имеют коническую форму. Это малодифференцированные клетки. В цитоплазме этих клеток органоиды слабо развиты. Обладают способностью к митотическому делению. Функция – камбиальная, регенераторная, являются источником развития поддерживающих и вкусовых клеток.

Орган равновесия и слуха

Является вторичночувствующим органом чувств. В них рецепцию осуществляют сенсоэпителиальные клетки – специализированные производные эпителия. Периферический отдел вестибулярного анализатора (органа равновесия) включает в себя 2 мешочка и 3 полукружных канала. Он реагирует на положение тела в пространстве (гравитацию), линейные и угловые ускорения, вибрацию. Периферический отдел слухового анализатора представлен органом слуха, который состоит из наружного,

среднего и внутреннего уха. Он реагирует на звук. Человеческое ухо воспринимает звуки от 16 до 20000 герц.

Развитие. Источник развития – слуховые плакоды. Слуховые плакоды – парные утолщения эктодермы на уровне заднего мозгового пузыря. На 3-й неделе эмбриогенеза происходит впячивание слуховых плакод в подлежащую мезенхиму. Впячивания отделяются от кожной эктодермы и превращаются в слуховые пузырьки. Каждый слуховой пузырек имеет полость, заполненную жидкостью. В процессе дальнейшего развития слуховой пузырек делится на 2 части: из одной развивается орган равновесия, из второй – орган слуха. Слуховые пузырьки выстилаются многорядным эпителием. Из многорядного эпителия развиваются эпителиоциты рецепторных структур – слуховых пятен, слуховых гребешков, Кортиева органа.

Строение органа равновесия

Орган равновесия включает – мешочек, маточку и 3 полукружных канала. На месте соединения полукружных каналов с маточкой имеются расширения, называемые ампулами. В ампулах имеются рецепторные участки – слуховые гребешки. В маточке и мешочке рецепторные участки называются слуховыми пятнами или макулами. Полукружные каналы расположены в 3-х взаимно перпендикулярных плоскостях. Между маточкой и мешочком имеется проток, который заканчивается утолщением, прилежащим к твердой мозговой оболочке. Поэтому при воспалении внутреннего уха поражается твердая мозговая оболочка. Маточка и мешочек выстланы однослойным плоским эпителием.

Строение слухового пятна

Слуховое пятно маточки и мешочка выстланы эпителием, расположенным на базальной мембране. Поверхность эпителия покрыта отолитовой мембраной из желеобразного вещества, в котором имеются отолиты – кристаллы карбоната кальция. Эпителий слухового пятна состоит из двух типов клеток:

- 1) вестибулярных волосковых (сенсоэпителиальных) клеток – вестибулоцитов;
- 2) поддерживающих клеток.

Вестибулярные волосковые клетки по строению делятся на 2 типа:

- 1 тип – грушевидные вестибулоциты;
- 2 тип – столбчатые вестибулоциты.

Грушевидные вестибулоциты имеют грушевидную форму. На апикальной поверхности волосковых клеток имеются волоски – стереоцилии и ресничка – киноцилия.

Стереоцилии – это неподвижные волоски. Их 60–80 на апикальной поверхности.

Киноцилия – это одна подвижная ресничка. Киноцилия содержит 9 пар периферических и 1 пару центральных микротрубочек, имеет строение сократительной реснички. Киноцилия всегда располагается полярно по отношению к пучку стереоцилий. При смещении стереоцилий в сторону киноцилия клетка возбуждается, а если движение направлено в противоположную сторону, происходит торможение клетки.

Клетки 1-го типа (грушевидные) располагаются между поддерживающими клетками. Ядро грушевидных вестибулоцитов круглое и располагается в их базальном конце. В цитоплазме содержатся рибосомы, митохондрии, эндоплазматическая сеть. Грушевидные вестибулоциты имеют широкое округлое основание – базальный конец. К базальному концу подходят многочисленные нервные волокна. Они оплетают клетку в виде чаши, то есть образуют футляр в виде чаши. Нервные волокна представляют собой чувствительные нервные окончания (дендриты).

Клетки 2-го типа – столбчатые вестибулоциты. Они имеют цилиндрическую форму. К их базальным концам подходят многочисленные нервные волокна. Нервные волокна образуют на основаниях этих клеток точечные синапсы (контакты). Внутрен-

ная структура столбчатых вестибулоцитов сходна со структурой грушевидных вестибулоцитов. Над поверхностью рецепторного эпителия имеется отолитовая мембрана толщиной 80–100 мкм, содержащая кристаллы углекислого кальция.

При движении головы отолитовая мембрана может смещаться. Киноцилии и стереоцилии волосковых клеток соединяются с отолитовой мембраной и могут смещаться. Отклонение стереоцилий в сторону киноцилии вызывает возбуждение. Отклонение стереоцилий от киноцилии вестибулоцитов вызывает торможение. Возбуждение или торможение клетки через синаптические контакты в ее базальной части передается на дендриты чувствительного нейрона, иннервирующего волосковую клетку.

Поддерживающие клетки слуховых пятен располагаются между волосковыми клетки. На апикальной поверхности поддерживающих клеток обнаруживается множество микроворсинок. Ядро овальное. Клетки имеют большое количество митохондрий. Отолитовая мембрана является продуктом секреции вестибулярных поддерживающих клеток. Функции поддерживающих клеток: опорная (поддерживающая) функция, трофическая функция.

Функции слуховых пятен:

1) слуховое пятно мешочка воспринимает вибрационные колебания;

2) слуховое пятно маточки воспринимает положение тела в пространстве (гравитацию), то есть изменения в положении тела по отношению к земному притяжению, гравитационному полю Земли. Слуховое пятно маточки – это рецептор гравитации, а также место восприятия линейных ускорений.

Строение слуховых гребешков (кристы)

Слуховые гребешки располагаются в ампулах полукружных каналов. Ампулы и полукружные каналы выстланы однослойным плоским эпителием. Эпителий в области слухового гребешка приобретает призматическую форму.

Клеточный состав слуховых гребешков

Слуховой гребешок выстлан двумя типами клеток – вестибулярными волосковыми и поддерживающими. Строение клеток сходно с клетками слуховых пятен. Вместо отолитовой мембраны на поверхности слухового гребешка образуется желатинообразное (студневидное) тело – желатиновый (отолитовый) купол. Рецепторный эпителий отделен от подлежащей соединительной ткани базальной мембраной. В соединительной ткани много кровеносных капилляров и нервных волокон. Желатиновый отолитовый купол – это продукт секреции вестибулярных поддерживающих эпителиоцитов.

Функция слухового гребешка. Слуховой гребешок – место восприятия угловых ускорений. При движении головы или ускоренном вращении всего тела отолитовый (желатиновый) купол легко меняет свое положение. Все это смещает купол относительно слухового гребешка. Смещаясь, отолитовый купол тянет киноцилию или в сторону стереоцилий, или в противоположную от них сторону. В результате этого наклоняются волоски и в одних волосковых клетках возникают возбуждающие, в других – тормозные импульсы, которые передаются на скелетные и глазодвигательные мышцы. У человека утрата вестибулярной функции вызывает неустойчивость позы. Слуховые гребешки – это рецепторы ускорения при поступательном горизонтальном движении и углового ускорения при вращении тела.

Орган слуха

Слуховой анализатор – второй по значимости после зрительного анализатора. Слух у человека играет важную роль в связи с развитием речи. Орган слуха состоит из – наружного, среднего и внутреннего уха.

Наружное ухо включает:

- 1) ушную раковину;

- 2) наружный слуховой проход;
- 3) барабанную перепонку.

Среднее ухо состоит из:

- 1) барабанной полости;
- 2) слуховых косточек;
- 3) слуховой трубы (евстахиевой трубы).

Внутреннее ухо представлено: костным лабиринтом, внутри которого находится перепончатый лабиринт.

Перепончатый лабиринт делится на две части:

- 1) вестибулярную часть, где находится орган равновесия (слуховые пятна в мешочке и маточке, слуховые гребешки в полукружных каналах);
- 2) улитковую часть, в которой расположен орган слуха (спиральный Кортиев орган в улитке).

Наружное ухо

Включает ушную раковину, наружный слуховой проход, барабанную перепонку.

1) ушная раковина состоит из эластического хряща, покрытого кожей с волосами и сальными железами. Потовые железы в ушной раковине отсутствуют;

2) наружный слуховой проход образован эластическим хрящом и костной частью. Слуховой проход покрыт кожей, содержащей волосы и церуминозные трубчатые железы, выделяющие ушную серу, которая обладает бактерицидными свойствами;

3) барабанная перепонка имеет овальную, слегка вогнутую форму, толщиной 0,1 мм. Состоит из коллагеновых волокон и частично эластических, между которыми находятся фибробласты. Различают *наружный слой*, состоящий из радиально расположенных волокон, и *внутренний* – из циркулярных. Наружная поверхность выстлана МПОЭ, а внутренняя – ООПЭ.

К внутренней поверхности прикрепляется рукоятка молоточка, от которой на барабанную перепонку проходят мелкие артерии и нервы.

Среднее ухо

Состоит из барабанной полости, слуховых косточек, слуховой трубы.

1) *барабанная полость* – пространство, покрытое однослойным плоским эпителием;

2) *слуховые косточки* – молоточек, наковальня, стремечко, образованы пластинчатой костной тканью. Косточки связаны друг с другом при помощи суставов. Они передают колебания барабанной перепонки, так как молоточек сращен с внутренней поверхностью барабанной перепонки. Слуховые косточки проводят звуковые колебания к внутреннему уху и усиливают их;

3) *слуховая (евстахиева) труба* соединяет барабанную полость с носоглоткой. Слуховая труба выстлана многослойным эпителием. При хронических воспалительных процессах может трансформироваться в многослойный плоский. Через слуховую трубу регулируется давление воздуха в барабанной полости среднего уха, то есть уравнивается давление в барабанной полости с атмосферным давлением.

Внутреннее ухо

Состоит из костного и перепончатого лабиринта. Перепончатый лабиринт повторяет ход костного лабиринта. Перепончатый лабиринт включает слуховую часть – улитку. Улитка – костный канал, делающий 2,5 оборота вокруг костного стрежня, длиной 3,5 см. Канал костной улитки подразделяется на 3 части:

- 1) барабанную лестницу;
- 2) вестибулярную лестницу;
- 3) канал перепончатой улитки.

Обе лестницы содержат перилимфу, а перепончатый канал улитки – эндолимфу. Улитковый канал на поперечном разрезе имеет форму треугольника. Его стороны образованы:

- 1) вестибулярной мембраной (мембраной Рейсснера);
- 2) сосудистой полоской;
- 3) базилярной мембраной.

Вестибулярная мембрана (верхняя стенка) представляет собой соединительно-тканную пластинку, покрытую с двух сторон однослойным плоским эпителием.

Базилярная мембрана (нижняя стенка) – это соединительно-тканная пластинка или спиральная мембрана. Сосудистая полоска образует боковую стенку улиткового канала, выстилается многоядным эпителием. В эпителии различают *плоские светлые базальные клетки* и *высокие отростчатые призматические темные клетки* с множеством митохондрий. Между клетками проходят кровеносные капилляры. Сосудистая полоска расположена на спиральной связке. Клетки сосудистой полоски продуцируют эндолимфу, которая играет значительную роль в трофике спирального органа (Кортиева орган). Функция сосудистой полоски – секреция эндолимфы, заполняющей перепончатый канал улитки.

Спиральный (Кортиев) орган – рецептор звука, воспринимает звуковые колебания. Он лежит на базальной мембране (нижней базилярной мембране).

В спиральном (Кортиевом) органе выделяют 2 типа клеток:

- 1) волосковые (сенсоэпителиальные) клетки – внутренние и наружные;
- 2) поддерживающие клетки – 3 вида:
 - с) внутренние;
 - д) наружные;
 - е) клетки – столбы.

Между клетками-столбами образуется туннель. Туннель разделяет клетки на внутренние и наружные. Поддерживающие эпителиоциты спирального органа располагаются непосредственно

на базальной мембране. Клетки-столбы имеют призматическую форму. Различают внутренние и наружные клетки-столбы. На месте своего соприкосновения (апикальные концы) они сходятся под острым углом друг к другу и образуют правильный треугольный канал – туннель, заполненный эндолимфой. Туннель тянется по спирали вдоль всего спирального органа. Через туннель проходят безмиелиновые нервные волокна, идущие от нейронов спирального ганглия к волосковыми рецепторным клеткам.

Внутренние поддерживающие клетки

Кнутри от внутренних клеток-столбов располагаются *внутренние поддерживающие (фаланговые) эпителиоциты*. От апикальной поверхности внутренних фаланговых клеток отходит лентовидный отросток (фаланга), который отделяет внутренние волосковые клетки друг от друга. Внутренние поддерживающие клетки имеют призматическую форму. Своими основаниями они лежат на базальной мембране. На апикальной поверхности внутренних поддерживающих клеток имеется вдавление, в котором располагаются основания внутренних волосковых (рецепторных) клеток.

Наружные поддерживающие клетки подразделяются на 3 вида:

- 1) клетки Дейтерса – фаланговые;
- 2) клетки Гензена – наружные пограничные;
- 3) клетки Клаудиуса – наружные поддерживающие.

Клетки Дейтерса – наружные фаланговые клетки имеют призматическую форму, своим базальным концом лежат на базальной мембране. На апикальной поверхности имеется чашевидное вдавление, в котором располагается основание наружной волосковой клетки. От апикальной поверхности отходит длинный отросток (фаланга), отделяющий наружные волосковые клетки друг от друга. Клетки Дейтерса залегают в 3–4 ряда в непосредственной близости от наружных клеток-столбов.

Клетки Гензена – наружные пограничные поддерживающие клетки имеют низкопризматическую форму, своим базальным концом лежат на базальной мембране. Эти клетки короче клеток Дейтерса. На их апикальной поверхности имеются микроворсинки. Ядро располагается в центре клетки. В цитоплазме имеются органоиды общего значения и включения гликогена. Функция – трофическая.

Клетки Клаудиуса – наружные поддерживающие клетки имеют кубическую форму. Они переходят в сосудистую полосу.

Волосковые (рецепторные) клетки подразделяются на внутренние и наружные волосковые эпителиоциты.

Внутренние волосковые клетки имеют кувшинообразную (грушевидную) форму. Их круглые ядра лежат в расширенной базальной части клетки. В цитоплазме органоиды общего значения. Внутренние волосковые клетки располагаются в один ряд вдоль всего спирального органа. Закругленное основание волосковых клеток лежит на вдавлениях внутренних поддерживающих (фаланговых) клеток. На суженной апикальной поверхности волосковых клеток находится кутикула, от которой отходят 30–60 стереоцилий.

Стереоцилии – это короткие микроворсинки (слуховые волоски), расположенные в 3–4 ряда. Стереоцилии неподвижны. Общее число внутренних волосковых клеток – 3500. К основанию внутренних волосковых клеток подходят чувствительные нервные волокна нейронов спирального ганглия.

Наружные волосковые клетки имеют призматическую форму. Их основания лежат на чашевидных вдавлениях наружных поддерживающих клеток. Наружные волосковые клетки располагаются в 3–5 рядов. Их количество 12000–20000. На апикальной поверхности этих клеток имеется кутикула, от которой отходят 60–70 стереоцилий.

Стереоцилии – это короткие микроворсинки, неподвижные, которые располагаются несколькими рядами. Своими вершинами

стереоцилии прикрепляются к внутренней поверхности покровной (желатинозной) мембраны, нависающей над спиральным органом. К основанию наружных волосковых клеток подходят чувствительные нервные волокна нейронов спирального ганглия.

Покровная (текториальная) мембрана представляет собой соединительно-тканную пластинку, состоящую из радиально расположенных коллагеновых волокон. Внутренний край покровной мембраны прикрепляется к спиральному гребню, наружный – свободный нависает над спиральным органом на всем его протяжении. При колебании спирального органа волоски (стереоцилии) волосковых клеток прикасаются к покровной мембране. Это способствует возникновению звукового импульса. Спиральный ганглий – место расположения чувствительного псевдоуниполярного нейрона. Высокие звуки раздражают только волосковые клетки, расположенные в нижних завитках улитки, а низкие звуки – волосковые клетки вершины улитки. Наружные волосковые клетки чувствительны к высоким звукам.

При попадании в ухо звуковой волны происходит следующее:

Звуковая волна проходит через наружный слуховой проход и вызывает колебание барабанной перепонки. Колебания барабанной перепонки передается на молоточек, наковальню, стремечко. Это вызывает колебания перилимфы, а потом эндолимфы и базальной мембраны с волосковыми клетками. Если звук высокий, базальная мембрана колеблется у основания улитки, если низкий – у ее вершины. Вместе с базальной мембраной колеблется спиральный орган и его волосковые клетки. Волоски рецепторных клеток взаимодействуют с покровной мембраной и происходит отклонение стереоцилий. Все это приводит к возникновению рецепторного потенциала (микрофонный эффект). Аfferентная информация по слуховому нерву передается в центральные части слухового анализатора.

Внутренние волосковые клетки воспринимают слабые звуки, а наружные – высокие звуки. Внутренние и наружные волосковые клетки отличаются неодинаковой чувствительностью

к повреждающим воздействиям. Так, при введении больших доз стрептомицина повреждаются внутренние, а хинина – наружные волосковые клетки. Кратковременное и длительное воздействие громких звуков может приводить к тугоухости. Сочетание шума и вибрации, взрывная волна, сотрясение приводит к кровоизлияниям в барабанную полость, полукружные каналы, в область пятна и гребешка. С возрастом прогрессирует дегенерация клеток спирального ганглия, изменения нервных волокон проводящего пути.

Тема 3. СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА

Эта система включает сердце, кровеносные и лимфатические сосуды.

Классификация кровеносных сосудов:

- 1) артерии;
- 2) вены;
- 3) сосуды микроциркуляторного русла: артериолы, венылы, капилляры, артериоло-веноулярные анастомозы.

Развитие кровеносных сосудов. Источник развития – мезенхима. На 2–3-й неделе эмбриогенеза в стенке желточного мешка появляются скопления мезенхимных клеток. В скоплениях мезенхимные клетки уплотняются, уплощаются, вытягиваются, образуя кровяные островки. Клетки, расположенные по периферии кровяного островка, дифференцируются в ангиобласты. Ангиобласты – уплощенные клетки, которые соединяются друг с другом.

Клетки, расположенные в центральной части кровяного островка, округляются и дифференцируются в стволовые клетки крови. Затем ангиобласты дифференцируются в эндотелиоциты сосудов, а стволовые клетки дифференцируются в клетки крови. Из мезенхимы позднее возникают перициты, фибробласты, гладкие миоциты и адвентициальные клетки стенки сосуда.

Кровеносные сосуды представляют собой систему замкнутых трубок различного диаметра. Замкнутая сеть сосудов и сердца обеспечивает циркуляцию крови в организме.

Сосуды микроциркуляторного узла

Через стенки этих сосудов осуществляется обмен веществ между кровью и тканями, поэтому микроциркуляторное русло

называют обменным звеном сосудистой системы. Постоянно происходящий обмен воды и различных веществ между кровью и тканями представляет собой процесс микроциркуляции. Сосуды микроциркуляторного русла включают:

- 1) гемокапилляры;
- 2) лимфатические капилляры;
- 3) артериолы;
- 4) вены;
- 5) артериоло-венулярные анастомозы.

Гемокапилляры

Классификация по диаметру:

- 1) мелкие (диаметр – 4,5–7 мкм) – в поперечнополосатых мышцах, нервах, легких;
- 2) основные (диаметр 7–11 мкм) – в коже, слизистых оболочках;
- 3) крупные (делятся на 2 вида):
 - а) синусоидные (диаметр 20–30 мкм) – в органах кроветворения, эндокринных железах, печени;
 - б) лакуны (диаметр 30–60 мкм) – в плаценте.

В каждой ткани имеются капилляры, которые находятся в спавшемся состоянии. Они называются нефункционирующими, через них проходит только плазма крови. При повышении функциональной нагрузки на орган нефункционирующие капилляры могут превращаться в функционирующие.

Функция капилляров – обмен веществ и газов между просветом капилляров и окружающими тканями за счет:

- 1) тонкой стенки капилляров;
- 2) медленного тока крови;
- 3) низкого давления;
- 4) большой площади соприкосновения с окружающими тканями.

Классификация капилляров в зависимости от строения эндотелия и базальной мембраны. Различают 3 типа капилляров:

1-й тип – с непрерывной базальной мембраной, соматические;

2-й тип – с частично прерывистой базальной мембраной, фенестрированные;

3-й тип – с прерывистой базальной мембраной, перфорированные.

Капилляры с непрерывной базальной мембраной – соматические.

Стенка капилляров состоит из 3-х видов клеток:

- 1) эндотелиоцитов – внутренний слой;
- 2) перицитов – средний слой;
- 3) адвентициальных клеток – наружный слой.

Внутренний слой представлен одним слоем эндотелиальных клеток, расположенных на базальной мембране. Эндотелиоциты – это плоские эпителиальные клетки, образующие сплошной слой. Они соединены друг с другом с помощью плотных контактов. Цитоплазма эндотелиоцита бедна органоидами общего значения. Ядро овальной формы. Сплошной, непрерывный, эндотелиальный слой, например, в мозге необходим для непроницаемости гематоэнцефалического барьера. Базальная мембрана эндотелия капилляра непрерывная. Это тонкофибрилярная пластинка толщиной 30–35 нм.

Средний слой состоит из перицитов. Перициты располагаются в расщеплениях базальной мембраны, имеют отростчатую форму в виде корзинки. В отростках перицита находятся сократительные филаменты. Отростки перицитов охватывают эндотелиоциты. Перициты способны набухать и отбухать, тем самым они регулируют изменение диаметра кровеносных капилляров. Эти клетки могут дифференцироваться в гладкие миоциты.

Наружный слой состоит из адвентициальных клеток. Адвентициальные клетки – это малодифференцированные соедини-

тельно-тканые клетки, расположенные снаружи от перицитов. Они имеют веретенообразную форму. Органеллы слабо развиты, ядро овальное. Эти клетки в процессе дифференцировки могут превращаться в фибробласты, липоциты.

Соматические капилляры – это капилляры скелетной мускулатуры, легких, слизистых оболочек, нервных стволов, мозга, кожи. Это самый распространенный вид капилляров. Диаметр их просвета – 6–11 мкм.

Капилляры с частично прерывистой базальной мембраной – фенестрированные.

Стенка гемокapилляра фенестрированного типа состоит из 3-х слоев:

- 1) внутреннего – эндотелиального;
- 2) среднего – слоя перицитов;
- 3) наружного – адвентициального.

Внутренний слой гемокapилляра представлен эндотелиоцитами, которые могут истончаться, образуя фенестры. Фенестры – это локальные истончения цитоплазмы эндотелиоцитов. Базальная мембрана истончается и частично прерывается в области фенестров эндотелиоцитов.

Перициты среднего слоя располагаются между эндотелиоцитами и базальной мембраной. Снаружи находятся адвентициальные клетки.

Фенестрированный тип капилляров характеризуется наличием фенестр в эндотелии и частично прерывистой базальной мембраной. Это капилляры клубочков почек (для фильтрации крови и образования первичной мочи), капилляры ворсин кишечника, гипофиза, эндокринных органов. Присутствие фенестр в капиллярах облегчает течение обменных процессов.

Капилляры с прерывистой базальной мембраной – перфорированные.

Стенка гемокapилляров имеет 3 слоя:

- 1) внутренний – эндотелий;
- 2) средний – перициты;
- 3) наружный – адвентициальные клетки.

В эндотелии капилляров этого типа имеются щелевидные поры. Базальная мембрана прерывается. Перициты находятся в расщелинах базальной мембраны. Наружный слой представлен адвентициальными клетками.

Капилляры этого типа являются очень широкими – синусоидными. Синусоидные капилляры содержатся в красном костном мозге, селезенке, печени. Через поры в стенке капилляров органов кроветворения в кровь поступают созревшие форменные элементы крови.

Лимфатические капилляры

Стенка лимфокапилляров образована только эндотелиоцитами. Базальная мембрана и перициты отсутствуют. Просвет лимфатических капилляров (20–30 мкм) в несколько раз шире по сравнению с кровеносными капиллярами. Лимфатические капилляры начинаются слепо, располагаются рядом с кровеносными капиллярами и входят в состав микроциркуляторного русла.

Отличия лимфатических капилляров от кровеносных:

- 1) базальная мембрана отсутствует;
- 2) эндотелиоциты в 3–4 раза крупнее;
- 3) перициты отсутствуют;
- 4) лежат на выростах коллагеновых волокон;
- 5) имеют больший диаметр;
- 6) начинаются слепо;
- 7) лимфатические капилляры образуют сеть.

Венулы

Посткапиллярные венулы имеют диаметр 30–50 мкм, собирают кровь из капиллярного русла. Стенка венул состоит из эндотелиоцитов и рыхлой волокнистой неоформленной соединительной ткани (РВНСТ) наружной оболочки.

Отличительная особенность:

- 1) эндотелиоциты более короткие;
- 2) ядра эндотелиоцитов круглые;
- 3) выраженная наружная соединительно-тканная оболочка.

Венулы выполняют:

- 1) дренажную функцию – поступление из соединительной ткани в просвет венулы продуктов обмена, удаляют продукты метаболизма тканей;
- 2) из венул в окружающую ткань мигрируют форменные элементы крови (лейкоциты);
- 3) депонирование крови за счет растяжимости этих сосудов.

Артериолы

Диаметр артериол 50–100 мкм. Стенка артериол состоит из 3-х оболочек – внутренней, средней и наружной.

Внутренняя оболочка представлена 3 слоями:

- 1) эндотелием, лежащем на базальной мембране;
- 2) единичными клетками подэндотелиального слоя;
- 3) тонкой внутренней эластической мембраной.

Все 3 слоя внутренней оболочки резко истончены.

Средняя оболочка образована 1–2 слоями гладких мышечных клеток, имеющих спиралевидное направление.

Наружная оболочка состоит из тонкого слоя рыхлой волокнистой неоформленной соединительной ткани (РВНСТ).

В функциональном отношении артериолы являются «кранами сосудистой системы», которые регулируют приток крови к органам благодаря сокращению спиралевидно направленных миоцитов (И.М. Сеченов).

Артериоло-венулярные анастомозы

Они обеспечивают прямой, минуя капилляры, переход крови из артериол в вены. Путь кровотока через анастомозы более короткий, поэтому анастомозы называют шунтами. Диаметр артериоло-венулярных анастомозов более 30 мкм.

Функции артериоло-венулярных анастомозов:

- 1) регуляция кровотока в капиллярах – местный периферический кровоток;
- 2) участвуют в перераспределении крови;
- 3) регулируют давление крови – повышает внутривенулярное давление;
- 4) участвуют в терморегуляции;
- 5) артериализация венозной крови;
- 6) при сжатии капилляров патологическим процессом кровь из артериол сразу поступает в вены;
- 7) регуляция тока тканевой жидкости в венозное русло;
- 8) мобилизация депонированной крови.

Артерии

Классификация артерий:

- 1) артерии эластического типа (аорта, легочная артерия);
- 2) артерии смешанного типа (сонная, подключичная артерия);
- 3) артерии мышечного типа (артерии среднего и мелкого калибра).

Классификация артерий основывается на соотношении количества гладких мышечных клеток (миоцитов) и эластических

волокон в средней оболочке артерии. Стенки всех артерий состоят из 3-х оболочек – внутренней, средней и наружной.

Просвет артерий обычно сужается из-за наличия в стенке эластических мембран. Эластические мембраны артерий препятствуют спадению артерий, что обуславливает их постоянное сужение.

Артерия эластического типа

Стенка артерии состоит из 3 оболочек – внутренней, средней и наружной.

Внутренняя оболочка включает 2 слоя:

- 1) эндотелиальный;
- 2) подэндотелиальный.

Эндотелиальный слой представлен слоем эндотелиальных клеток, расположенных на базальной мембране.

Подэндотелиальный слой состоит из рыхлой волокнистой неоформленной соединительной ткани (РВНСТ).

Средняя оболочка состоит из 2-х компонентов:

- 1) эластических окончатых мембран (50–70), связанных между собой эластическими волокнами, образующими эластическую сеть;
- 2) единичных гладких миоцитов, косо расположенных.

Наружная оболочка образована рыхлой волокнистой неоформленной соединительной тканью (РВНСТ), в которой имеются питающие кровеносные сосуды.

Артерии смешанного (мышечно-эластического) типа

Стенка артерии состоит из 3-х оболочек – внутренней, средней и наружной.

Внутренняя оболочка включает 3 слоя:

- 1) эндотелиальный слой – слой эндотелиальных клеток, расположенных на базальной мембране;
- 2) подэндотелиальный слой состоит из рыхлой волокнистой неоформленной соединительной ткани (РВНСТ);
- 3) внутренней эластичной мембраны. Эта мембрана располагается на границе внутренней и средней оболочек и отчетливо выражена.

Средняя оболочка состоит из равного количества спирально ориентированных эластических волокон (50 %) и гладких мышечных клеток, расположенных спирально (50 %).

Наружная оболочка состоит из 2-х слоев:

- 1) наружной эластической мембраны, которая выражена слабее, чем внутренняя эластическая мембрана;
- 2) рыхлой волокнистой неоформленной соединительной ткани (РВНСТ), в которой проходят сосуды сосудов.

Артерия мышечного типа

Стенка артерии состоит из 3-х оболочек – внутренней, средней и наружной.

Внутренняя оболочка включает 3 слоя:

- 1) эндотелиальный слой – слой эндотелиальных клеток, лежащих на базальной мембране;
- 2) подэндотелиальный слой – РВНСТ, в которой кровеносных сосудов нет;
- 3) внутренней эластической, четко выраженной мембраны.

Средняя оболочка содержит:

- 1) многочисленные кососпирально расположенные гладкие мышечные клетки;
- 2) незначительное количество эластических волокон, имеющих радиальное и дугообразное расположение.

Наружная оболочка состоит из:

1) наружной эластической мембраны, которая тоньше внутренней эластической мембраны, состоит из продольно идущих эластических волокон, в виде сплошной эластической пластинки;

2) рыхлой волокнистой неоформленной соединительной ткани (РВНСТ), в которой волокна имеют косое и продольное направление. В этой оболочке встречаются кровеносные сосуды, питающие стенку, а также нервы.

Вены

Отличительные особенности вен по сравнению с артериями:

1) в венах отсутствуют внутренняя и наружная эластические мембраны;

2) в стенке вен имеются клапаны – тонкие складки внутренней оболочки вены;

3) вены имеют больший диаметр по сравнению с артериями;

4) неправильный просвет в венах;

5) более слабо развитые гладкие миоциты в средней оболочке вен;

6) гладкие миоциты располагаются в виде пучков;

7) хорошо развитая наружная оболочка, наиболее толстая.

Однако вены мозговых оболочек, головного мозга, подвздошные, подчревные, полые, безымянные и вены внутренних органов клапанов не имеют.

Классификация вен зависит от степени развития гладких миоцитов. Вены классифицируются на 2 группы:

1) вены безмышечного типа;

2) вены мышечного типа.

Вены мышечного типа подразделяются на 3 типа:

1) вены со слабым развитием миоцитов;

- 2) вены со средним развитием миоцитов;
- 3) вены с сильным развитием миоцитов.

Вены безмышечного типа имеют 2 оболочки:

- 1) внутреннюю оболочку, состоящую из эндотелиального (эндотелий) и подэндотелиального слоев (РВНСТ);
- 2) наружную оболочку, состоящую из РВНСТ.

Гладкие мышечные клетки отсутствуют в венах безмышечного типа. Вены безмышечного типа расположены в мозговых оболочках, головном мозге, сетчатке глаза, плаценте, костной ткани.

Вены мышечного типа со слабым развитием миоцитов

Стенка вены состоит из 3-х оболочек – внутренней, средней, наружной.

Внутренняя оболочка включает 2 слоя:

- 1) эндотелиальный слой – слой эндотелиоцитов, расположенных на базальной мембране;
- 2) подэндотелиальный слой – РВНСТ, плохо развит.

Средняя оболочка содержит слабо развитые пучки гладких миоцитов, расположенных циркулярно. Между пучками миоцитов имеются прослойки РВНСТ.

Наружная оболочка состоит из рыхлой волокнистой неоформленной соединительной ткани (РВНСТ). Наружная оболочка в 5–6 раз толще средней и внутренней оболочек, вместе взятых. Вены со слабым развитием миоцитов – это вены малого и среднего калибра лица, шеи, верхней части тела, вена большого калибра – верхняя полая вена.

Вена мышечного типа со средним развитием миоцитов

Стенка вены состоит из 3 оболочек – внутренней, средней, наружной.

Внутренняя оболочка содержит 2 слоя:

- 1) эндотелиальный слой представлен слоем эндотелиоцитов, расположенных на базальной мембране;
- 2) подэндотелиальный слой состоит из РВНСТ.

За счет внутренней оболочки в вене образуются клапаны – тонкие складки. Клапаны в венах препятствуют обратному току венозной крови и способствуют однонаправленному току крови.

Средняя оболочка включает пучки гладких миоцитов, расположенных циркулярно. Между миоцитами имеются прослойки РВНСТ.

Наружная оболочка включает продольно расположенные пучки гладких миоцитов и РВНСТ, которая в 2–3 раза толще средней и внутренней оболочек, вместе взятых. Примером вены среднего калибра со средним развитием миоцитов является плечевая вена.

Вена мышечного типа с сильным развитием миоцитов

Стенка вены состоит из 3-х оболочек – внутренней, средней и наружной.

Внутренняя оболочка включает 2 слоя:

- 1) эндотелиальный – слой эндотелиоцитов, лежащих на базальной мембране;
- 2) подэндотелиальный слой представлен рыхлой волокнистой неоформленной соединительной тканью (РВНСТ), который хорошо развит. В нем содержатся многочисленные пучки гладких миоцитов, расположенных продольно.

За счет внутренней оболочки образуются клапаны. Клапаны расположены таким образом, что при движении крови в сторону сердца их створки прижимаются к стенке, пропуская кровь дальше, а при движении крови в обратном направлении клапаны закрываются.

Средняя оболочка представлена пучками гладких миоцитов, расположенных циркулярно. Между миоцитами имеется рыхлая волокнистая неоформленная соединительная ткань (РВНСТ).

Наружная оболочка состоит из рыхлой волокнистой неоформленной соединительной ткани (РВНСТ) и многочисленных пучков гладких миоцитов, расположенных продольно. Наружная оболочка в 6–7 раз толще внутренней и средней оболочек, вместе взятых.

Вены мышечного типа с сильным развитием миоцитов располагаются в нижней части тела и в нижних конечностях. К этому типу вен относятся бедренная вена, нижняя полая вена. В этих венах гладкие миоциты имеются во всех трех оболочках.

Сердце

Сердце – центральный орган системы кровообращения. Благодаря способности к сокращениям сердце приводит в движение кровь.

Стенка сердца имеет 3 оболочки:

- 1) внутреннюю – эндокард;
- 2) среднюю – миокард;
- 3) наружную – эпикард.

Развитие. В эмбриогенезе человека сердце закладывается в начале 3-й недели из 2-х источников – мезенхимы и висцерального листка спланхнотома – миоэпикардиальной пластинки. Из мезенхимы формируется эндокард сердца. Клетки миоэпикардиальной пластинки дифференцируются в 2-х направлениях:

- 1) из внутренней части формируется миокард сердца;
- 2) из наружной части образуется мезотелий, выстилающий эпикард сердца.

Клапаны сердца развиваются из эндокарда.

Эндокард

Состоит из 4-х слоев:

- 1) эндотелиального;
- 2) подэндотелиального;
- 3) мышечно-эластического;
- 4) наружного соединительно-тканного.

В эндокарде отсутствуют кровеносные сосуды. Клапаны сердца образованы эндокардом.

1. Эндотелиальный слой представлен эндотелием, лежащем на базальной мембране.

2. Подэндотелиальный слой образован рыхлой волокнистой неоформленной соединительной тканью (РВНСТ).

3. Мышечно-эластический слой включает гладкие миоциты и эластические волокна, которые располагаются в виде сети.

4. Наружный соединительно-тканый слой состоит из рыхлой волокнистой неоформленной соединительной ткани (РВНСТ).

Питание эндокарда осуществляется диффузно за счет крови, находящейся в полостях предсердий и желудочков.

Миокард

Средняя мышечная оболочка сердца. Миокард состоит из поперечнополосатых мышечных клеток – кардиомиоцитов, между которыми располагаются прослойки рыхлой волокнистой неоформленной соединительной ткани (РВНСТ) с кровеносными сосудами.

Различают 3 типа кардиомиоцитов:

- 1) типичные, сократительные, рабочие;
- 2) атипичные, проводящие, волокна Пуркинье;
- 3) секреторные, эндокринные.

Типичные, сократительные, рабочие кардиомиоциты имеют прямоугольную форму. Содержат миофибриллы, которые имеют поперечную исчерченность и многочисленные митохондрии. Кардиомиоциты сообщаются между собой посредством вставочных дисков. Во вставочных дисках различают 2 вида контактов – десмосому и нексус – щелевой контакт.

Десмосомы способствуют прочному сцеплению сократительных кардиомиоцитов в функциональные мышечные волокна.

Нексусы обеспечивают проведение возбуждения от одной клетки к другой. Между кардиомиоцитами имеются анастомозы, придающие миокарду сетевидную структуру. Анастомозом может быть фрагмент цитоплазмы кардиомиоцита или видоизмененный кардиомиоцит. Типичные кардиомиоциты утрачивают способность делиться митозом. Основной способ регенерации – гипертрофия – увеличение объема клетки и замещение соединительной тканью при гибели кардиомиоцитов.

Типичные, сократительные, рабочие кардиомиоциты обеспечивают сокращение сердца.

Атипичные, проводящие кардиомиоциты, или волокна Пуркинье, имеют полигональную форму. Органеллы общего значения выражены слабо, немногочисленные миофибриллы, в которых отсутствует поперечная исчерченность, ориентированы в различных направлениях. Атипичные кардиомиоциты формируют проводящую систему сердца. Волокна Пуркинье передают возбуждение к сократительным (рабочим) кардиомиоцитам.

Неблагоприятное влияние на проводящие кардиомиоциты оказывают ряд лекарственных препаратов и другие факторы, способные привести к возникновению аритмий и блокады сердца. Наличие в сердце собственной проводящей системы обеспечивает ритмическую смену систолических сокращений и диастол предсердий, желудочков, работу клапанного аппарата.

Секреторные, эндокринные кардиомиоциты находятся в предсердии, содержат много отростков. В цитоплазме хорошо

развита гранулярная эндоплазматическая сеть, слабо развиты или отсутствуют миофибриллы, содержатся секреторные гранулы. Гранулы секреторных кардиомиоцитов окружены мембраной.

Функции кардиомиоцитов:

- 1) вырабатывают гормон – предсердный натрийуретический фактор (ПНФ);
- 2) регулируют артериальное давление;
- 3) регулируют водно-солевой обмен;
- 4) регулируют мочевыделение;
- 5) стимулируют сокращение сердечной мышцы.

Эпикард и перикард представляют серозную оболочку, которая включает 2 слоя – мезотелий и соединительно-тканную основу (РВНСТ). Между эпикардом и перикардом имеется щелевидная полость, заполненная небольшим количеством жидкости, выполняющей смазывающую функцию. Перикард развивается из париетального листка спланхнотома.

Тема 4. ОРГАНЫ КРОВЕТВОРЕНИЯ И ИММУНОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ

Органы кроветворения делятся на центральные и периферические.

К *центральным* (антигеннезависимым) органам относятся:

- 1) красный костный мозг;
- 2) тимус.

К *периферическим* (антигензависимым) органам кроветворения относятся:

- 1) селезенка;
- 2) лимфатические узлы.

Различают миелоидные и лимфоидные органы кроветворения. Миелоидные органы кроветворения представлены миелоидной тканью. К ним относится красный костный мозг, в котором развиваются все форменные элементы крови (эритроциты, лейкоциты, тромбоциты). Лимфоидные органы кроветворения представлены лимфоидной тканью. К ним относятся тимус, селезенка, лимфатические узлы, в которых развиваются только лимфоциты.

Различают 3 типа кроветворения:

- 1) мезобластическое кроветворение происходит в желточном мешке в эмбриогенезе;
- 2) гепатолиенальное кроветворение – в печени и селезенке;
- 3) медуллярное кроветворение осуществляется в красном костном мозге в эмбриогенезе, а также с рождения и до конца жизни.

Красный костный мозг

Во взрослом организме различают красный и желтый костный мозг. Красный костный мозг находится в эпифизах трубчатых

костей, лопатках, грудиने, позвонках, костях черепа. Желтый костный мозг расположен в диафизах трубчатых костей. Он представлен жировой тканью. В нормальных условиях желтый костный мозг не выполняет кроветворную функцию, только в случае больших кровопотерь он может выполнять кроветворную функцию.

Красный костный мозг – это центральный орган кроветворения, в котором из стволовой клетки (СКК) развиваются эритроциты, тромбоциты, лейкоциты, предшественники Т-лимфоцитов. Это антигеннезависимый орган. Источник развития – мезенхима. Строма – ретикулярная ткань. Паренхима – развивающиеся гемопоэтические клетки крови из 6 классов гемопоэза (стволовая клетка, полустволовая клетка, унипотентная клетка, бласты, созревающие и зрелые клетки).

Развивающиеся клетки крови располагаются в красном костном мозге группами (островками, «гнездами») и локализуются вблизи синусоидных капилляров с прерывистой базальной мембраной. В нормальных условиях через стенку синусоидных капилляров могут проникать лишь зрелые форменные элементы крови. Костный мозг обладает высокой физиологической и репаративной регенерационной способностью.

Тимус (зобная, вилочковая железа)

Тимус – центральный орган лимфоцитопоэза и иммунной защиты организма. Это антигеннезависимый орган. В тимусе происходит антигеннезависимая дифференцировка предшественников Т-лимфоцитов в Т-лимфоциты (киллеры, хелперы, супрессоры).

Источники развития: III и IV пары жаберных карманов, мезенхима.

Развитие. Закладка тимуса у человека происходит на 4–5-й неделе эмбриогенеза в эпителии глоточной кишки, в области III и IV пар жаберных карманов в виде тяжелой многослойного эпителия. В дальнейшем эти выпячивания сливаются, образуя общую эпителиальную строму. Вокруг этой стромы из окружающей мезенхимы образуется соединительно-тканная капсула. От капсулы вглубь отходят трабекулы вместе с кровеносными синусоидными капиллярами с прерывистой базальной мембраной. Трабекулы разделяют строму на дольки. В дольках различают корковое и мозговое вещество, которое заселяется Т-лимфоцитами. Кровотворение в тимусе начинается на 9–10-й неделе эмбриогенеза.

Строение. Тимус снаружи покрыт капсулой – плотной волокнистой неоформленной соединительной тканью (ПВНСТ). От капсулы внутрь органа отходят соединительно-тканые перегородки, разделяющие тимус на дольки. Долька – структурно-функциональная единица тимуса.

Строма дольки – многослойный плоский частично ороговевающий эпителий (МПЧОЭ). В центре дольки эпителиальные клетки стромы подвергаются ороговлению и наслаиваются друг на друга, формируя тельца Гассалья. Тельца Гассалья, или слоистые эпителиальные тельца, – это концентрические наслаения друг на друга частично ороговевших эпителиоцитов. Строма выделяет гормон тимозин, который стимулирует пролиферацию и дифференцировку лимфоцитов.

Паренхима дольки – корковое (по периферии) и мозговое (в центре) вещество.

Корковое вещество более темное и густо заселено зрелыми малыми Т-лимфоцитами (киллеры, хелперы, супрессоры).

Мозговое вещество долек тимуса более светлое, так как в нем содержится мало Т-лимфоцитов. В средней части мозгового вещества встречаются эпителиальные слоистые тимусные тельца (Гассалья).

При стрессах и с возрастом увеличиваются количество и размеры телец Гассала. Зрелые Т-лимфоциты покидают тимус и с током крови попадают в селезенку, лимфатические узлы. Кортиковое вещество тимуса имеет самостоятельное микроциркуляторное русло в отличие от мозгового вещества. В мозговом веществе зрелые лимфоциты могут покидать и возвращаться в тимус, то есть рециркулировать. Различают 2 вида инволюции в тимусе – *акцидентальную* (временную) и *возрастную* (постоянную) инволюцию.

Возрастная инволюция тимуса

Тимус достигает максимального развития к трем годам жизни ребенка. С трех лет и до 20 лет тимус находится в стабильном состоянии. После 20 лет происходит возрастная инволюция тимуса – обратное развитие. Возрастная (постоянная) инволюция тимуса – это уменьшение количества лимфоцитов в корковом веществе и стирание границы между корковым и мозговым веществом. Разрастается соединительная ткань и развивается жировая ткань, исчезают Т-лимфоциты. Если тимус не претерпевает возрастной инволюции, то такие люди отличаются пониженной сопротивляемостью организма к инфекциям, если в коре надпочечников выделяется недостаточное количество глюкокортикоидов.

Акцидентальная (временная) инволюция тимуса

Наибольшую массу и дольчатую гистологическую структуру тимус сохраняет в первые годы жизни. Акцидентальная (временная) инволюция может наступить в связи с воздействием на организм различных чрезвычайно сильных раздражителей (травма, голодание, инфекция, интоксикация, заболевание). При акцидентальной (временной) инволюции происходят выброс Т-лимфоцитов в кровь и массовая гибель лимфоцитов в корковом веществе. В связи с этим становится незаметной граница коркового и мозгового вещества. Кортиковое вещество долек тимуса становится таким же светлым, как и мозговое. Акцидентальная (временная) инволюция тимуса продолжается до тех пор, пока продолжается

заболевание или стресс. После этого состояние коркового и мозгового вещества возвращается к норме, то есть становится заметной граница коркового и мозгового вещества.

Функции тимуса:

1) кроветворная – антигеннезависимая дифференцировка предшественников Т-лимфоцитов;

2) гормональная – стромой выделяется гормон – тимозин, стимулирующий пролиферацию и дифференцировку лимфоцитов в периферических кроветворных органах, а также инсулиноподобный фактор, кальцитониноподобный фактор, фактор роста тела.

Периферические органы кроветворения

Селезенка – периферический орган кроветворения, важный кроветворный и защитный орган, который участвует в защитных реакциях от антигенов, проникающих в кровоток, здесь разрушаются старые и поврежденные эритроциты и тромбоциты. В селезенке происходит антигензависимая пролиферация, дифференцировка Т- и В-лимфоцитов.

Источники развития селезенки – мезенхима и висцеральный листок спланхнотомы, из которого формируется мезотелий серозной оболочки.

Развитие. Закладка селезенки происходит на 5-й неделе эмбриогенеза из мезенхимы. Из периферических мезенхимных клеток формируется капсула, от которой отходят трабекулы. Из центральных мезенхимных клеток формируется строма селезенки и островки с гемопоэтическими клетками.

Строение селезенки. Селезенка снаружи покрыта брюшиной – серозной оболочкой. Серозная оболочка представлена мезотелием и соединительной тканью (РВНСТ). Глубже располагается капсула. Внутри от капсулы отходят трабекулы селезенки. Капсула состоит из плотной волокнистой неоформленной соединитель-

ной ткани (ПВНСТ). Между волокнами капсулы залегает небольшое количество гладких мышечных клеток – миоцитов. Строма образована ретикулярной тканью. Паренхима представлена белой и красной пульпой.

Белая пульпа селезенки

Белая пульпа представлена лимфатическими фолликулами (узелками), в которых эксцентрично располагается центральная артерия. В лимфатическом фолликуле выделяют 4 зоны:

- 1) периартериальную;
- 2) центр размножения;
- 3) мантийную;
- 4) краевую, маргинальную.

Периартериальная зона располагается вокруг центральной артерии, в которой происходит пролиферация, активация и антигензависимая дифференцировка Т-лимфоцитов, поступающих сюда из тимуса, то есть эта зона состоит только из Т-лимфоцитов. В результате дифференцировки образуются эффекторные клетки: Т-хелперы, Т-супрессоры, Т-киллеры и клетки памяти, которые проникают в общий ток крови для участия в иммунных реакциях.

Центр размножения (светлый центр) – это зона В-лимфоцитов. В светлом центре В-лимфоциты, поступающие сюда из красного костного мозга, подвергаются пролиферации и антигензависимой дифференцировке. В результате образуются плазмциты и клетки памяти, которые проступают в ток крови, а из крови – в соединительную ткань, где участвуют в иммунных реакциях.

Мантийная зона состоит из Т- и В-лимфоцитов, то есть является смешанной зоной.

Краевая (маргинальная) зона включает Т- и В-лимфоциты, то есть относится к смешанным зонам. Эта зона находится на границе между белой и красной пульпой. Маргинальная зона является местом формирования иммунного ответа, обильно васкуляризована.

Красная пульпа селезенки

Красная пульпа состоит из многочисленных кровеносных сосудов и клеток крови (эритроцитов). Часть эритроцитов находится в состоянии дегенерации или полного распада. Такие эритроциты фагоцитируются макрофагами, переносящими часть гемоглобина (железо) в красный костный мозг для эритроцитопоэза. В селезенку входит селезеночная артерия, разветвляющаяся на трабекулярные артерии.

Трабекулярные артерии разветвляются на пульпарные, которые проходят по красной пульпе, и центральные, которые проходят по белой пульпе (эксцентрично в лимфатическом фолликуле). После выхода центральной артерии из лимфатического фолликула (узелка) она распадается на кисточковые артериолы. В стенке кисточковых артериол (на концах) имеются утолщения, называемые гильзами, муфтами. Эти утолщения состоят из ретикулярных волокон и ретикулярных клеток. Они являются артериальными сфинктерами селезенки, при сокращении которых прекращается поступление артериальной крови. Та часть артериолы, которая проходит в пределах артериальной гильзы, называется эллипсоидной артериолой, от которой отходят многочисленные капилляры.

В селезенке существует 2 системы кровоснабжения:

1) закрытая – концы капилляров открываются в венозные синусы (синусоидные гемокапилляры с прерывистой базальной мембраной). Закрытая (быстрая) система кровоснабжения снабжает ткани кислородом.

2) открытая – капилляры изливают кровь непосредственно в ретикулярную ткань. Открытая (медленная) система приносит эритроциты и антигены для контакта с макрофагами. Старые и поврежденные эритроциты захватываются макрофагами.

Функции селезенки:

1) кроветворная функция – антигензависимая дифференцировка Т- и В-лимфоцитов;

- 2) защитная функция – фагоцитоз и иммунная защита;
- 3) кроверазрушающая функция – разрушение старых эритроцитов, «кладбище эритроцитов»;
- 4) депонирование крови;
- 5) универсальный кроветворный орган в эмбриогенезе;
- 6) противоопухолевый эффект – оказывает тормозящее влияние на рост некоторых опухолей в организме.

Лимфатические узлы

Лимфатические узлы – это органы, расположенные по ходу лимфатических сосудов. Это антигензависимые органы. В лимфатических узлах происходит антигензависимая пролиферация и дифференцировка Т- и В-лимфоцитов. Являются органами лимфоцитопоза, иммунной защиты и депонирования протекающей лимфы. Лимфа, протекая через лимфатические узлы, на 95–99 % очищается от антигенов и инородных частиц, от избытка воды, белков, жиров, обогащается лимфоцитами и антителами.

Развитие лимфатических узлов происходит на 8–10-й неделе эмбриогенеза из мезенхимы по ходу лимфатических сосудов. К концу 16-й недели эмбриогенеза вселяются лимфоциты и формируются скопления – лимфоидные узелки.

Строение лимфатического узла

Снаружи узел покрыт соединительно-тканной капсулой. Капсула образована плотной волокнистой неоформленной соединительной тканью (ПВНСТ). Внутри от капсулы отходят трабекулы. Строма образована ретикулярной тканью, состоящей из ретикулярных клеток и ретикулярных волокон. Паренхима лимфатического узла представлена корковым и мозговым веществом. В корковом (более темном, периферическом) веществе различают 2 зоны – кортикальную и паракортикальную зоны.

Кортикальная зона представлена лимфатическими фолликулами, состоящими из В-лимфоцитов (В-зона), поступающими

сюда из красного костного мозга с током крови. В-лимфоциты лимфатического узла подвергаются воздействию антигенов.

Лимфатический фолликул представляет собой округлое образование, состоящее в центральной (более светлой) части из В-лимфобластов, а в периферической (более темной) части – из малых В-лимфоцитов. Центральную часть вследствие нахождения клеток в различных стадиях деления ранее называли центром размножения (светлый центр). В центральной части могут появляться скопления фагоцитирующих клеток (макрофагов) при интоксикации организма, особенно микробного происхождения, что указывает на высокую реактивность этой части. Поэтому центральную часть фолликула часто называют реактивным центром. Макрофаги светлых центров могут фагоцитировать погибающие клетки и вызывают антигензависимую дифференцировку В-лимфоцитов в плазмочиты и клетки памяти.

Паракортикальная зона – тимусзависимая зона (Т-зона) содержит значительное количество Т-лимфоцитов. В этой зоне происходит пролиферация Т-лимфоцитов, поступающих сюда из тимуса с током крови. Здесь под влиянием антигенов происходит дифференцировка Т-лимфоцитов и образуются Т-хелперы, Т-супрессоры, Т-киллеры, клетки памяти. Т-хелперы стимулируют развитие и функцию В-лимфоцитов, активируют выработку ими антител. Т-супрессоры угнетают развитие и функцию В-лимфоцитов, подавляют выработку ими антител. Т-киллеры осуществляют клеточный иммунитет, это клетки-«убийцы», то есть они убивают генетически чужеродные клетки (при трансплантации органа).

Мозговое (более светлое центральное) вещество представлено мозговыми тяжами (шнурами), содержащими В-лимфоциты (В-зона).

Лимфатические синусы

Синусами называются пространства, ограниченные в лимфатическом узле капсулой и трабекулами, с одной стороны,

и фолликулами и мозговыми тяжами – с другой. В синусах имеются береговые клетки – макрофаги, которые фагоцитируют антигены, находящиеся в лимфе, протекающей в синусах. В лимфатическом узле различают 4 вида синусов – краевой синус, промежуточный корковый синус, промежуточный мозговой синус, центральный (воротный) синус.

1. Краевой (субкапсулярный) синус расположен между капсулой и лимфатическим фолликулом.

2. Промежуточный корковый синус расположен между трабекулами и лимфатическими фолликулами.

3. Промежуточный мозговой синус ограничен трабекулами и мозговыми тяжами.

4. Центральный (воротный) синус расположен в области ворот узла, от которого берет начало выносящий лимфатический сосуд.

Из приносящих лимфатических сосудов лимфа вначале попадает в краевой синус, далее в промежуточный корковый синус, затем в промежуточный мозговой синус, потом в центральный синус и в выносящий лимфатический сосуд. Медленный ток лимфы по синусам облегчает фагоцитоз антигенов. В лимфу синусов поступают антитела и лимфоциты, уходящие из лимфатического узла. Синусы играют роль защитных фильтров, в которых задерживаются антигены благодаря макрофагам.

Функции лимфатических узлов:

- 1) кроветворная функция (лимфопоэз) – антигензависимая дифференцировка лимфоцитов;
- 2) защитная – фагоцитоз, иммунная защита;
- 3) лимфа обогащается лимфоцитами;
- 4) депо лимфы.

Тема 5. ЭНДОКРИННАЯ СИСТЕМА

В организме человека эндокринная система представлена совокупностью органов, частей органов, отдельных клеток, секретирующих секрет (гормоны) в кровь, лимфу или в тканевую жидкость. Все функции организма человека регулируют эндокринная и нервная системы. Эндокринная система регулирует общие процессы: обмен веществ, развитие половых клеток, рост тела человека. Она включает эндокринные железы, которые не имеют выводных протоков. Особенностью эндокринных желез являются обилие гемакапилляров синусоидного типа, высокая степень васкуляризации (кровоснабжения). Каждая клетка эндокринных желез контактирует с капиллярами. Вещества, секретируемые клетками, называются гормонами. Эндокринная система регулируется корой головного мозга. Свою регуляцию эндокринная система осуществляет при помощи гормонов.

Свойства гормонов

1. Высокая биологическая активность, малые дозы вызывают выраженный эффект.
2. Специфичность действия – действуют непосредственно на клетки-мишени.
3. Дистантность действия – реализация эффекта на расстоянии.
4. Видовая неспецифичность.

Классификация эндокринной системы

- I. Центральные органы – гипоталамус, гипофиз, эпифиз.
- II. Периферические органы:
 - 1) аденогипофиззависимые железы – щитовидная железа, кора надпочечников, половые железы;
 - 2) аденогипофизнезависимые железы – околощитовидные железы, кальцитониноциты щитовидной железы, клубочковая

зона коры надпочечников, мозговое вещество надпочечников, энтероциты ЖКТ, органов дыхания, выделительной системы.

Гипоталамус

Гипоталамус развивается из среднего мозгового пузыря. Осуществляет регуляцию всех органов эндокринной системы. Гипоталамус – высший центр регуляции эндокринных функций, «эндокринный мозг». Различают передний, средний и задний отделы гипоталамуса. Гипоталамус связан с гипофизом посредством гипофизарной ножки. Скопления нервных и нейросекреторных клеток гипоталамуса образуют ядра. Ядра переднего отдела гипоталамуса:

- 1) супраоптические;
- 2) паравентрикулярные.

Супраоптические ядра образованы нейросекреторными клетками, секретирующими вазопрессин или антидиуретический гормон (АДГ). Аксоны нейросекреторных клеток спускаются в заднюю долю гипофиза с помощью гипофизарной ножки и образуют аксовазальные синапсы.

Действия вазопрессина (АДГ):

1. Сужение кровеносных сосудов.
2. Повышение артериального давления.
3. Повышение реабсорбции (обратного всасывания) воды из почечных канальцев.
4. Уменьшение диуреза (мочеиспускание).

Паравентрикулярные ядра образованы крупными нейросекреторными клетками, секретирующими окситоцин.

Действия окситоцина:

1. Сокращение миометрия матки.
2. Сокращение миоэпителиальных клеток концевых отделов молочных желез.

3. Усиление выделения молока.
4. Сокращение гладкомышечных клеток мужских семявыносящих путей.

По аксонам (нейритам) секреторных нейронов эти два гормона (вазопрессин, окситоцин) транспортируются в заднюю долю гипофиза и откладываются в виде накопительных телец Херринга около кровеносных сосудов.

В среднем отделе гипоталамуса располагаются ядра:

1. Аркуатное (инфундибулярное).
2. Вентромедиальное.

Секреторные нейроны этих ядер вырабатывают гипоталамические аденогипофизотропные гормоны. Гипоталамические нейрогормоны называют также рилизинг-гормонами, или рилизинг-факторами (от *англ.* release – освободить). Аденогипофизотропные гормоны воздействуют на аденогипофиз. Нейрогормоны, стимулирующие освобождение тропных гормонов гипофиза, называются либерины, нейрогормоны, угнетающие (ингибирующие) выделение тропных гормонов гипофиза, называются статины. Под действием статинов секреция гормонов аденогипофиза прекращается.

Гипофиз

Гипофиз (питуитарная, или гороховидная железа) вместе с гипоталамусом образует гипоталамо-гипофизарную нейро-секреторную систему. У человека масса гипофиза очень мала, примерно 0,5 граммов, но его функционирование жизненно необходимо для организма.

Составные части гипофиза:

- I. Аденогипофиз, развивающийся из эпителия ротовой полости эмбриона.
- II. Нейрогипофиз – вырост промежуточного мозга.

Аденогипофиз включает 3 компонента:

- 1) переднюю долю;
- 2) промежуточную долю;
- 3) туберальную часть.

Нейрогипофиз образует заднюю долю гипофиза.

Развитие гипофиза

Развитие гипофиза происходит в три стадии из разных источников (эктодерма, нервная трубка).

1-я стадия. На 4-й неделе эмбриогенеза в крыше ротовой полости образуется эпителиальное выпячивание в виде гипофизарного кармана (кармана Ратке), дающего начало аденогипофизу, из промежуточного мозга навстречу карману Ратке растет вниз воронкообразное выпячивание – зачаток нейрогипофиза.

2-я стадия. Гипофизарный карман начинает терять связь с ротовой полостью. Появляются две стенки: передняя и задняя. Воронкообразный выступ соединяется своей передней поверхностью с карманом Ратке.

3-я стадия. Карман Ратке полностью теряет связь с ротовой полостью. Передняя стенка кармана Ратке утолщается и превращается в переднюю долю аденогипофиза. Из задней стенки кармана Ратке образуется промежуточная доля аденогипофиза. Нейроглия дистального конца воронки разрастается и формирует заднюю долю гипофиза (нейрогипофиз). Проксимальная часть воронки сужается и превращается в гипофизарную ножку, связывающую гипофиз с гипоталамусом. Мезенхима образует капсулу и строму гипофиза. Аденогипофиз имеет эктодермальное происхождение. Нейрогипофиз имеет нейральное происхождение, образуется как глиальное выпячивание промежуточного мозга.

Строение аденогипофиза

В аденогипофизе различают переднюю, среднюю (или промежуточную) доли и туберальную часть.

Строение передней доли аденогипофиза

Передняя доля покрыта капсулой – плотной волокнистой неоформленной соединительной тканью (ПВНСТ). От капсулы вглубь отходят прослойки рыхлой волокнистой неоформленной соединительной ткани (РВНСТ), образующие строму доли. В прослойках РВНСТ проходят синусоидные фенестрированные капилляры. Паренхиму передней доли образуют тяжи эпителиальных железистых клеток (аденоцитов), располагающиеся между прослойками РВНСТ. Эпителиальные тяжи называют трабекулами. Трабекулы сильно разветвляются и сплетаются в сеть. Передняя доля имеет трабекулярное строение. В каждой трабекуле можно различить несколько разновидностей железистых клеток – эндокриноцитов (аденоцитов).

Классификация аденоцитов

Клетки передней доли делятся на хромофобные (главные) хромофильные.

Хромофобные (главные) эндокриноциты составляют 60 %, имеют мелкие размеры, не содержат окрашиваемых гранул, цитоплазма не окрашивается, не воспринимают краситель. Они располагаются в середине трабекул. Хромофобные клетки это:

- 1 – резервные камбиальные клетки;
- 2 – молодые хромофильные, еще не накопившие гранул секрета;
- 3 – зрелые хромофильные клетки, уже выделившие секреторные гранулы.

Ввиду количественного (60 %) преобладания в составе трабекул хромофобных клеток их называют главными, хотя функционально они не активны.

Хромофильные эндокриноциты

По окрашиваемости их секреторных гранул делятся на ацидофильные и базофильные.

Ацидофилы располагаются по периферии трабекул и составляют 30–35 % от общего количества аденоцитов передней доли гипофиза. Это клетки средних размеров, округлой формы, с хорошо развитой гранулярной эндоплазматической сетью. Ядра находятся в центре клеток. Цитоплазма содержит крупные ацидофильные гранулы. Имеется две разновидности ацидофилов – соматотропоциты и лактотропоциты.

Соматотропоциты вырабатывают соматотропный гормон СТГ, (гормон роста), который стимулирует рост тела в детском и юношеском возрасте.

Лактотропоциты (маммотропоциты) вырабатывают лактотропный гормон (ЛТГ, пролактин).

Функции: стимулируют синтез молока в молочных железах и выработку прогестерона в желтом теле яичника.

Базофилы лежат по периферии трабекул и составляют 4–10 % от общего количества аденоцитов передней доли гипофиза. Это крупные клетки. В цитоплазме содержатся базофильные гранулы. Базофилы делятся на три разновидности:

- 1) гонадотропоциты;
- 2) тиротропоциты;
- 3) кортикотропоциты.

Гонадотропоциты имеют овальную форму с эксцентрично расположенным ядром. В центре клетки находится макула (пятно), в которой располагается комплекс Гольджи. В цитоплазме хорошо развита гранулярная ЭПС.

Различают две группы гонадотропоцитов:

- 1) фолликулотропоциты, вырабатывающие фолликулостимулирующий гормон (ФСГ);

2) лютеотропоциты, вырабатывающие лютеинизирующий гормон (ЛГ).

Фолликулостимулирующий гормон в мужском организме влияет на сперматогенез, в женском – на рост фолликулов и выделение эстрогенов в яичнике. Лютеинизирующий гормон стимулирует выработку тестостерона в мужских половых железах, в женских половых железах стимулирует развитие и функцию желтого тела.

Клетки кастрации появляются в передней доле гипофиза в тех случаях, когда половые железы вырабатывают недостаточное количество половых гормонов. Тогда в гонадотропоцитах увеличивается макула и оттесняет цитоплазму и ядро на периферию. Клетка при этом гипертрофируется, приобретает форму перстня, активно секретирует гонадотропный гормон, чтобы увеличить выработку половых гормонов.

Тиреотропоциты имеют неправильную форму, содержат мелкие секреторные базофильные гранулы. Продуцируют тиреотропный гормон (ТТГ), который стимулирует выделение тироксина щитовидной железой.

Клетки тиреоидэктомии появляются в гипофизе при понижении функции щитовидной железы. В цитоплазме этих клеток появляется большое число вакуолей. Продукция тиреотропного гормона усиливается.

Кортикотропоциты – это клетки неправильной формы. В цитоплазме обнаруживаются мелкие базофильные секреторные гранулы в виде пузырька с плотной сердцевинкой, окруженной мембраной. Между мембраной и сердцевинкой имеется светлый ободок. Кортикотропоциты вырабатывают адренкортикотропный гормон (АКТГ), активирующий клетки пучковой и сетчатой зон коры надпочечников.

Средняя (или промежуточная) доля гипофиза

В промежуточной доле есть псевдофолликулы, содержащие коллоидоподобную массу. Эпителий псевдофолликулов не имеет базальную мембрану.

Функции:

1) секреция меланоцитостимулирующего гормона – адаптирует сетчатку глаза к зрению в сумерках, влияет на пигментный обмен и пигментные клетки, стимулирует синтез меланина в меланоцитах;

2) секреция липотропного гормона, усиливающего обмен липидов – жировой обмен.

Туберальная часть аденогипофиза представлена эпителиальными тяжами кубических клеток, богато васкуляризирована. Функция мало изучена.

Задняя доля гипофиза – нейрогипофиз

Нейрогипофиз представлен клетками глии. Клетки нейроглии называются питуицитами. Это отростчатые, или веретеновидные, клетки. Их отростки заканчиваются на адвентиции кровеносных сосудов. В заднюю долю входят аксоны нейросекреторных клеток супраоптического и паравентрикулярного ядер переднего гипоталамуса. В задней доле эти аксоны заканчиваются расширенными терминалями (накопительные тельца, или тельца Херринга), которые контактируют с капиллярами. По этим аксонам в заднюю долю транспортируются два гормона – вазопрессин и окситоцин и накапливаются на терминалях аксонов около кровеносных сосудов.

Эти накопления называются накопительными тельцами, или тельцами Херринга. По мере надобности из этих телец гормоны поступают в кровеносные сосуды. В нейрогипофизе гормоны не вырабатываются, а только накапливаются (вазопрессин, ок-

ситоцин). Возможно, что в передаче этих гормонов из телец Херринга в кровь участвуют питуициты.

Эпифиз

Эпифиз (пинеальная, или шишковидная железа). Развивается на 5–6-й неделе эмбриогенеза как выпячивание промежуточного мозга. Максимального развития эпифиз достигает у детей до 7 лет.

Строение. Эпифиз покрыт соединительно-тканной капсулой (РВНСТ), от которой отходят перегородки, образующие дольки. Строма – рыхлая волокнистая неоформленная соединительная ткань (РВНСТ). В состав паренхимы входят 2 вида клеток – пинеалоциты и волокнистые астроциты – нейроглии.

Пинеалоциты – полигональные клетки с отростками. В отростках и в теле клеток имеются секреторные гранулы. Пинеалоциты – нейросекреторные клетки. Пинеалоциты выделяют следующие нейрогормоны:

1) серотонин, который превращается в мелатонин. Днем синтезируется серотонин, а ночью – мелатонин. Серотонин действует на гладкие мышцы сосудов, повышает кровяное давление;

2) антигонадотропин – угнетает преждевременное развитие половой системы, тормозит секрецию лютеинизирующего гормона (ЛГ) в аденогипофизе;

3) калитропин – повышает содержание калия в крови, участвует в регуляции минерального обмена.

Волокнистые астроциты имеют длинные отростки и выполняют опорную функцию.

Возрастные изменения. С возрастом в строме эпифиза увеличивается отложение фосфатных и карбонатных солей в виде слоистых шариков, называемых «мозговой песок». В паренхиме железы наблюдается гибель пинеалоцитов, увеличивается количество астроцитов.

Периферические эндокринные железы

В организме человека имеются следующие периферические железы:

- 1) щитовидная железа;
- 2) околощитовидные (паращитовидные) железы;
- 3) надпочечники.

Щитовидная железа

Развитие. На 3–4-й неделе эмбриогенеза на вентральной стенке плоточной кишки между I и II парами жаберных карманов образуется непарное выпячивание – зачаток щитовидной железы. Далее выпячивание достигает уровня III и IV пар жаберных карманов, утолщается и раздваивается, давая начало правой и левой долям щитовидной железы. Из окружающей мезенхимы формируются капсула и строма. Клетки нервного гребня (нейроэктодерма) дифференцируются в кальцитониноциты (парафолликулярные клетки).

Строение. Щитовидная железа покрыта капсулой – плотной волокнистой неоформленной соединительной тканью (ПВНСТ). От капсулы отходят соединительно-тканые трабекулы, разделяющие железу на дольки. Строма железы представлена рыхлой волокнистой неоформленной соединительной тканью (РВНСТ).

Паренхима железы представлена фолликулярными (тироцитами) и парафолликулярными клетками (кальцитониноциты, К-клетки).

Структурно-функциональной единицей щитовидной железы является фолликул. Фолликулы представляют собой замкнутые пузырьки. Между фолликулами имеются интерфолликулярные островки, образованные скоплениями парафолликулярных клеток (К-клеток).

Строение фолликула. Стенка фолликула образована однослойным эпителием, лежащем на базальной мембране. Клетки фолликула называются фолликулярными эндокриноцитами, или

тироцитами. Полость фолликула заполнена коллоидом, имеющим жидкую, полужидкую или густую консистенцию, в зависимости от функционального состояния. Строение тироцитов зависит от функционального состояния щитовидной железы: нормального, гиперфункции, гипofункции.

Тироциты при нормальном функциональном состоянии имеют кубическую форму. На апикальной поверхности тироцитов имеются микроворсинки. В цитоплазме тироцитов хорошо развиты гранулярная ЭПС, лизосомы, комплекс Гольджи. Ядра тироцитов круглые. Коллоид имеет полужидкую консистенцию. Форма тироцитов изменяется в зависимости от функциональной активности щитовидной железы. При гиперфункции тироциты имеют призматическую форму. На их апикальной поверхности увеличивается количество микроворсинок. Ядра тироцитов овальные. Коллоид приобретает жидкую консистенцию. При гипofункции тироциты имеют плоскую форму. Их ядра сплюсциваются. Коллоид густой, размеры фолликулов увеличиваются. Снаружи фолликулы оплетают синусоидные фенестрированные кровеносные капилляры.

Секреторный цикл тироцитов состоит из 4-х фаз:

- 1) поглощение исходных веществ;
- 2) синтез секрета – гормон тироксин;
- 3) выделение гормона в полость фолликула в виде коллоида;
- 4) выделение гормона через базальную часть клетки в кровеносные капилляры.

Морфологической особенностью щитовидной железы является выведение гормона тироксина не прямо в кровь, а сначала в полость фолликула, где он постепенно накапливается в виде коллоида. Затем уже коллоид резорбируется клетками и передается в кровь.

1-я фаза – поглощение исходных веществ характеризуется поступлением в тироциты ионов йода и других веществ;

2-я фаза – синтез гормона происходит в ЭПС;

3-я фаза – гормон выделяется в коллоид;

4-я фаза – гормон из коллоида выводится в кровеносные капилляры.

При гиперфункции усиливается выведение гормона в кровь. При гипофункции задерживается выведение гормона. Тиреотропный гормон усиливает функцию щитовидной железы. Парафолликулярные клетки (кальцитониноциты, К-клетки) более крупные и более светлые, чем тироциты. Обычно они располагаются группами в интерфолликулярных островках или поодиночке в стенке фолликула. Кальцитониноциты в стенке фолликула имеют треугольную форму, а в островках – круглую. В цитоплазме К-клеток хорошо развита ЭПС, много секреторных гранул. Кальцитониноциты вырабатывают гормон кальцитонин, который понижает уровень кальция в крови. Кальцитонин уменьшает активность остеокластов костной ткани.

Функции гормона тироксина:

1) усиливает обмен веществ, обмен жиров и углеводов, газообмен;

2) усиливает синтез белков;

3) влияет на развитие, рост, дифференцировку клеток и тканей;

4) ускоряет развитие костной ткани;

5) оказывает влияние на гистогенез нервной ткани;

6) усиливает регенерацию в органах и тканях.

В состав тироксина в качестве обязательного ингредиента входит йод, поэтому поступление йода с питьевой водой и пищей в организм необходимо для нормальной функциональной деятельности щитовидной железы.

Околощитовидные (паращитовидные) железы

Развитие. Паращитовидные железы развиваются на 5-й неделе эмбриогенеза из выпячиваний эпителия III и IV пар жаберных

карманов. На 7–8-й неделе эти выпячивания отшнуровываются от стенок жаберных карманов и из каждого из них развивается паренхима паращитовидных желез. Из мезенхимы развиваются капсула и строма. Таким образом, формируются 4 околощитовидных железы, которые анатомически тесно связаны с щитовидной железой.

Строение. Каждая железа покрыта соединительно-тканной капсулой (ПВНСТ), от которой вглубь отходят прослойки. Строма образована рыхлой волокнистой неоформленной соединительной тканью (РВНСТ), содержащей синусоидные фенестрированные кровеносные капилляры. Паренхима железы образована эпителиальными тяжами (трабекулами), состоящими из паратироцитов. Среди паратироцитов различают 3 типа клеток:

- 1 – главные (молодые);
- 2 – промежуточные (стареющие);
- 3 – ацидофильные (оксифильные, старые).

Эти клетки представляют возрастные состояния паратироцитов. Главные клетки имеют полигональную форму. Цитоплазма базофильна, содержатся секреторные гранулы, хорошо развита ЭПС. Главные клетки секретируют гормон паратирин, который повышает содержание кальция в крови, выводит кальций из костей в кровь. В промежуточных клетках базофилия цитоплазмы ослабляется вследствие уменьшения количества эндоплазматической сети. Ацидофильные клетки меньше по размеру, чем главные клетки. Цитоплазма оксифильна, содержит большое количество митохондрий. Это старая форма главных клеток. При нечаянном удалении паращитовидных желез во время операции на щитовидной железе начинаются судороги и наступает смерть вследствие ухудшения сократительной способности миокарда. Судороги обусловлены недостатком кальция в крови.

Надпочечники

Надпочечники представляют собой парные железы, состоящие из коркового и мозгового вещества.

Развитие. Источниками развития надпочечников являются:

- 1) целомический эпителий, из которого развивается корковое вещество надпочечника;
- 2) клетки нервного гребня, из которого развивается мозговое вещество надпочечника;
- 3) мезенхима, из которой развивается капсула, строма надпочечника.

Корковое вещество надпочечников развивается на 5-й неделе эмбриогенеза из целомического эпителия в области корня брыжейки – интерреналовое тело. Мозговое вещество надпочечников образуется на 6–7-й неделе эмбриогенеза из нервного гребня. Симпатобласты мигрируют в интерреналовое тело, размножаются и дифференцируются в хромаффинные клетки. Из мезенхимы развиваются соединительная ткань и кровеносные сосуды.

Строение. Надпочечники покрыты капсулой (ПВНСТ).

Строма – рыхлая волокнистая неоформленная соединительная ткань (РВНСТ).

Паренхима представлена корковым и мозговым веществом. Кора надпочечников состоит из тяжелой эпителиальных клеток – эндокриноцитов. Между эпителиальными тяжами располагаются прослойки рыхлой соединительной ткани, в которых проходят синусоидные фенестрированные кровеносные капилляры. В коре надпочечников в зависимости от расположения и формы эпителиальных тяжей различают 3 зоны – клубочковую, пучковую и сетчатую.

Клубочковая зона. Эпителиальные тяжи этой зоны свернуты в клубочки. Эндокриноциты мелкие, имеют кубическую или коническую форму. Ядра имеют округлую форму. В цитоплазме хорошо развита гладкая ЭПС, имеются включения липидов. Функция клубочковой зоны – секреция минералокортикоидов (альдостерона), под влиянием которого происходит:

- 1) реабсорбция (обратное всасывание) ионов натрия из почечных канальцев в кровеносные капилляры;
- 2) усиливает воспаление;
- 3) влияет на водно-солевой обмен.

Клубочковая зона является гипофизнезависимой зоной. На границе между клубочковой и пучковой зонами расположен суданофобный слой. Суданофобный слой состоит из кубических клеток. В этих клетках нет липидных включений, поэтому они не окрашиваются суданом. Значение суданофобного слоя: его клетки являются источником регенерации для кортикальных эндокриноцитов пучковой и сетчатой зон.

Пучковая зона состоит из призматических эндокриноцитов, образующих параллельно расположенные тяжи или пучки. В цитоплазме эндокриноцитов содержится большое количество липидных включений, хорошо развита гладкая ЭПС. Функции пучковой зоны: синтез кортикостероидов, называемых глюкокортикоидами (кортизон, гидрокортизон).

Функции глюкокортикоидов:

- 1) регуляция обмена углеводов, белков, липидов;
- 2) обеспечение глюконеогенеза;
- 3) ослабление воспалительной реакции;
- 4) обеспечивают приспособление организма к хроническому стрессу. Пучковая зона гипофиззависимая зона, стимулируется АКТГ аденогипофиза.

Сетчатая зона коры надпочечников, состоит из эндокриноцитов, образующих сеть. Клетки имеют малые размеры. В цитоплазме клеток меньше липидных включений. Форма клеток разнообразна. Функция сетчатой зоны – секреция андрогенного гормона (мужской половой гормон) и секреция эстрогена и прогестерона (женские половые гормоны). Сетчатая зона гипофиззависимая зона, влияет АКТГ аденогипофиза.

Мозговое вещество надпочечников

Строма – рыхлая волокнистая неоформленная соединительная ткань (РВНСТ).

Паренхима – хромоаффинные клетки – светлые и темные. Хромоаффинные клетки являются видоизмененными нейронами. Это крупные клетки округлой формы. В цитоплазме содержатся гранулы, окруженные мембраной, хорошо развита гранулярная ЭПС. В гранулах накапливаются адреналин и норадреналин (катехоламины). Различают два вида клеток – светлые хромоаффиноциты, вырабатывающие адреналин, и темные хромоаффиноциты, продуцирующие норадреналин. Адреналин и норадреналин оказывают сходное физиологическое действие, вызывают сужение сосудов и повышают артериальное давление. Адреналин усиливает работу сердца, учащает сердцебиение, повышает содержание глюкозы в крови, усиливает распад гликогена в печени, расширяет сосуды головного мозга и скелетных мышц, обеспечивает приспособление к острому стрессу – стимулирует распад углеводов и жиров для энергообеспечения интенсивной мышечной деятельности. При резком охлаждении, боли, стрессе усиливается выделение адреналина и норадреналина.

Диффузная эндокринная система

Диффузная эндокринная система (ДЭС) представлена отдельными эндокринными клетками нейрогенного (APUD) и ненейрогенного происхождения, рассеянными в различных органах. Название группы эндокринных клеток, составляющих APUD – систему (апудоцитов), происходит от первых букв английских слов – **A**mine **P**recursors **U**ptake and **D**ecarboxylation, что означает – поглощение и декарбоксилирование предшественников аминов. Клетки данной системы сочетают в себе признаки как нейтральных, так и эндокринных клеток. Большую часть отдельных эндокринных клеток составляют эндокриноциты, имеющие нейронное происхождение, то есть развиваются из нервного гребня. APUD-систему впервые описал английский ученый Пирс.

APUD-клетки имеются в эпителии дыхательных и мочевыделительных путей, в щитовидной железе (кальцитониноциты), в мозговом веществе надпочечника, эпифизе. Особенно много клеток APUD-системы в эпителии желудочно-кишечного тракта (эндокринные клетки разных типов).

Источниками развития эндокриноцитов APUD-системы являются:

- 1) нейроэктодерма (гипоталамус, эпифиз, мозговое вещество надпочечника);
- 2) кожная эктодерма (аденогипофиз, клетки Меркеля);
- 3) кишечная энтодерма (эндокриноциты ЖКТ);
- 4) мезодерма (предсердные эндокринные кардиомиоциты, клетки Лейдига, эндокриноциты теки фолликула яичника);
- 5) мезенхима (лаброциты).

Эндокринные клетки нейrogenного происхождения

Они составляют меньшинство. Это клетки Лейдига в мужских половых железах и эндокриноциты теки фолликула яичника. Выделяют стероидные гормоны и развиваются из целомического эпителия.

Одиночные гормонпродуцирующие клетки обладают паракринным и дистантным воздействием. Паракринное – это воздействие на рядом расположенные клетки – мишени в данном органе.

Дистантное воздействие заключается в том, что гормоны клетки выделяются в кровь и транспортируются к тем органам, клетки которых имеют рецепторы к данному гормону, то есть расположенном в другом органе.

Тема 6. ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

В пищеварительной системе выделяют 3 отдела: передний, средний и задний.

Передний отдел включает ротовую полость и ее производные (губы, щеки, дёсны, твердое нёбо, мягкое нёбо, миндалины, язык, слюнные железы, зубы), глотку, пищевод. В переднем отделе происходит, в основном, механическая обработка пищи.

Средний отдел включает желудок, тонкий и толстый кишечник, печень, поджелудочную железу. В среднем отделе происходит химическая обработка пищи, всасывание продуктов расщепления, формирование каловых масс. Задний отдел включает анальный отдел прямой кишки.

В **заднем отделе** происходит эвакуация каловых масс.

Развитие. Источники развития: кожная эктодерма, энтодерма, мезодерма, мезенхима. Кожная эктодерма принимает участие в формировании многослойного эпителия. Энтодерма формирует однослойный эпителий, паренхиму печени и поджелудочной железы. Мезодерма формирует скелетную мышечную ткань (миотом), мезотелий серозной оболочки (висцеральный листок спланхнотома). Мезенхима является источником развития соединительной ткани, кровеносных сосудов, гладкой мышечной ткани.

Общий план строения пищеварительной трубки

Стенка пищеварительной трубки включает 4 оболочки:

- 1) слизистую;
- 2) подслизистую;
- 3) мышечную;
- 4) адвентициальную, или серозную.

Слизистая оболочка состоит из 3-х слоев – эпителия, собственной пластинки, мышечной пластинки.

1. Эпителий в переднем и заднем отделах пищеварительной трубки многослойный плоский, в среднем отделе – однослойный призматический.

2. Собственная пластинка слизистой оболочки состоит из рыхлой волокнистой неоформленной соединительной ткани (РВНСТ). В ней могут находиться простые железы, капилляры с фенестрированным эндотелием.

3. Мышечная пластинка слизистой оболочки состоит из 1–3-х слоев гладких миоцитов.

Эта оболочка называется слизистой потому, что ее эпителиальная поверхность увлажняется слизью, выделяемой железами.

Подслизистая основа представлена рыхлой волокнистой неоформленной соединительной тканью (РВНСТ), в некоторых отделах пищеварительной трубки имеются сложные железы (пищевод, 12-перстная кишка).

Мышечная оболочка состоит из 2-х слоев (в желудке из 3-х слоев) мышечных элементов – гладких миоцитов: внутреннего – циркулярного и наружного – продольного. В переднем и заднем отделах пищеварительного канала мышечная ткань скелетная (поперечнополосатая), а в среднем – гладкая. Сокращения мышечной оболочки способствует перемещению и продвижению пищи.

Наружная оболочка бывает серозной или адвентициальной.

Серозная оболочка – это мезотелий на соединительно-тканной основе.

Адвентициальная оболочка образована рыхлой волокнистой неоформленной соединительной тканью (РВНСТ).

Передний отдел пищеварительной системы включает:

- 1) полость рта (губы, щёки, дёсны, твердое и мягкое нёбо, миндалины, язык, слюнные железы, зубы);
- 2) глотку;
- 3) пищевод.

В губе различают 3 части – кожную, промежуточную и слизистую.

1. Кожная часть губы имеет строение тонкой кожи: многослойный плоский ороговевающий эпителий (4 слоя), соединительно-тканная основа.

2. Промежуточная часть – эпителий (МПОЭ) и соединительная ткань с многочисленными капиллярами. Кровь просвечивает и придает этой части губ красный цвет.

3. Слизистая часть покрыта слизистой оболочкой, состоящей из многослойного плоского неороговевающего эпителия (МПНЭ) и собственной пластинки (РВНСТ). Под ней располагается подслизистая основа (РВНСТ), в которой имеются сложные железы. Глубже располагается круговая мышца рта (поперечнополосатая мышечная ткань).

Щека делится на 3 зоны – верхнечелюстную, нижнечелюстную, промежуточную.

Состоит из слизистой оболочки, подслизистой основы и мышечной оболочки.

Слизистая оболочка состоит из 2-х слоев – многослойного плоского неороговевающего эпителия (МПНЭ) и собственной пластинки слизистой оболочки (РВНСТ).

Подслизистая основа представлена РВНСТ, в которой располагаются сложные железы.

Мышечная оболочка представлена щёчной мышцей (поперечнополосатая мышечная ткань). Снаружи щека имеет кожный покров, изнутри – выстлана слизистой оболочкой.

Десны

Слизистая оболочка выстлана многослойным плоским частично ороговевающим эпителием (МПЧОЭ) и собственной пластинки (РВНСТ), которая неподвижно соединена с костями верхней и нижней челюстей. Десна хорошо кровоснабжается и богато иннервирована.

Твердое нёбо состоит из костной основы и слизистой оболочки, которая плотно срастается с костью. Подслизистая основа отсутствует. Слизистая оболочка включает 2 слоя:

- 1) МПНЭ, иногда ороговевающий эпителий;
- 2) собственную пластинку (РВНСТ), которая срастается с надкостницей.

Мягкое нёбо включает слизистую оболочку и подслизистую основу. Слизистая оболочка состоит из МПНЭ, собственной пластинки (РВНСТ). Подслизистая основа – РВНСТ, содержащей сложные железы.

Миндалины. На границе полости рта и глотки в составе слизистой оболочки расположены миндалины – скопления лимфоидной ткани. Миндалины обеспечивают развитие лимфоцитов, выполняют защитную функцию. Они покрыты МПНЭ – многослойным плоским неороговевающим эпителием. В собственной пластинке (РВНСТ) расположены лимфатические фолликулы. Подслизистая основа представлена РВНСТ, в которой встречаются сложные железы. Снаружи от подслизистой основы лежат поперечнополосатые мышцы глотки.

Язык – это мышечный орган, участвует в:

- 1) механической обработке и проглатывании пищи;
- 2) звукопроизношению (орган речи);
- 3) восприятию вкусовых раздражений (орган вкуса);
- 4) слюнообразованию;
- 5) иммунной защите от чужеродных антигенов (лизоцим).

В языке различают верхнюю, боковую и нижнюю поверхности.

Развитие языка. Язык развивается из нескольких зачатков, имеющих вид бугорков. Бугорки располагаются на дне первичной ротовой полости в области центральных отделов I, II, III жаберных дуг. Раньше всего, на 4-й неделе, появляется непарный язычный бугорок, расположенный на вентральной стороне между I и II жаберными дугами. Из этого бугорка развивается спинка языка. В дальнейшем, впереди от непарного бугорка на уровне первой (мандибулярной) жаберной дуги образуются два парных утолщения, которые называются боковыми язычными бугорками. Сливаясь вместе, эти бугорки дают начало телу и кончику языка. Затем на уровне II и III жаберных дуг возникает утолщение слизистой оболочки. Это, так называемая, скоба, из которой развивается корень языка. Все эти зачатки языка срастаются, образуя единый орган – язык. Мышцы языка развиваются из миотомов дорзальной мезодермы.

Строение языка

Различают следующие оболочки в язык с верхней до нижней поверхности:

- 1) слизистую оболочку на верхней поверхности;
- 2) мышечную оболочку;
- 3) подслизистую оболочку;
- 4) слизистую оболочку на нижней поверхности

Слизистая оболочка состоит из многослойного плоского неороговевающего эпителия (МПНЭ), иногда МПОЭ (в нитевидных сосочках) и собственной пластинки (РВНСТ).

На верхней и боковой поверхностях языка слизистая оболочка образует многочисленные выросты – сосочки.

Различают 4 вида сосочков:

- 1) нитевидные;
- 2) грибовидные;

- 3) листовидные;
- 4) желобоватые – не возвышаются над поверхностью языка.

Нитевидные сосочки самые мелкие и наиболее многочисленные. Они покрывают верхнюю поверхность языка, имеют коническую форму и не содержат вкусовых почек. Нитевидные сосочки возвышаются над уровнем слизистой, покрыты многослойным плоским ороговевающим эпителием (МПОЭ). При некоторых заболеваниях роговые чешуйки остаются на поверхности нитевидных сосочков – образуется «белый налет». Процесс слущивания чешуек с поверхности рогового слоя осуществляется путем разрушения десмосом. Основу каждого сосочка образует соединительно-тканый сосочек, образованный собственным слоем слизистой оболочки.

Грибовидные сосочки языка немногочисленны, более крупные, имеют форму гриба, расположены на кончике языка. Покрывают многослойным плоским неороговевающим эпителием (МПНЭ). В толще эпителия находятся вкусовые почки, воспринимающие сладкий вкус.

Листовидные сосочки имеются только у маленьких детей, располагаются на боковых поверхностях языка, имеют форму листа. Покрывают многослойным плоским неороговевающим эпителием (МПНЭ), в толще которого имеются вкусовые почки, воспринимающие сладкий вкус. У взрослого человека листовидные сосочки редуцируются, а на их месте развивается жировая ткань.

Желобоватые сосочки (сосочки, окруженные валом), располагаются на верхней поверхности корня языка, не возвышаются над уровнем слизистой оболочки. Сосочки покрыты многослойным плоским неороговевающим эпителием, в котором расположены вкусовые почки, воспринимающие соленый, кислый, горький вкус. Вокруг сосочка располагается узкая щель – желоб. Желоб отделяет сосочки от валика – утолщения слизистой оболочки, окружающего сосочек. В соединительной ткани сосочков встречаются пучки гладких мышечных клеток. Сокращение этих пуч-

ков обеспечивает сближение сосочка с валиком, что способствует соприкосновению пищевых веществ со вкусовыми почками.

Мышечная оболочка языка представлена скелетными мышцами, расположенными вертикально, продольно, поперечно.

Подслизистая основа представлена РВНСТ.

Слизистая оболочка нижней поверхности характеризуется отсутствием сосочков.

Слюнные железы языка делятся на 3 вида:

- 1) белковые железы Эбнера;
- 2) слизистые железы Вебера;
- 3) смешанные железы Нуна.

1. Белковые железы Эбнера – простые трубчатые разветвленные железы. Концевой отдел состоит из клеток конической формы, выделяющих белковый секрет. Выводные протоки открываются в борозды желобоватых сосочков верхней поверхности языка.

2. Слизистые железа Вебера – простые альвеолярно-трубчатые разветвленные железы. Концевой отдел состоит из слизистых клеток. Выводные протоки выстланы многослойным эпителием и открываются на нижней поверхности в корне языка.

3. Смешанные железы Нуна – простые альвеолярно-трубчатые разветвленные железы залегают в переднем отделе нижней поверхности языка. Выводные протоки открываются под языком. Секреторный отдел состоит из белковых и слизистых клеток.

Большие слюнные железы

Различают 3 пары слюнных желез – околоушную, подчелюстную и подъязычную железы.

Источники развития: эктодерма, мезенхима.

Общий план строения. Это сложные разветвленные альвеолярные или альвеолярно-трубчатые мерокриновые железы.

Каждая большая слюнная железа покрыта соединительно-тканной капсулой (ПВНСТ) и состоит из секреторных концевых отделов и выводных протоков. Различают 3 вида концевых отделов:

1) белковые (серозные) – содержат белковые клетки (сероциты), продуцирующие белковый секрет;

2) слизистые (мукозные) – содержат слизистые клетки (мукоциты), вырабатывающие слизистый секрет;

3) мешаные (белково-слизистые) – концевые отделы содержат сероциты и мукоциты, вырабатывающие белково-слизистый секрет.

Выводные протоки слюнных желез подразделяются на вставочные, исчерченные, внутридольковые, междольковые и общий выводной проток.

1. Вставочные протоки выстланы плоским или кубическим эпителием. Второй слой в них образуют миоэпителиальные клетки.

2. Исчерченные протоки выстланы однослойным цилиндрическим эпителием. В базальных частях эпителиальных клеток имеется базальная исчерченность, образованная митохондриями и складками цитолеммы. Митохондрии располагаются перпендикулярно к базальной мембране. Второй слой в них образуют миоэпителиоциты.

3. Внутридольковые протоки выстланы двухслойным кубическим эпителием.

4. Междольковые протоки выстланы многослойным кубическим эпителием.

5. Общий выводной проток выстлан многослойным плоским неороговевающим эпителием (МПНЭ).

Концевые секреторные отделы больших слюнных желез неодинаковы. Распределение концевых отделов по большим слюнным железам таково:

1) в околоушной железе имеются только белковые (серозные) концевые отделы;

2) в подчелюстной железе имеются два вида концевых отделов – белковые (серозные) и белково-слизистые (смешанные);

3) в подъязычной железе имеются три вида концевых отделов:

- белковые (слизистые);
- смешанные (белково-слизистые);
- слизистые.

Околоушная слюнная железа – сложная разветвленная альвеолярная мерокриновая железа, выделяющая белковый секрет (слюна) в полость рта. Общий выводной проток открывается в полость рта на уровне второго верхнего большого коренного зуба.

Белковые концевые отделы околоушной железы состоят из 2-х видов клеток – белковых (сероциты) и миоэпителиальных клеток. *Сероциты* имеют коническую форму. В цитоплазме содержатся секреторные гранулы, содержащие белковый секрет. *Миоэпителиальные клетки* или миоэпителиоциты имеют корзинчатую форму, располагаются между основанием сероцитов и базальной мембраной. Своими сокращениями они способствуют выделению секрета из секреторных отделов.

Подчелюстная слюнная железа – это сложная разветвленная альвеолярно-трубчатая мерокриновая железа. Общий выводной проток открывается под языком. Различают два вида концевых отделов – белковые и белково-слизистые (смешанные).

Белково-слизистые (смешанные) концевые отделы состоят из 2-х видов клеток – сероцитов (белковых клеток) и мукоцитов (слизистых клеток). Слизистые клетки (мукоциты) более крупные по сравнению с белковыми, светлые. Ядра слизистых клеток располагаются у их основания, они сильно уплощены. Небольшое количество белковых клеток охватывает слизистые клетки в виде серозного полулуния – полулуния Джигануцци. Снаружи

от клеток полулуния Джигануцци лежат миоэпителиальные клетки.

Подъязычная железа – сложная разветвленная альвеоларно-трубчатая мерокриновая железа. Общий выводной проток открывается рядом с протоком подчелюстной слюнной железы. По характеру отделяемого секрета – это смешанная, слизисто-белковая железа, с преобладанием слизистого компонента. В ней имеются концевые секреторные отделы трех типов – белковые, слизистые и смешанные. Слизистые концевые отделы состоят из мукоцитов с характерным для них строением. Миоэпителиальные клетки образуют наружный слой во всех типах концевых отделов. Функции слюны – антибактериальная (за счет лизоцима), стимулирует регенерацию (за счет фактора роста эпителия), обеспечивает начальный этап переваривания углеводов (за счет ферментов – амилазы, мальтазы).

Зубы

У человека образуются вначале молочные (выпадающие – 20) зубы, а затем постоянные зубы – 32.

Развитие зубов. Источники развития зуба: эктодерма (эмаль, кутикула) и мезенхима (дентин, цемент, пульпа). Различают 3 стадии развития:

- 1-я стадия – стадия закладки зубных зачатков.
- 2-я стадия – стадия дифференцировки зубных зачатков.
- 3-я стадия – стадия гистогенеза зубных тканей.

1-я стадия – закладка зубных зачатков

У человека развитие молочных зубов начинается в конце 2-го месяца внутриутробной жизни. В ротовой полости возникает эпителиальное впячивание. Этот тяж называется зубной пластинкой. На внутренней поверхности зубной пластинки появляются эпителиальные зубные почки, из которых развиваются эмалевые органы. В дальнейшем навстречу каждой почке растет мезенхи-

ма, которая вдавливается в эмалевый орган. Мезенхима образует зубной сосочек. Эти 3 компонента составляют зубной зачаток – 1) эмалевый орган, 2) зубной сосочек и 3) зубной мешочек. Эмалевый орган приобретает форму двустенного бокала.

2-я стадия – дифференцировки зубных зачатков

Эмалевый орган постепенно отделяется от зубной пластинки. Клетки эпителиального эмалевого органа дифференцируются на три вида: внутренние, наружные и промежуточные. Внутренние клетки, примыкающие к зубному сосочку, становятся призматическими и называются энамелобластами, которые в дальнейшем образуют эмаль зуба. Наружные клетки эмалевого органа уплощаются, становятся плоскими. Клетки промежуточного слоя, расположенные между наружными и внутренними клетками, приобретают звездчатую форму и образуют пульпу эмалевого органа. Пульпа эмалевого органа напоминает широкопетлистую сеть. Клетки сохраняют связь друг с другом с помощью отростков. Пульпа эмалевого органа в дальнейшем образует кутикулу эмали. Наружные клетки эмалевого органа также участвуют в образовании кутикулы эмали, покрывающую зуб. Из зубного сосочка дифференцируются одонтобласты, которые впоследствии образуют дентин зуба. Мезенхима, окружающая зубной сосочек, уплотняется и образует зубной мешочек.

На 3-м месяце эмбриогенеза эмалевый орган отделяется от зубной пластинки. В результате 2-й стадии – дифференцировки зубных зачатков – эмалевый орган подразделяется на 3 компонента:

- 1) – внешний слой – наружный эмалевый эпителий, образованный плоскими клетками;
- 2) – центральная часть – пульпа эмалевого органа;
- 3) – внутренний эпителий – энамелобласты.

Клетки зубного сосочка формируют одонтобласты. Зубной мешочек делится на 2 слоя – внутренний и наружный. Из внутреннего слоя развивается цемент, из наружного – периодонт.

3-я стадия – гистогенез зубных тканей

Развитие дентина (дентиногенез). Раньше всего, к концу 4-го месяца эмбриональной жизни, появляется дентин. В образовании дентина принимают участие одонтобласты. Различают 2 стадии развития:

1-я стадия – стадия образования органической матрицы (волокна Корфа, Эбнера).

2-я стадия – стадия минерализации – отложение неорганических веществ.

1-я стадия – образование органической матрицы

Одонтобласты (дентинобласты) имеют грушевидную форму, содержат хорошо развитые гранулярную эндоплазматическую сеть, аппарат Гольджи. От одонтобластов отходят отростки. Одонтобласты выделяют через свои отростки органические компоненты будущего дентина (коллаген, гликопротеины, протеогликаны), формирующие органическую матрицу дентина. Удлиняются отростки одонтобластов, а тела одонтобластов все дальше отходят от поверхности к центру. Дентинобласты образуют тонкие преколлагеновые волокна, которые идут в радиальном направлении, между одонтобластами и энамелобластами. В дальнейшем преколлагеновые волокна превращаются в коллагеновые. Эти волокна называются волокнами Корфа и участвуют в формировании плащевого дентина. Позже одонтобласты синтезируют продольные тангенциальные волокна.

Новый вид волокон называется волокна Эбнера. Эти волокна сразу образуются как коллагеновые, минуя стадию преколлагеновых волокон. За счет тангенциальных волокон Эбнера образуется околопульпарный дентин. По мере развития основного вещества дентина одонтобласты оставляют в нем свои тонкие отростки – волокна Томса, которые располагаются в полости дентинных канальцев. Отростки одонтобластов начинают ветвиться. Сами одонтобласты в состав образованного ими основного веще-

ства дентина не входят, а остаются в наружных отделах зубного сосочка, а затем – пульпы.

2-я стадия – минерализация

Одонтобласты играют важную роль и в процессе минерализации (обызвествления) дентина. При помощи своих отростков одонтобласты содействуют доставке минеральных солей из крови в основное вещество развивающегося дентина. Минерализация дентина начинается в конце 5-го месяца эмбриогенеза. В норме не подвергается минерализации самая внутренняя часть дентина, обращенная к пульпе зуба, которая прилегает непосредственно к слою одонтобластов. Эта зона необызвествленного дентина называется предентин.

В химическом отношении процесс минерализации (кальцификации, обызвествления) состоит в отложении в органической матрице дентина минеральных солей (фосфорнокислый кальций), которые откладываются только в аморфном цементирующем веществе. Не происходит минерализации коллагеновых волокон Корфа, Эбнера и волокон Томса, которые заложены в дентинных канальцах.

Дентину свойственна глобулярная форма минерализации, которая отсутствует в кости, где соли кальция откладываются в виде мельчайших кристалликов. Отложение минеральных солей в основном веществе дентина происходит в форме глобул (шаров или калькосферитов). Минеральные соли откладываются в форме глыбок и зерен, которые сливаясь между собой, образуют форму шаров – глобул. Дентин становится твердым, минерализованным. Между этими шарами могут остаться участки неминерализованного дентина, которые называются интерглобулярным пространством. Интерглобулярные пространства играют важную роль в обмене веществ дентина.

Развитие пульпы зуба

Параллельно с развитием дентина идет процесс дифференцировки пульпы зуба. Пульпа развивается из мезенхимы зубного сосочка. Процесс этот начинается с верхушки зубного сосочка, где раньше всего появляются одонтобласты. Одновременно с образованием одонтобластов по периферии зубного сосочка происходит дифференцировка мезенхимных клеток. Мезенхимные клетки увеличиваются в размерах и начинают отодвигаться друг от друга.

Еще до появления первых одонтобластов в базальную часть зубного сосочка врастает кровеносный сосуд. Почти одновременно с этим происходит врастание в зубной сосочек и нервных волокон. Клетки центральных участков мезенхимных сосочков образуют пульпу зуба – рыхлую волокнистую неоформленную соединительную ткань зуба, богатую сосудами и нервами. В глубине зубного сосочка мезенхимные клетки постепенно превращаются в соединительно-тканые клетки пульпы. Фибробласты образуют межклеточное вещество, содержащее преколлагеновые, коллагеновые волокна и другие компоненты межклеточного вещества пульпы.

Развитие эмали (энамелогенез)

После образования дентина начинается образование эмали. Поступление питательных веществ к энамелобластам прекращается в результате минерализации дентина. Питательные вещества к энамелобластам (адамантобластам) начинают поступать со стороны промежуточного слоя (пульпы) эмалевого органа. В развитии эмали различают две стадии:

1-я стадия – стадия образования органической матрицы – эмалевых призм;

2-я стадия – стадия минерализации;

1-я стадия – образование органической матрицы

Первые зачатки эмали появляются на 5-м месяце эмбриогенеза. В связи с изменением источника питания адамантобластов (ранее зубной сосочек, позже пульпа эмалевого органа) происходит перемещение ядра и органелл клетки (центросома, пластинчатый комплекс) в противоположный конец клетки. Это приводит к тому, что ядро из базальной части энамелобласта, центросома и пластинчатый комплекс Гольджи перемещаются в апикальную часть клетки. Поэтому происходит смена полюсов, апикальный полюс энамелобластов превращается в базальный полюс, а базальный – в апикальный, направленный в сторону дентина. Этот процесс перемещения или смены полюсов называется инверсией.

После такого изменения полюсов клеток питание энамелобластов начинает осуществляться со стороны промежуточного слоя эпителиального эмалевого органа, а не со стороны дентина. Зрелые энамелобласты имеют призматическую форму. На гранулярной ЭПС энамелобластов начинает синтезироваться белок. Гранулы белка смещаются в апикальный полюс клетки и образуют кутикулярный отросток. Эти отростки удлиняются по мере увеличения количества гранул и дают затем начало эмалевым призмам. Чем больше увеличивается длина призмы, тем короче становятся энамелобласты (кубические, плоские), то есть уменьшаются в размерах и отодвигаются от дентина. К завершению этой стадии энамелобласты редуцируются и на их месте образуются S-образные эмалевые призмы. Каждый энамелобласт пройдет S-образный ход и превратится в S-образную призму. Образование эмали также происходит по общему (для твердых тканей) принципу:

- 1) вначале энамелобласты накапливают в своих гранулах и выделяют через отростки наружу компоненты органической матрицы эмали;

- 2) затем происходит быстрая минерализация эмали. Энамелобласты также секретируют специальные белки – амелогенины, которые способствуют высокой скорости минерализации.

2-я стадия образования эмали – минерализация

Минерализация эмали начинается с поверхности эмалевых призм и распространяется к их центральным частям, то есть от дентино-эмалевой границы к поверхности эмали.

Развитие цемента (цементогенез)

Развитие цемента происходит на 4-м месяце после рождения ребенка из мезенхимы, образующей зубной мешочек. В зубном мешочке различают два слоя: 1 – более плотный – наружный и 2 – рыхлый – внутренний. Во внутреннем слое зубного мешочка происходит процесс развития цемента, включающий 2 стадии: 1-я – образование органической матрицы, 2-я – минерализация. Клетки внутреннего слоя зубного мешочка дифференцируются в цементобласты. Незадолго до прорезывания зуба в области будущих корней цементобласты формируют цемент, который откладывается поверх дентина. Цементобласты замуровывают себя продуктами своей секреции и превращаются в цементоциты. В некоторых участках цементоциты погибают, что приводит к появлению бесклеточного цемента.

Развитие периодонта

Периодонт развивается из наружного (более плотного) слоя зубного мешочка. Мезенхима зубного мешочка дает начало плотной соединительной ткани (ПВОСТ) периодонта – зубной связки. Пучки коллагеновых волокон периодонта (перицемента) одними своими концами вплетаются в основное вещество развивающегося цемента, а другими переходят в основное вещество альвеолярной кости. Благодаря этому корень плотно прикрепляется к стенке костной альвеолы. Зубные костные альвеолы формируются из окружающей зубные зачатки мезенхимы параллельно с формированием зубов. Таким образом, эмаль развивается из эпителия

ротовой полости, а дентин, цемент, пульпа зуба, периодонт – это производные мезенхимы.

Закладка постоянных зубов происходит в конце 4-го или в начале 5-го месяца эмбриогенеза. Зачатки постоянных зубов образуются из зубной пластинки и окружающей мезенхимы. Сначала оба зуба (молочный и постоянный) лежат в общей альвеоле. Затем между ними появляется костная перегородка. Постоянный зуб развивается очень медленно. В возрасте 6–7 лет остеокласты разрушают костную перегородку и корень молочного зуба, а постоянный зуб начинает усиленно развиваться.

Строение зуба

Зуб состоит из твердых и мягких тканей. Твердые ткани зуба: эмаль, дентин, цемент. Мягкие ткани зуба – пульпа. Поддерживающий или опорный аппарат зуба называется парадонт. Парадонт включает: цемент, периодонт, костную альвеолу.

Твердые ткани зуба

Эмаль – самая твердая часть зуба и всего организма. Содержит 97 % неорганических веществ (соли кальция) и 3 % органических (аминокислоты, липиды, мукополисахариды). Эмаль покрывает коронку зуба (видимая часть). Снаружи эмаль покрыта тонкой кутикулой (оболочкой Насмита), которая постепенно стирается на жевательной поверхности.

Эмаль состоит из эмалевых призм и склеивающего их межпризматического вещества (менее обызвествленного). Клеток в эмали нет. Эмаль – это неклеточная структура. Структурные элементы эмали – эмалевые призмы, образованные кристаллами гидрооксипатита и органической матрицей. Эмалевые призмы имеют S-образный извитой ход и залегают перпендикулярно к дентино-эмалевой границе через всю толщу эмали. За счет S-образного хода эмалевые призмы воспринимаются как полосы, идущие в радиальном направлении. Эти полосы называются полосы

Гунтера – Шрегера, они представлены в виде темных и светлых полос. В эмали наблюдаются и тангенциальные линии (параллельные поверхности). Это так называемые линии Ретциуса. Появление линий Ретциуса объясняется периодическим ослаблением минерализации. Линии Ретциуса это линии с пониженным отложением солей кальция, то есть с пониженной минерализацией.

Линии Ретциуса являются отражением суточного ритма в отложении солей кальция в процессе развития эмалевых призм, то есть различной интенсивности их минерализации днем и ночью.

Своеобразными структурами, присущими нормальной эмали, являются эмалевые пластинки и эмалевые пучки. Они представляют участки недостаточно минерализованного межпризматического вещества, которые отличаются друг от друга формой. Эмалевые пластинки – это тонкие листообразные структуры, которые проходят через всю толщу эмали. Эмалевые пучки располагаются у дентино-эмалевой границы и проникают лишь во внутренние отделы эмали. Эмалевые пластинки и эмалевые пучки, состоящие из органического вещества, могут служить входными воротами для бактерий, которые разрушают эмаль.

В эмали встречаются эмалевые веретена – колбообразные утолщения волокон Томса в месте проникновения дентинных канальцев в эмаль, через которые в эмаль поступают питательные вещества. Эмалевые веретена образованы отростками одонтобластов (волокнами Томса), проникающими в нижний слой эмали между эмалевыми призмами. Эмалевые веретена являются гипоминерализованными участками эмали.

Эмаль проницаема для воды, аминокислот, ионов, глюкозы, красителей, мочевины и других веществ, поступающих непосредственно из слюны. Слюна влияет на проницаемость эмали. Проницаемость эмали повышается под действием кислот, спирта и дефицита в пище солей фосфора, кальция, фтора. При недостатке питательных веществ и витаминов эмаль разрушается.

Кутикула эмали (оболочка Насмита). Оболочка Насмита – это тонкая органическая пластинка, покрывающая эмаль. Кутикула эмали развивается из пульпы эмалевого органа (промежуточный и поверхностный слой). Оболочка Насмита очень устойчива к действию кислот, но легко стирается при жевании. В эмали зубов взрослого человека она сохраняется только на боковых поверхностях коронки зуба. Кутикула защищает эмаль от вредного воздействия различных химических веществ. Регенерация эмали не происходит.

Дентин составляет главную массу зуба. У человека дентин покрыт эмалью в области коронки, а в области корня – цементом. В нормальном зубе дентин нигде не соприкасается с внешней средой и тканями, окружающими зуб.

По структуре и свойствам дентин напоминает грубоволокнистую кость, но отличается от нее отсутствием клеток. Клетки, образующие дентин (одонтобласты), находятся в периферическом слое пульпы, а в дентине остаются только отростки клеток. В дентине 28 % органических веществ (коллаген, жиры, мукополисахариды) и 72 % неорганических веществ (фосфорнокислый кальций, фтористый кальций, углекислый кальций, магний, натрий).

Дентин состоит из основного (неклеточного) вещества и дентинных канальцев. Клеток в составе дентина нет. Дентинные канальцы имеют вид тонких трубочек, идущих в радиальном направлении от пульпы зуба к эмали или цементу. При нормальных условиях просветы дентинных канальцев заполнены отростками одонтобластов – волокнами Томса. Стенка дентинного канальца образована основным веществом дентина. В толще дентина дентинные канальцы и находящиеся в них волокна Томса ветвятся и отдают от себя боковые отростки. В дентинных канальцах проходят также безмиелиновые нервные волокна. Благодаря этим канальцам осуществляются трофические процессы.

В обмене веществ дентина большое значение имеют интерглобулярные пространства. Интерглобулярные пространства – это

необызвествленные участки основного вещества дентина, имеющие вид шарообразных полостей. Полости заполнены коллагеновыми волокнами и аморфным веществом (гликопротеинами). Особенно много интерглобулярных пространств в корне зуба, на границе с цементом, где они имеют вид черных зерен, образуя зернистый слой Томса.

Основное вещество дентина

Основное вещество расположено между дентинными канальцами и состоит из коллагеновых волокон и цементирующего вещества. Расположение этих волокон различно в разных отделах дентина.

Слои дентина

Различают три слоя дентина:

- 1) плащевой, наружный слой;
- 2) околопульпарный, внутренний слой;
- 3) предентин.

Плащевой, наружный слой содержит:

- 1) коллагеновые волокна, идущие в радиальном направлении, перпендикулярно поверхности зуба. Эти волокна называются волокнами Корфа;
- 2) дентинные канальцы с отростками одонтобластов и минерализованными веществами.

Околопульпарный дентин содержит:

- 1) коллагеновые волокна, идущие тангенциально, параллельно поверхности зуба, под прямым углом к дентинным канальцам. Эти коллагеновые волокна называются волокнами Эбнера;
- 2) дентинные канальцы с волокнами Томса и минерализованное аморфное цементирующее вещество.

Минеральные соли (соли извести) откладываются в аморфном цементирующем веществе между коллагеновыми волокнами. Минерализации коллагеновых волокон не происходит. Отложение дентина одонтобластами продолжается в течение всей жизни и усиливается при повреждении зуба.

Предентин – это самая внутренняя, обращенная к пульпе, зона. Предентин прилегает непосредственно к слою одонтобластов. Через предентин проходят волокна Томса. Предентин – это зона неминерализованного дентина, в норме никогда не минерализуется. Эта зона является местом постоянного роста дентина. За счет предентина происходит аппозиционный рост дентина и рост зуба.

Рост дентина в зубах взрослого человека не прекращается и длится в течение всей жизни, хотя и в более медленном темпе. Такой дентин, возникший после того, как зубы прорезались, называют иррегулярным, вторичным. Вторичный дентин отличается от регулярного первичного (возникшего в процессе эмбриогенеза зуба) менее правильной структурой дентинных канальцев (изменение хода и числа канальцев), коллагеновых волокон и нарушениях характера минерализации (то сильного, то недостаточного). Продукция вторичного дентина усиливается при разрушении эмали (кариес). Вторичный дентин называют *иррегулярным*, то есть лишенным правильного строения.

Прозрачный дентин

В зубах пожилых людей или при кариесе зуба наблюдаются участки дентина, где соли извести откладываются в отростках одонтобластов и вокруг них. В результате происходит закрытие просвета некоторых дентинных канальцев. Благодаря отложению солей извести в дентинные канальцы показатели преломления канальцев и основного вещества дентина выравниваются и поэтому такие участки дентина кажутся прозрачными. Это так называемый прозрачный, или склерозированный, дентин. Появление прозрачного дентина при кариесе можно рассматри-

вать как реакцию зуба на действие различных вредных агентов, которая предохраняет пульпу от раздражения и проникновения в нее инфекции.

«Мертвые пути»

При кариесе может наблюдаться также гибель отростков одонтобластов в дентинных канальцах. Полости дентинных канальцев заполняются воздухом и другими газообразными веществами. Вследствие этого группы таких дентинных канальцев называются «мертвые пути».

В дентине имеются слабо минерализованные участки в виде тонких полос, имеющих тангенциальное направление. Эти полосы называются линиями Оуэна.

Строение цемента

Цемент покрывает дентин корня зуба. По химическому составу цемент приближается к грубоволокнистой кости. В нем содержится 30 % органических веществ и 70 % неорганических веществ (фосфорнокислый кальций, углекислый кальций). Цемент – единственная из твердых тканей зуба, которая может содержать клетки.

Виды цемента

Различают два вида цемента – бесклеточный (первичный) и клеточный (вторичный).

1. В бесклеточном (первичном) цементе нет клеток и их отростков. Бесклеточный цемент состоит из коллагеновых волокон и аморфного вещества (соли извести). Коллагеновые волокна проходят в радиальном и продольном направлениях. Радиальные коллагеновые волокна продолжают в пучки коллагеновых волокон периодонта, которые называются шарпеевские волокна.

2. Клеточный цемент. Клеточный цемент по своему строению и составу напоминает грубоволокнистую кость, но в отличие от кости не содержит кровеносных сосудов.

Питание цемента осуществляется диффузно через кровеносные сосуды периодонта. Клеточный, вторичный, цемент содержит клетки – цементоциты, имеющие многочисленные отростки, коллагеновые волокна, менее упорядоченные и аморфное вещество минерализованное.

Цементоциты располагаются в лакунах, от которых отходят каналы. В каналах находятся отростки цементоцитов. Через каналы происходит обмен веществ между цементом и дентином. Коллагеновые волокна не имеют определенной ориентации. Цемент зуба регенерирует слабо и не подвергается постоянной перестройке, лишен сосудов.

Мягкая ткань зуба

Строение пульпы. Пульпа состоит из 4-х слоев:

- 1) одонтобластического (периферического);
- 2) слоя Вейля – бесклеточного, только отростки;
- 3) субодонтобластического (промежуточный);
- 4) центрального – РВНСТ.

Периферический, или одонтобластический, слой состоит из одонтобластов. Одонтобласты имеют грушевидную форму и много отростков. Длинный отросток проникает в дентинный канал. Между клетками находятся коллагеновые волокна. Эластических волокон в пульпе зуба не обнаружено. По своей функции одонтобласты похожи на остеобласты кости. Они продуцируют вещества, образующие дентин.

Слой Вейля представлен коллагеновыми волокнами и отростками одонтобластов.

Субодонтобластический (промежуточный) слой состоит из субодонтобластов – предшественников одонтобластов, звездчатой формы, малодифференцированные клетки.

Центральный слой состоит из РВНСТ, сосудов нервов или ПВНСТ. В центральном слое коронковой пульпы содержится РВНСТ, а в корневой пульпе взрослого человека – ПВНСТ.

Пульпа выполняет следующие функции:

- 1) трофическую;
- 2) дентинообразующую;
- 3) защитную, или барьерную;
- 4) пластическую;
- 5) воспринимает раздражения.

Межклеточное вещество пульпы включает коллагеновые волокна и основное вещество: гликозаминогликаны, протеогликаны, гликопротеиды. Клетки представлены фибробластами, макрофагами, адвентициальными клетками.

Дентикли (камни пульпы)

Иногда в пульпе зуба обнаруживаются кусочки дентина – это *дентикли* (обызвествленные структуры). Источником их развития являются эктопически («неправильно») расположенные одонтобласты. Дентикли по расположению в пульпе делятся на:

- 1) свободные, лежащие в центре пульпы;
- 2) пристеночные – сохраняют связь с дентино-эмалевой границей;
- 3) интерстициальные – проникают в дентин.

Различают истинные и ложные дентикли. *Истинные* дентикли имеют строение дентина. *Ложные* дентикли (петрификаты) – очаги органического обызвествления в ткани пульпы. Петрификаты – диффузные участки обызвествления, обнаруживаются в корне зуба по периферии нервных волокон и сосудов, а также в стенке сосудов. Дентикли могут сдавливать нервные волокна, кровеносные сосуды и вызывать боль пульпитного характера. Причины возникновения дентиклей – нарушение обмена веществ (при старении, местных воспалительных процессах, эндокринных заболеваниях) и недостаток питательных веществ (белка, витаминов).

Периодонт

Прикрепление зуба к зубной альвеоле обеспечивает парадонт, в состав которого входят цемент, периодонт, стенка зубной альвеолы – это поддерживающий аппарат зуба. Периодонт состоит из пучков коллагеновых волокон (ПВОСТ – 70 %), которые одним концом прикреплены к цементу, а другим – к стенке зубной альвеолы. В промежутках между пучками плотной соединительной ткани имеются прослойки рыхлой соединительной ткани (РВНСТ – 30 %), в которой проходят кровеносные сосуды.

Пучки плотной соединительной ткани имеют различное расположение. У краев альвеолы пучки имеют горизонтальное направление и образуют циркулярную связку зуба. В боковых отделах периодонтальной щели пучки коллагеновых волокон принимают косое расположение, причем верхними своими концами они прикрепляются к альвеолярной кости, а нижними – к цементу. В области верхушки корня пучки коллагеновых волокон имеют радиальное направление.

Совокупность волокон периодонта, идущих в горизонтальном, косом и радиальном направлениях, ограничивает возможность движений зуба при жевании. Разрушение этих волокон, например, при парадонтозе, вызывает увеличение подвижности зубов. У взрослого человека пучки коллагеновых волокон периодонта проходят, не прерываясь, через всю ширину периодонтального пространства. У детей пучки коллагеновых волокон прерываются по середине ширины периодонтальной щели. Между пучками коллагеновых волокон лежит рыхлая волокнистая неоформленная соединительная ткань, содержащая кровеносные сосуды и нервные окончания. Кровеносные сосуды периодонта обеспечивают питание цемента.

Функции периодонта – фиксирующая; участие в прорезывании зубов; опорная; трофическая; репаративная; сенсорная; защитная.

Прорезывание зубов

Различают несколько причин:

- 1) увеличение давления внутри зубного сосочка – повышение внутрисосочкового давления;
- 2) отложение вновь образованной костной ткани на дне зубной альвеолы;
- 3) остеокласты разрушают костную перегородку, лежащую между молочным и зачатком постоянного зуба;
- 4) резорбция (разрушение) корней молочных зубов.

Возрастные изменения зубов

С возрастом эмаль и дентин на жевательной поверхности стираются. Эмаль тускнеет, могут появиться трещины, может откладываться минерализованный налет. Содержание органических веществ в эмали, дентине и цементе уменьшается, а неорганических веществ – увеличивается. Проницаемость эмали, дентина и цемента снижается для воды, глюкозы, ферментов, ионов, аминокислот. С возрастом образование вторичного дентина прекращается, а образование цемента, наоборот, увеличивается. Из-за склеротических изменений в кровеносных сосудах и ухудшении питания пульпа атрофируется. В пульпе уменьшается количество клеток, коллагеновые волокна грубеют.

Пищевод

Источники развития:

1. Прехордальная пластинка, расположенная в энтодерме передней кишки.
2. Мезенхима.
3. Мезодерма (миотом дорзальной мезодермы, висцеральный листок спланхнотома).

Из прехордальной пластинки развивается эпителий пищевода. Из мезенхимы развивается гладкая мышечная ткань, рыхлая волокнистая неоформленная соединительная ткань (РВНСТ). Из миотома дорзальной мезодермы развивается скелетная (поперечнополосатая) мышечная ткань.

Из висцерального листка спланхнотома – мезотелий брюшины.

Строение пищевода

Пищевод построен из 4-х оболочек:

- 1) слизистой;
- 2) подслизистой основы;
- 3) мышечной;
- 4) адвентициальной (серозная).

Слизистая оболочка состоит из многослойного плоского неороговевающего эпителия, собственной пластинки, состоящей из рыхлой волокнистой неоформленной соединительной ткани, и мышечной пластинки, представленной гладкой мышечной тканью.

Слизистая оболочка вместе с подслизистой основой образуют в пищеводе 7–10 продольно расположенных складок. При прохождении пищи складки расправляются. Эпителий пищевода представлен многослойным плоским неороговевающим эпителием (МПНЭ), в котором различают 3 слоя:

- 1) базальный;
- 2) шиповатый;
- 3) поверхностный.

Эпителий может подвергаться ороговению у лиц старческого возраста.

Собственная пластинка слизистой оболочки пищевода состоит из рыхлой волокнистой неоформленной соединительной ткани (РВНСТ) и кардиальных желез, расположенных в верхней

и нижней части пищевода. В средней части пищевода кардиальные железы отсутствуют.

Кардиальные железы – это простые разветвленные трубчатые железы. Концевые отделы их образованы кубическим эпителием и эндокринными клетками. Эпителий протоков образован цилиндрическим эпителием. В местах расположения кардиальных желез чаще всего образуются дивертикулы, кисты, язвы и опухоли пищевода.

Мышечная пластинка слизистой оболочки. В верхней части пищевода ее представляет отдельные продольные пучки гладких миоцитов. В средней части располагается мышечная пластинка с продольно направленными гладкими мышечными клетками. В нижней части мышечная пластинка состоит из 2-х слоев – внутреннего циркулярного слоя миоцитов и наружного продольного слоя миоцитов. Сокращение миоцитов мышечной пластинки способствует прохождению пищи по пищеводу в желудок.

Подслизистая основа состоит из РВНСТ. На всем протяжении пищевода в подслизистой основе содержатся собственные железы. Собственные железы пищевода – это сложные альвеолярно-трубчатые разветвленные слизистые железы. Концевые отделы желез состоят из слизистых клеток (мукоцитов). Секреторные клетки окружены миоэпителиоцитами. Выделяемая слизь облегчает прохождение пищевого комка.

Мышечная оболочка состоит из 2-х слоев – внутреннего циркулярного и наружного продольного, разделенного прослойками РВНСТ. В верхней части мышечная оболочка представлена скелетной (поперечнополосатой) мышечной тканью. В средней части – скелетная и гладкая мышечная ткань, в нижней части – гладкая мышечная ткань. Сокращение мышечной ткани способствует продвижению пищевого комка из пищевода в желудок.

Адвентициальная оболочка образована РВНСТ, расположена в верхней и средней части пищевода. Нижняя часть пищевода покрыта серозной оболочкой, образованной мезотелием (ООПЭ) и подлежащей соединительной тканью (РВНСТ).

Органы среднего отдела пищеварительного тракта

Желудок

Источники развития. Эктодерма образует однослойный однорядный цилиндрический эпителий, мезенхима формирует гладкую мышечную ткань и рыхлую волокнистую неоформленную соединительную ткань, а мезодерма – висцеральный листок спланхнотомы образует мезотелий серозной оболочки.

Строение желудка

В желудке различают кардиальный, фундальный и пилорический отделы. Стенка желудка состоит из 4-х оболочек:

- 1) слизистой;
- 2) подслизистой;
- 3) мышечной;
- 4) серозной.

Слизистая оболочка включает 3 слоя – однослойный однорядный цилиндрический эпителий, собственную пластинку слизистой оболочки и мышечную пластинку.

Углубления эпителия в собственной пластинке слизистой оболочки называются желудочные ямки. Эпителий – однослойный цилиндрический железистый. Все эпителиальные клетки желудка постоянно выделяют мукоидный (слизеподобный) секрет. Слизь является защитным веществом для стенки желудка. Количество слизи в желудке увеличивается при попадании в него раздражающих веществ (алкоголь, горчица, кислота).

Собственная пластинка слизистой оболочки представлена рыхлой волокнистой неоформленной соединительной тканью (РВНСТ), в которой расположены железы желудка. Мышечная пластинка слизистой оболочки желудка состоит из 3 слоев гладких мышечных клеток:

- 1) внутреннего – циркулярного;
- 2) среднего – продольного;
- 3) наружного – циркулярного.

Сокращение миоцитов слизистой оболочки способствует выведению секрета из желез желудка.

Подслизистая основа желудка состоит из РВНСТ.

Мышечная оболочка состоит из 3 слоев гладких миоцитов:

- 1) внутреннего косоуго;
- 2) среднего циркулярного;
- 3) наружного продольного.

Между слоями мышечной оболочки имеются прослойки РВНСТ.

Серозная оболочка желудка – это мезотелий (однослойный плоский эпителий) на соединительно-тканной основе (РВНСТ). РВНСТ прилегает к мышечной оболочке желудка. Соединительно-тканная основа с поверхности покрыта мезотелием.

Железы желудка

Железы желудка подразделяются на собственные железы, расположенные в теле и дне желудка, кардиальные железы – в кардиальной части, и пилорические железы, расположенные в пилорической части.

Железы желудка располагаются в собственной пластинке слизистой оболочки.

1. Собственные (фундальные) железы желудка. По строению собственные железы – это простые трубчатые неразветвленные железы. Выводные протоки желез открываются на дне желудочных ямок. Секреторные концевые отделы собственных желез содержат 5 видов клеток:

- 1) главные;
- 2) париетальные;
- 3) слизистые шейечные;
- 4) слизистые добавочные;
- 5) эндокринные.

1. *Главные клетки* имеют призматическую форму. На апикальной поверхности имеются микроворсинки. В базофильной цитоплазме есть хорошо развитая гранулярная эндоплазматическая сеть с секреторными гранулами. Функция главных клеток – выделение пепсиногена, который в кислой среде превращается в активную форму – пепсин, главный компонент желудочного сока.

2. *Париетальные клетки* располагаются снаружи от главных и слизистых добавочных клеток. Обкладочные (париетальные) клетки имеют неправильную форму, ацидофильную цитоплазму. В цитоплазме имеются внутриклеточные каналцы. Функция париетальных клеток – секреция хлоридов, которые служат материалом для образования соляной кислоты и внутреннего фактора Кастла, необходимый для всасывания витамина В₁₂ в тонкой кишке. Фактор Кастла – фермент, переводящий неактивную форму витамина В₁₂, поступающего с пищей, в активную, усвояемую форму.

3. *Слизистые шейечные клетки* располагаются в шейке железы, имеют треугольную форму. Функция – являются источником регенерации эпителия желудка. Эти клетки размножаются и дифференцируются во все виды клеток желез. Это обеспечивает постоянное обновление эпителия.

4. *Слизистые добавочные клетки* располагаются в теле железы, имеют призматическую форму, ядро уплощенное и оттеснено в базальную часть клетки. В апикальной части слизистых добавочных клеток содержатся гранулы слизистого секрета (муцина). Функция этих клеток – секреция слизи.

5. *Эндокринные* (аргентаффинные, энтерохромаффинные, аргирофильные, клетки Кульчицкого) клетки. Отличительным

признаком клеток является наличие в цитоплазме секреторных гранул. Выделяют несколько видов клеток:

ЕС-клетки секретируют серотонин и мелатонин. Серотонин стимулирует секрецию пищеварительных ферментов, выделение слизи, двигательную активность. Мелатонин регулирует функциональную активность в зависимости от действия светового цикла.

G-клетки (гастринпродуцирующие) секретируют гастрин, стимулирующий секрецию соляной кислоты.

ЕСL-клетки вырабатывают гистамин, который стимулирует секрецию соляной кислоты.

P-клетки секретируют бомбезин, стимулирующий выделение соляной кислоты.

D-клетки выделяют соматостатин, подавляющий секреторную активность желудка.

D1-клетки секретируют вазоинтестинальный пептид (ВИП), который расширяет кровеносные сосуды и снижает артериальное давление, а также стимулирует выделение гормонов поджелудочной железы.

A-клетки синтезируют глюкагон, расщепляющий гликоген до глюкозы и повышающий содержание сахара в крови.

2. Кардиальные железы желудка – это простые трубчатые разветвленные железы. В концевых секреторных отделах желез встречаются все 5 видов клеток, но много слизистых добавочных клеток и мало главных и париетальных клеток. Функция – выделение слизистого секрета.

3. Пилорические железы – это простые трубчатые железы с сильно разветвленными концевыми отделами. В секреторных концевых отделах желез встречаются 4 вида клеток, отсутствуют париетальные клетки. В состав концевых отделов входит много слизистых добавочных клеток, мало главных клеток. Функция – выделение слизистого секрета.

Функции желудка:

- 1) секреторная – выработка железами желудочного сока, осуществляющего химическое расщепление пищи;
- 2) механическая – сокращение мышечной ткани обеспечивает перемешивание пищи с желудочным соком и продвижение к 12-перстной кишке;
- 3) всасывательная – всасывание через стенку желудка воды, соли, спирта, лекарств;
- 4) антианемическая – выработка фактора Кастла, без которого развивается железодефицитная анемия;
- 5) экскреторная – выделение из крови в желудок мочевины, аммиака;
- 6) эндокринная – выработка гормоноподобных веществ для регуляции пищеварения;
- 7) защитная – препятствие проникновению микробов в кровь, защита с помощью слизи слизистой желудка от повреждающего действия соляной кислоты, предупреждающую самопереваривание.

Тонкая кишка

В тонкой кишке различают 3 отдела – двенадцатиперстную кишку, тощую кишку и подвздошную кишку.

Источники развития: 1) кишечная энтодерма, 2) мезенхима, 3) мезодерма – висцеральный листок спланхнотома. Кишечная энтодерма формирует однослойный цилиндрический эпителий. Мезенхима формирует гладкую мышечную ткань и рыхлую волокнистую неоформленную соединительную ткань. Висцеральный листок спланхнотома формирует мезотелий серозной оболочки.

Строение тонкой кишки

Стенка тонкой кишки состоит из 4-х оболочек – слизистой, подслизистой, мышечной и серозной.

1. Слизистая оболочка неровная, имеются складки, ворсинки, крипты.

Складки слизистой оболочки образованы слизистой оболочкой и подслизистой основой, имеют циркулярное направление. Ворсинки – это пальцевидные выпячивания всех слоев слизистой оболочки. В 12-перстной кишке ворсинки широкие и короткие. В тощей и подвздошной кишках ворсинки более узкие и высокие. Крипты – это трубчатые углубления эпителия в собственную пластинку слизистой оболочки.

Строение слизистой оболочки. Слизистая оболочка состоит из 3-х слоев – однослойного цилиндрического эпителия, собственной пластинки, образованной РВНСТ и лимфатическими фолликулами, мышечной пластинки, состоящей из гладкой мышечной ткани (ГМТ) и включающей 2 слоя – внутренний циркулярный и наружный продольный.

2. Подслизистая основа образована РВНСТ. В подслизистой основе 12-перстной кишки находятся также дуоденальные (Бруннеровы) железы: по характеру секрета – слизистые, по строению – сложные разветвленные трубчатые.

3. Мышечная оболочка включает 2 слоя гладкой мышечной ткани – внутреннего циркулярного и наружного продольного.

Спазмы кишечника вызываются сокращениями циркулярного слоя, а перистальтические движения – упорядоченными сокращениями обоих слоев.

4. Серозная оболочка тонкой кишки состоит из соединительно-тканной основы (РВНСТ), покрытой мезотелием – однослойным однорядным плоским секреторным эпителием. Серозная оболочка покрывает снаружи тонкую кишку со всех сторон, за исключением 12-перстной кишки, которая покрыта брюшиной только спереди, а остальные ее части покрыты адвентициальной оболочкой.

Строение кишечной ворсинки. С поверхности кишечная ворсинка выстлана однослойным цилиндрическим эпителием.

В эпителии различают 3 вида клеток – каемчатые, бокаловидные, эндокринные (базальнозернистые).

Каемчатые клетки имеют цилиндрическую форму. На апикальной поверхности клеток имеется каемка, образованная микроворсинками, которая увеличивает площадь всасывания. На поверхности микроворсинок расположен гликокаликс, представленный полисахаридами, олигосахаридами, гликопротеинами, гликолипидами, пищеварительными ферментами. В цитоплазме каемчатых энтероцитов хорошо развита гранулярная эндоплазматическая сеть, лизосомы.

Функции каемчатых энтероцитов:

- 1) вырабатывают пищеварительные ферменты, участвующие в пристеночном пищеварении;
- 2) всасывание продуктов расщепления.

Бокаловидные клетки – это одноклеточные эндоэпителиальные слизистые железы. Бокаловидная клетка имеет форму бокала. В цитоплазме хорошо развита гладкая эндоплазматическая сеть и аппарат Гольджи. В апикальной части клетки накапливаются гранулы слизистого секрета. Выделение слизистого секрета из клетки осуществляется по мерокриновому типу. Бокаловидные клетки выбрасывают свой слизистый секрет при поступлении пищи в кишку. Число бокаловидных клеток увеличивается по направлению от 12-перстной кишки к подвздошной. Слизь, выделяемая бокаловидными клетками, служит для увлажнения поверхности слизистой оболочки тонкой кишки и этим способствует продвижению пищи.

Эндокринные клетки. Эндокриноциты (аргентаффинные клетки, клетки Кульчицкого, базальнозернистые клетки) встречаются в эпителии ворсинок и в криптах. В базальной части эндокринной клетки располагаются гранулы с гормонами. Среди эндокринных клеток различают 7 видов, секретирующих различные гормоны:

1. ЕС-клетки – вырабатывают серотонин, мотилин и вещество Р.
2. А-клетки – продуцируют энтеролюкагон.
3. S-клетки – вырабатывают секретин.
4. G-клетки – секретируют гастрин.
5. D-клетки – вырабатывают соматостатин.
6. J-клетки – вырабатывают холецистокинин, панкреозимин.
7. D1-клетки – секретируют ВИП.

Строение кишечной крипты. Эпителиальная выстилка кишечных крипт содержит 5 видов клеток:

- 1) каемчатые;
- 2) бокаловидные;
- 3) эндокринные;
- 4) клетки Панета (апикальнозернистые);
- 5) безкаемчатые.

Каемчатые, бокаловидные и эндокринные клетки по строению такие же как в ворсинках. Клетки Панета (клетки с ацидофильной зернистостью) содержатся в эпителии только крипт, в ворсинках же их нет. В апикальной части клеток Панета имеются ацидофильные гранулы, окрашиваются эозином в ярко-красный цвет.

Функции клеток Панета:

- 1) выделяют дипептидазы (эрепсин), расщепляющие дипептиды до аминокислот;
- 2) выделяют секрет, который нейтрализует соляную кислоту содержимого кишечника;
- 3) выделяет лизоцим, обладающий антимикробным действием.

Безкаемчатые клетки – недифференцированные (камбиальные) клетки. Это стволовые (камбиальные) клетки, которые служат источником регенерации эпителиоцитов крипт и ворсинок. За счет безкаемчатых клеток происходит

обновление эпителия крипт и ворсинок в течение каждых 5-6 суток. Они делятся и дифференцируются во все виды эпителиоцитов кишки.

Функции тонкой кишки:

- 1) химическая обработка пищи – расщепление белков, липидов, углеводов;
- 2) всасывательная – всасывание продуктов расщепления в строум ворсинок;
- 3) механическая (моторная) – перемешивание и проталкивание химуса;
- 4) эндокринная – выработка биологически активных веществ.

Толстая кишка

Толстая кишка состоит из 2 основных отделов – ободочной кишки и прямой кишки. В свою очередь, ободочная кишка подразделяется на слепую кишку с червеобразным отростком, восходящую, поперечную, нисходящую и сигмовидную кишки.

Источники развития: 1) эктодерма, 2) энтодерма, 3) мезенхима, 4) мезодерма. Из эктодермы развивается МПНЭ – эпителий анального отдела прямой кишки. Из энтодермы развивается однослойный цилиндрический эпителий ободочной кишки. Из мезенхимы развивается гладкая мышечная ткань и рыхлая волокнистая неоформленная соединительная ткань. Из мезодермы – висцерального листка спланхнотомы развивается мезотелий серозной оболочки.

Ободочная кишка

Стенка ободочной кишки включает 4 оболочки – слизистую, подслизистую, мышечную, серозную.

1. Слизистая оболочка неровная, имеет складки и крипты, ворсинки отсутствуют. Складки образуются из слизистой и подслизистой основ, имеют циркулярное направление. Крипты шире,

чем в тонкой кишке, содержат очень много бокаловидных клеток. Слизистая оболочка содержит 3 слоя: 1) эпителий – однослойный призматический, 2) собственную пластинку слизистой оболочки, состоящую из РВНСТ и лимфатических фолликулов, 3) мышечную пластинку, представленную двумя слоями гладких миоцитов – внутренним циркулярным и наружным продольным. Между слоями имеются прослойки РВНСТ.

2. Подслизистая основа содержит РВНСТ и много лимфатических фолликулов.

3. Мышечная оболочка состоит из 2-х слоев гладких миоцитов внутреннего циркулярного сплошного и наружного продольного. Наружный продольный слой не сплошной, а представлен 3-мя лентами (пучки гладких миоцитов). Между этими лентами имеются выпячивания (гаустры).

4. Серозная оболочка покрывает ободочную кишку снаружи. Серозная оболочка состоит из соединительно-тканной основы, покрытой мезотелием.

Строение кишечных крипт ободочной кишки

В эпителии кишечных крипт ободочной кишки встречаются те же 5 типов эпителиоцитов, что и в тонкой кишке:

- 1) каемчатые клетки;
- 2) бокаловидные клетки (их больше всего);
- 3) эндокринные клетки;
- 4) клетки Панета (апикальнозернистые);
- 5) бескаемчатые (малодифференцированные, камбиальные) клетки.

Наиболее значимые отличия толстой кишки от тонкой:

- 1) отсутствие ворсинок в слизистой оболочке;
- 2) значительное преобладание бокаловидных клеток в эпителии крипт;

3) разделение наружного продольного слоя мышечной оболочки на 3 ленты, несплошной слой;

4) наличие вздутий на внешней поверхности и полулунных складок на внутренней.

Функции толстой кишки

1) формирование каловых масс и интенсивное всасывание воды из химуса;

2) эвакуация каловых масс;

3) выработка слизи, которая облегчает продвижение химуса по кишечнику;

4) экскреторная функция – выделение солей тяжелых металлов, мочевины, продуктов обмена веществ;

5) синтез витаминов группы В и К с участием бактериальной флоры, постоянно присутствующей в кишечнике;

6) с помощью бактерий происходит частичное переваривание клетчатки.

Прямая кишка

В прямой кишке различают 2 отдела – тазовый и анальный. Анальный отдел подразделяется на 3 зоны – столбчатую, промежуточную и кожную.

Тазовый отдел

Стенка тазового отдела прямой кишки состоит из 4-х оболочек:

1) слизистой;

2) подслизистой;

3) мышечной;

4) серозной.

Слизистая оболочка состоит из 3-х слоев:

- 1) однослойного цилиндрического эпителия;
- 2) собственной пластинки слизистой оболочки, образованной РВНСТ;
- 3) мышечная пластинка состоит из 2-х слоев гладких миоцитов – внутреннего циркулярного и наружного продольного.

Эпителий слизистой оболочки в тазовой части образует кишечные крипты, содержащие 5 видов клеток:

- 1) каемчатые;
- 2) бокаловидные;
- 3) эндокринные;
- 4) клетки Панета;
- 5) бескаемчатые.

Подслизистая основа хорошо развита и представлена РВНСТ.

Мышечная оболочка состоит из 2-х слоев гладкой мышечной ткани:

- 1) внутреннего циркулярного;
- 2) наружного продольного сплошного, слой не поделен на ленты.

Серозная оболочка представлена соединительно-тканной основой и мезотелием, покрывает тазовый отдел прямой кишки снаружи.

Анальный отдел прямой кишки

Стенка анального отдела прямой кишки состоит из 4-х оболочек – слизистой, подслизистой, мышечной и адвентициальной.

Слизистая оболочка состоит из 3-х слоев – эпителия, собственной пластины и мышечной пластины.

1) Эпителий в столбчатой зоне – многослойный кубический, в промежуточной – многослойный плоский неороговевающий (МПНЭ), в кожной – многослойный плоский ороговевающий – (МПОЭ).

2) Собственная пластина слизистой оболочки образована РВНСТ, в которой расположены одиночные лимфатические фолликулы.

3) Мышечная пластина представлена одним слоем продольных миоцитов.

Подслизистая основа представлена РВНСТ, в которой содержатся геморроидальные вены. При длительном застое крови в венах может происходить варикозное расширение этих вен. Образуются выпячивания в просвет анального канала, так называемые геморроидальные узлы.

Мышечная оболочка содержит внутренний циркулярный и наружный продольный слой гладкой мышечной ткани. Утолщения циркулярного слоя называются сфинктеры прямой кишки. Наружный сфинктер образован скелетной мышечной тканью.

Адвентициальная оболочка состоит из РВНСТ.

Печень

Печень – самая крупная железа пищеварительного тракта.

Развитие. Печень развивается из энтодермы среднего отдела первичной кишки. На 3-й неделе эмбриогенеза на вентральной стенке первичной кишки образуется выпячивание – печеночная бухта. Затем печеночная бухта подразделяется на краниальный (верхний) и каудальный (нижний) отделы.

Из краниального отдела развивается печень, из каудального – желчный пузырь. Из мезенхимы развиваются соединительная ткань, кровеносные сосуды.

Со второй половины эмбриогенеза в печени формируются дольки – структурно-функциональные единицы.

Строение печени

Печень покрыта капсулой, состоящей из плотной волокнистой неоформленной соединительной ткани (ПВНСТ). Капсула (Глиссона) покрыта висцеральным листком брюшины (мезотелий на соединительно-тканной основе).

Строма – рыхлая волокнистая неоформленная соединительная ткань (РВНСТ), у человека слабо развита.

Паренхима – печеночные дольки, которые являются структурно-функциональной единицей печени. Количество долек в печени человека достигает 500 тысяч.

Классическая печеночная долька имеет форму шестигранных призм, в центре которых находится центральная вена (вена безмышечного типа). По углам дольки расположены триады – междольковая артерия, междольковая вена, междольковый желчный проток. Печеночные дольки плохо отграничены друг от друга из-за слабо развитой междольковой соединительной ткани. Именно такое строение характерно для нормальной (здоровой) печени человека. В междольковой соединительной ткани проходят кровеносные сосуды и желчные протоки.

Существуют представления о гистофункциональных единицах печени – печеночный ацинус и портальная долька.

1. *Печеночный ацинус* имеет форму ромба, по острым углам расположены центральные вены, по тупым – триады. Печеночный ацинус включает сегменты двух рядом расположенных классических долек.

2. *Портальная долька* имеет треугольную форму, в центре лежит триада, по углам – центральные вены. Портальная долька включает сегменты трех соседних классических печеночных долек.

Кровоснабжение печени

Условно можно разделить на 3 части – систему притока крови к долькам, систему внутريدольковой циркуляции крови, систему оттока крови от долек.

1. Система притока крови к долькам представлена воротной веной и печеночной артерией, которые делятся в печени на доле-вые артерии и вены, сегментарные артерии и вены, междолько-вые артерии и вены, вокругдольковые артерии и вены. Эти сосу-ды на всем протяжении сопровождаются желчными протоками.

2. Система внутريدольковой циркуляции крови представ-лена синусоидными капиллярами с прерывистой базальной мем-браной. По этим капиллярам течет смешанная кровь в направле-нии от периферии к центру долек.

3. Система оттока крови от долек представлена централь-ными венами, поддольковыми (собирательными) венами и пе-ченочными венами. Эти сосуды не сопровождаются артериями и желчными протоками.

Строение печеночной дольки

Печеночная долька включает 3 компонента – печеночные бал-ки (трабекулы), синусоидные капилляры и центральную вену.

1. Печеночные балки образованы гепатоцитами, распо-ложенными в два ряда и связанными друг с другом десмосомами и по типу «замка», лишены базальной мембраны. Между гепа-тоцитами соседних рядов имеются щелевидные пространства без собственной стенки. Эти пространства называются желчными капиллярами.

Гепатоциты – крупные клетки полигональной формы. В цито-плазме гепатоцита присутствуют все органоиды общего назначе-ния (хорошо развита эндоплазматическая сеть, комплекс Гольджи, митохондрии, лизосомы), также имеются включения: гликоген, липиды, белки. В гепатоците различают 2 поверхности (сторо-

ны) – билиарную и васкулярную. На билиарной и васкулярной поверхностях гепатоциты имеют микроворсинки.

Билиарная сторона обращена в щели между соседними гепатоцитами, образуя желчные капилляры. Васкулярная сторона обращена к синусоидному гемокапилляру. Желчные капилляры не имеют собственной стенки. Их стенка образована билиарными сторонами соседних гепатоцитов, на которых имеются углубления, вместе образующие просвет желчного капилляра. Желчные капилляры начинаются слепо в центральной части печеночной балки и располагаются внутри балки. Гепатоциты вырабатывают желчь в дневное время суток. Желчь идет по желчным капиллярам от центра дольки к ее периферии.

2. Синусоидные гемокапилляры с прерывистой базальной мембраной почти лишены базальной мембраны. В стенке капилляров содержатся 2 вида клеток – эндотелиоциты (плоские клетки) и клетки Купфера – звездчатые макрофаги. Клетки Купфера происходят из моноцитов, способны к фагоцитозу, имеют отростчатую форму. Они способны к амебоидному движению и могут выходить в просвет гемокапилляра.

Вокруг капилляров (между ними и окружающими клетками) имеется узкое вокругсинусоидное пространство, или пространство Диссе. Одну стенку пространства Диссе образует васкулярная сторона гепатоцитов, а другую – стенка синусоидного капилляра. В пространстве Диссе находятся отростки клеток Купфера, микроворсинки гепатоцитов, отростки перисинусоидальных липоцитов, аргирофильные волокна.

Липоциты (жиронакапливающие или жирозапасующие клетки) располагаются между соседними гепатоцитами. Эти клетки небольшого размера, содержат мелкие капли жира, много рибосом. Функции липоцитов: 1) депонирование жирорастворимых витаминов, 2) волокнообразование.

Гепатогематический барьер состоит из 3-х компонентов – эндотелия синусоидных капилляров, звездчатых макрофагов – клеток Купфера, структуры в перисинусоидальном

пространстве. Из гепатоцитов в кровь ночью выделяются гликоген, белки, мочевины, витамины, жиры. Через 4–5 часов после приема пищи количество гликогена в гепатоцитах возрастает, достигая максимума через 10–12 часов. Через 24–28 часов после еды гликоген, постепенно превращаясь в глюкозу, исчезает из цитоплазмы клеток. Между кровеносными и желчными капиллярами нигде нет непосредственной связи, так как их отделяют друг от друга печеночные и эндотелиальные клетки.

Желчевыводящие пути включают:

- 1) вокругдольковые желчные протоки (ООКЭ) – кубический эпителий;
- 2) междольковые желчные протоки (ООКЭ) – кубический эпителий;
- 3) сегментарные желчные протоки (ООПЭ) – призматический эпителий;
- 4) долевые желчные протоки (ООПЭ) – призматический эпителий;
- 5) общий печеночный проток (ООПЭ) – призматический эпителий;
- 6) пузырный проток (ООПЭ) – призматический эпителий;
- 7) общий желчный проток (ООПЭ) – призматический эпителий.

Строение желчного пузыря

Стенка желчного пузыря состоит из слизистой, мышечной и адвентициальной оболочек.

Желчный пузырь со стороны брюшной полости покрыт брюшиной (мезотелий на соединительно-тканной основе). Подслизистая основа отсутствует.

1. Слизистая оболочка состоит из 2 слоев – однослойного однорядного исчерченного призматического эпителия и собственной пластинки слизистой оболочки, состоящей из рыхлой волокнистой неоформленной соединительной ткани (РВНСТ). Слизистая оболочка образует многочисленные складки. За счет

исчерченной каемки призматический эпителий обладает способностью реабсорбировать (обратно всасывать) воду из желчи, находящуюся в желчном пузыре.

2. Мышечная оболочка желчного пузыря состоит из пучков гладких миоцитов, в которой преобладает циркулярное направление.

3. Адвентициальная оболочка представлена плотной волокнистой неоформленной соединительной тканью (ПВНСТ).

Функции печени

Печень выполняет разнообразные функции. Все эти функции связаны со сложными биохимическими процессами, поэтому печень часто называют биохимической лабораторией организма.

Различают следующие функции:

- 1) желчеобразовательную – желчь необходима для всасывания жиров;
- 2) участие в обмене углеводов, образуется гликоген – главный источник поддержания постоянной концентрации глюкозы в крови;
- 3) участие в обмене белков, синтезируются белки плазмы крови – фибриноген, альбумины, протромбин;
- 4) участие в обмене холестерина, который является компонентом клеточных мембран;
- 5) участие в обмене витаминов, депонируются жирорастворимые витамины А, Д, Е, К, В₂, никотиновая кислота;
- 6) кроветворную (в эмбриогенезе);
- 7) депонирование крови – депонируется 20 % всей массы крови;
- 8) мочевинообразовательную;
- 9) дезинтоксикационную – инактивируются гормоны, токсины, лекарства
- 10) защитную – звездчатые макрофаги фагоцитируют бактерии, микробы.

Регенерация печени

Печень обладает способностью к физиологической и репаративной регенерации. Стимулирует регенерацию печени пища, богатая углеводами и белками. Процессы регенерации происходят путем размножения гепатоцитов и компенсаторной гипертрофии. Однако высокая регенераторная способность печени нехарактерна для человека.

Поджелудочная железа

Поджелудочная железа является смешанной железой, включающей экзокринную и эндокринную части.

Источник развития: 1) энтодерма, 2) мезенхима. На 3–4-й неделе эмбриогенеза образуются дорзальное и два вентральных выпячивания стенки туловищной кишки. Вскоре два вентральных выпячивания, в результате поворота на 180°, срстаются с дорзальным выпячиванием. Из вентральных зачатков формируется головка, а из дорзального – тело и хвост поджелудочной железы. На 3-м месяце внутриутробного развития энтодермальные зачатки начинают дифференцироваться на экзокринные и эндокринные отделы поджелудочной железы.

В экзокринных отделах сначала образуется система выводных протоков, а затем – концевые секреторные отделы – панкреатические ацинусы. В эндокринных отделах сначала образуются почки на выводных протоках. Затем почки отшнуровываются от стенки выводных протоков и превращаются в островки Лангерганса.

Из мезенхимы развиваются капсула, соединительно-тканная строма и кровеносные сосуды поджелудочной железы. К моменту рождения экзокринная и эндокринная части поджелудочной железы приобретают дифференцированное строение. Однако и в постнатальном периоде происходят процессы дальнейшего усложнения этого органа.

Строение. В поджелудочной железе различают головку, тело и хвост. Снаружи железа покрыта соединительно-тканной капсулой (ПВНСТ), срастающейся с висцеральным листком брюшины (мезотелий на соединительно-тканной основе). Поджелудочная железа состоит из стромы и паренхимы. Строма представлена рыхлой волокнистой неоформленной соединительной тканью (РВНСТ). Паренхима представлена эпителиальной тканью, которая разделена на дольки. Дольки включают экзокринные и эндокринные части железы. Экзокринная часть составляет 97 % массы железы. Эндокринная часть – 3 % массы железы.

Экзокринная часть поджелудочной железы

По строению это сложная альвеолярно-трубчатая железа, имеющая дольчатое строение. Структурно-функциональной единицей экзокринной части является панкреатический ацинус. Экзокринная часть представлена панкреатическими ацинусами и выводными протоками. Ацинус включает секреторный отдел и вставочный проток. Секреторный отдел имеет вид мешочка, состоящего из 8–12 панкреатоцитов.

Панкреатоциты имеют коническую форму. В клетке различают 2 части: базальную – широкую и апикальную – узкую. Цитолемма на базальной поверхности клеток образует складки, а на апикальной поверхности – микроворсинки. Базальная часть панкреатоцитов называется гомогенной зоной, окрашивается резко базофильно. Широкой частью она расположена на базальной мембране.

В гомогенной зоне располагается хорошо развитая гранулярная эндоплазматическая сеть (эргастоплазма), богатая рибосомами. В них осуществляется синтез ферментов панкреатического сока. Ядро имеет круглую форму и находится в базальной части клетки. Над ядром лежит комплекс Гольджи. Митохондрии разбросаны по всей цитоплазме. Апикальная, суженная часть панкреатоцитов называется зимогенной зоной, окрашивается оксифильно. В этой зоне находятся крупные секреторные гранулы–

зимогенные гранулы. Зимогенные гранулы содержат синтезируемые в клетках ферменты в неактивной форме, то есть в виде зимогена.

Структура клеток может изменяться в различные фазы секреторного цикла. Фазы секреторного цикла:

- 1-я – фаза поглощения исходных веществ;
- 2-я – фаза синтеза секрета;
- 3-я – фаза накопления секрета;
- 4-я – фаза выделения секрета по мерокриновому типу.

Секреторный цикл занимает в среднем 1,5–2 часа. При голодании количество зимогенных гранул в цитоплазме панкреатоцитов увеличивается. Через несколько минут после приема пищи происходит интенсивный выход секреторных гранул из клеток. Функция панкреатоцитов (ациноцитов, ацинарных клеток) – синтез белков пищеварительных ферментов (трипсина, амилазы, липазы и другие).

Вставочный проток

Вставочный проток входит в состав панкреатического ацинуса. Стенка вставочного протока выстлана однослойным плоским эпителием, лежащим на базальной мембране. Различают 3 вида ацинусов, отличающихся соотношениями между вставочными протоками и секреторными концевыми отделами.

1-й вид ацинуса – секреторный концевой отдел располагается на конце вставочного протока;

2-й вид ацинуса – секреторный концевой отдел присоединяется сбоку к вставочному протоку, имея общую базальную мембрану;

3-й вид ацинуса – вставочный проток располагается на апикальной поверхности клеток секреторного концевого отдела. Вставочный проток оказывается вдвинутым в центр ацинуса.

Клетки вставочного протока, расположенные внутри ацинуса, получили название центрoацинозных клеток. Центрoацинозные клетки имеют неправильную, уплощенную форму, их овальное ядро окружено цитоплазмой, бедной органеллами.

Выводные протоки экзокринной части поджелудочной железы включают:

- 1) вставочные протоки выстланы однослойным плоским эпителием;
- 2) межацинозные протоки – однослойным кубическим эпителием;
- 3) внутридольковые протоки – однослойным кубическим эпителием;
- 4) междольковые протоки – однослойным призматическим эпителием;
- 5) общий проток – однослойным призматическим эпителием.

Межацинозные протоки выстланы однослойным однорядным кубическим эпителием. Внутридольковые протоки покрыты однослойным кубическим эпителием. Междольковые протоки образованы однослойным призматическим эпителием. Общий проток выстлан однослойным призматическим (цилиндрическим) эпителием, который открывается в двенадцатиперстную кишку. Вокруг протоков расположена рыхлая волокнистая неоформленная соединительная ткань (РВНСТ), в которой проходят кровеносные капилляры и нервные волокна.

Все эти протоки выстланы слизистой оболочкой, состоящей из однослойного однорядного эпителия и собственной соединительной пластинки (РВНСТ). Кроме того, в устье общего протока имеются циркулярно расположенные гладкие миоциты, образующие его сфинктер. В эпителии протоков имеются бокаловидные клетки, а также эндокринные клетки, вырабатывающие панкреозимин и холецистокинин.

Эндокринная часть поджелудочной железы представлена панкреатическими островками или островками Лангерганса.

Островки Лангерганса состоят из эндокринных клеток, между которыми находятся синусоидные кровеносные капилляры фенестрированного типа. Форма островков округлая. В островках Лангерганса содержатся 5 основных видов эндокриноцитов:

- 1) В-клетки (базофильные) – 70–75 %;
- 2) А-клетки (ацидофильные) – 20–25 %;
- 3) D-клетки (дендритические) – 5–10 %;
- 4) D1-клетки (аргиروفильные) – 2–5 %;
- 5) PP-клетки – 2–5 %.

В-клетки (инсулоциты) располагаются в центре островка и составляют 70–75 % общего числа клеток островка. Они имеют кубическую форму. В цитоплазме содержатся базофильные гранулы, окруженные светлым ободком. В состав базофильных гранул входит гормон инсулин. Инсулин обеспечивает усвоение глюкозы крови клетками тканей, снижает содержание глюкозы в крови, оказывает гипогликемическое действие.

А-клетки (глюкагоноциты) локализуются по периферии островка и составляют 20–25 % всех клеток островка. Они имеют округлую форму. В цитоплазме содержатся оксифильные (ацидофильные) гранулы, окруженные светлым ободком. В гранулах накапливается гормон глюкагон. Глюкагон расщепляет гликоген и повышает содержание сахара в крови, оказывает гипергликемическое действие.

D-клетки (дендритические) занимают периферическое положение и составляют 5–10 % среди всех клеток островка. Они имеют грушевидную и реже звездчатую форму. В цитоплазме D-клеток содержатся гранулы, которые лишены светлого ободка. Гранулы содержат гормон соматостатин. Соматостатин задерживает выделение инсулина В-клетками и глюкагона А-клетками, подавляет синтез ферментов панкреатоцитами.

D₁-клетки (ВИП-клетки, аргирофильные клетки) встречаются по периферии островка в небольшом количестве (2–5 %). В цитоплазме содержатся аргирофильные гранулы с узким светлым ободком. В гранулах содержится вазоактивный интестинальный полипептид (ВИП). ВИП расширяет кровеносные сосуды, снижает артериальное давление.

РР-клетки находятся обычно по периферии островка и составляют 2–5 % от общего числа клеток островка. Они имеют полигональную форму. В цитоплазме имеются мелкие гранулы с узким светлым ободком. Гранулы содержат панкреатический полипептид. Панкреатический полипептид стимулирует выделение панкреатического и желудочного соков.

Регенерация поджелудочной железы осуществляется за счет внутриклеточного обновления органоидов. Митотическая активность клеток поджелудочной железы низкая. После гибели железистых клеток они не восстанавливаются.

Функции поджелудочной железы

В экзокринной части вырабатывается панкреатический сок, содержащий ферменты, регулирующие углеводный, белковый, жировой обмен веществ. Панкреатический сок поступает через систему выводных протоков в 12-перстную кишку. Эндокринная часть синтезирует гормоны: инсулин, глюкагон, соматостатин, вазоактивный интестинальный полипептид, панкреатический полипептид.

Тема 7. ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Дыхательная система состоит из воздухоносных путей и респираторных отделов.

1. Воздухоносные пути включают полость носа, носоглотку, гортань, трахею, бронхи – крупные, средние, мелкие и терминальные бронхиолы.

2. Респираторный отдел. Морфофункциональной единицей респираторного отдела легкого является ацинус. Ацинус включает респираторные бронхиолы 1-го порядка, разветвляющиеся на респираторные бронхиолы 2-го порядка, которые делятся на респираторные бронхиолы 3-го порядка. Они продолжаются в альвеолярные ходы, затем в альвеолярные мешки, которые заканчиваются альвеолами (респираторные бронхиолы 1-го, 2-го и 3-го порядка, альвеолярные ходы, альвеолярные мешки, альвеолы). Ацинусы отделены друг от друга прослойками рыхлой волокнистой неоформленной соединительной ткани (РВНСТ). 12–18 ацинусов, окруженных РВНСТ, образуют легочную дольку.

Развитие органов дыхания. Различают 3 стадии развития:

1-я стадия – железистая;

2-я стадия – канальцевая;

3-я стадия – альвеолярная.

Источники развития:

1. Энтодерма формирует однослойный многорядный реснитчатый эпителий (ОМРЭ), эпителий ацинуса.

2. Мезенхима образует строму (РВНСТ), гладкую мышечную ткань (ГМТ), хрящевую ткань.

3. Спланхнотом дифференцируется в мезотелий (ООПЭ) плевры.

1. Железистая стадия

На 3-й неделе эмбриогенеза из вентральной стенки передней кишки появляется непарное выпячивание эпителия в подлежащую мезенхиму, которое в дистальном отделе делится на два мешка. Из верхней части в дальнейшем формируется гортань и трахея. Дистальная часть распадается на множество более мелких выпячиваний, дающих зачатки правого и левого легкого. Мезенхима окружает зачатки. В эту стадию развития легкие напоминают железу, которая продолжается до 16-й недели (4-й месяц) эмбриогенеза, формируя воздухоносные пути.

2. Канальцевая стадия. В начале 5-го месяца эмбриогенеза из легочных мешков дифференцируются респираторные бронхиолы и альвеолярные ходы.

3. Альвеолярная стадия. С 6-го месяца и до момента рождения происходит формирование альвеолярных мешков и альвеол. Мезенхима также дифференцируется, из нее образуется гладкая мышечная ткань, гиалиновый и эластический хрящи, рыхлая соединительная ткань (РВНСТ), кровеносные сосуды, нервы. Альвеолы имеют вид спавшихся пузырьков, которые расправляются при первом вдохе новорожденного и заполняются воздухом.

Воздухоносные пути

Стенка воздухоносных путей (трахея, бронхи) состоит из 4-х оболочек – слизистой, подслизистой основы, хрящевой и адвентициальной оболочек.

1. Слизистая оболочка состоит из 3-х частей – эпителия, собственной пластинки, мышечной пластинки.

- Эпителий имеет различное строение. В кожной части преддверия носа – многослойный плоский ороговевающий эпителий (МПОЭ), в переходной части полости носа – МПНЭ, начиная с дыхательной области носа и на всем протяжении воздухоносных путей – однослойный многорядный реснитчатый эпителий (ОМРЭ).

- Собственная пластинка слизистой оболочки представлена рыхлой волокнистой неоформленной соединительной тканью (РВНСТ), богатой продольно направленными эластическими волокнами.

- Мышечная пластинка слизистой оболочки состоит из циркулярно расположенных миоцитов, наиболее выражена в мелких бронхах.

2. Подслизистая основа представлена РВНСТ, в которой находятся сложные разветвленные белково-слизистые железы.

3. Хрящевая оболочка состоит: в трахее – из полуколец гиалинового хряща, в крупных бронхах – из гиалиновых пластин, в средних бронхах – из островков эластического хряща.

4. Адвентициальная оболочка представлена рыхлой волокнистой неоформленной соединительной тканью (РВНСТ).

Однослойный многорядный реснитчатый эпителий (ОМРЭ)

Различают 7 видов клеток:

- 1 – реснитчатые;
- 2 – бокаловидные;
- 3 – эндокринные;
- 4 – базальные;
- 5 – секреторные (Клара);
- 6 – безреснитчатые;
- 7 – каемчатые.

1. Реснитчатая клетка имеет призматическую форму. На апикальной поверхности содержатся реснички (около 250 ресничек). Реснички – органоиды специального назначения, состоят из аксонемы и базальных телец. Аксонема состоит из микротрубочек (9 пар по периферии и одна пара в центре –

$(9 \times 2) + 2$). Базальное тельце состоит из 9 триплетов микро-трубочек $(9 \times 3) + 0$, расположенных по периферии. Базальные тельца располагаются под прямым углом друг к другу. Колебательное движение ресничек происходит в направлении, противоположном вдыхаемому воздуху, наиболее интенсивно при температуре воздуха $18-33^{\circ} \text{C}$. Количество реснитчатых клеток уменьшается по мере уменьшения диаметра бронхов, а также снижается высота клеток. Функция – механическая защита. Реснитчатые клетки с помощью колебаний ресничек удаляют слизь, бактерии и частицы пыли, которые оседают на поверхности слизистой оболочки. При низкой или высокой температуре воздуха реснички склеиваются и их движение прекращается (при курении), в результате начинается воспалительный процесс (рак органов дыхания, трахеит, бронхит).

2. Бокаловидная клетка имеет бокаловидную форму. Это светлые и крупные клетки, которые выделяют слизистый секрет. Бокаловидная клетка – это одноклеточная эндотелиальная слизистая железа. Слизистый секрет увлажняет слизистую оболочку, создает условия для прилипания пылевых частиц, попадающих с воздухом и удаляемых при откашливании. Слизь также обладает бактерицидным действием, обезвреживает многие микроорганизмы, попадаемые с воздухом. Количество бокаловидных клеток уменьшается по мере уменьшения просвета воздухоносных путей. Функция – секреторная.

3. Эндокринная клетка имеет пирамидальную форму. В базальной части клетки содержатся секреторные гранулы. Эндокринные клетки выделяют гормоны (дофамин, серотонин, норадреналин), которые регулируют сокращение миоцитов – гладких мышечных клеток воздухоносных путей. Функция – эндокринная.

4. Базальная клетка имеет коническую форму. Это малодифференцированная (камбиальная) клетка, которая является источником регенерации эпителия воздухоносных путей. За счет митотического деления базальных клеток происходит обновление эпителия бронхов. Функция – регенераторная.

5. Секреторная клетка Клара – крупная клетка с куполообразной верхушкой. В цитоплазме хорошо развита гладкая эндоплазматическая сеть, содержатся секреторные гранулы. Секреторные клетки Клара вырабатывают ферменты, расщепляющие сурфактант. Количество секреторных клеток Клара увеличивается по мере уменьшения просвета воздухоносных путей. Функция – секреторная.

6. Безреснитчатая клетка имеет призматическую форму. В апикальной части содержатся скопления гранул гликогена. Функция – не известна.

7. Каемчатая (щеточная) клетка имеет форму бочонка. На апикальной поверхности имеются микроворсинки, образующие каёмку. Эти клетки реагируют на изменение химического состава воздуха. Функция – хеморецептор.

Гортань

Стенка гортани состоит из слизистой, фиброзно-хрящевой и адвентициальной оболочек. Слизистая оболочка включает 2 слоя – эпителий, и собственную пластинку слизистой оболочки. В средней части гортани имеются складки слизистой оболочки, образующие истинные и ложные голосовые связки.

1. Эпителий в области голосовых связок представлен многослойным плоским неороговевающим эпителием (МПНЭ), а остальная часть слизистой оболочки покрыта однослойным многоядным реснитчатым эпителием (ОМРЭ). Эпителий лежит на базальной мембране. В однослойном многоядном реснитчатом (мерцательном) эпителии различают 4 вида клеток – реснитчатые, бокаловидные, эндокринные и базальные клетки.

2. Собственная пластинка слизистой оболочки представлена рыхлой волокнистой неоформленной соединительной тканью (РВНСТ), которая содержит эластические волокна, не имеющие определенного направления. В собственной пластинке имеются лимфоидные фолликулы, образующие гортанную миндалину и смешанные (белково-слизистые) железы.

Собственная пластинка

Слизистая оболочка гортани имеет особенности строения в области истинных и ложных голосовых связок. Голосовые связки – это складки слизистой оболочки, выступающие в просвет гортани. В составе собственной пластинки слизистой оболочки истинных голосовых связок еще имеются поперечнополосатые мышцы. Между складками имеется голосовая щель. При сокращении поперечнополосатой мышцы голосовая щель суживается, а при расслаблении – расширяется. Изменение величины голосовой щели влияет на высоту звука, производимого воздухом, проходящим через гортань. В ложных голосовых связках находятся гладкие миоциты.

1. *Фиброзно-хрящевая оболочка* гортани состоит из гиалинового и эластического хрящей, окруженных плотной волокнистой неоформленной соединительной тканью (ПВНСТ).

2. *Адвентициальная оболочка* состоит из рыхлой волокнистой неоформленной соединительной ткани (РВНСТ), которая содержит кровеносные сосуды.

Функции гортани: 1) воздухопроводение, 2) голосообразование, 3) терморегуляция – согревание или охлаждение вдыхаемого воздуха за счет кровеносных сосудов.

Надгортанник отделяет гортань от глотки. Состоит из слизистой оболочки, покрывающей эластический хрящ. Слизистая оболочка представлена эпителием – многослойным плоским неороговевающим эпителием (МПНЭ), собственной пластинкой слизистой оболочки, состоящей из РВНСТ. Функция надгортанника – закрытие входа в гортань во время глотания.

Трахея – полый трубчатый орган. Стенка трахеи состоит из 4 оболочек – слизистой, подслизистой основы, фиброзно-хрящевой оболочки, адвентициальной оболочки.

1. Слизистая оболочка состоит из 3-х слоев – эпителия (ОМРЭ), собственной пластинки слизистой оболочки и пучков гладких миоцитов.

В составе однослойного многоядного реснитчатого призматического эпителия (ОМРЭ) различают 4 вида клеток:

- 1) реснитчатые – много клеток;
- 2) бокаловидные – тоже много клеток;
- 3) эндокринные клетки;
- 4) базальные клетки.

2. Собственная пластинка слизистой оболочки трахеи состоит из рыхлой волокнистой неоформленной соединительной ткани (РВНСТ), которая содержит продольно направленные эластические волокна, а также лимфатические фолликулы.

В состав слизистой оболочки входят отдельные циркулярно расположенные пучки гладких мышечных клеток – миоцитов.

2. Подслизистая основа трахеи представлена рыхлой волокнистой неоформленной соединительной тканью (РВНСТ). В подслизистой основе располагаются многочисленные сложные разветвленные альвеолярно-трубчатые смешанные белково-слизистые железы.

3. Фиброзно-хрящевая оболочка трахеи состоит из 16–20 гиалиновых хрящевых полуколец, не замкнутых на задней стенке трахеи. Свободные концы хрящевых полуколец соединены пучками гладких мышечных клеток – миоцитов. К задней стенке трахеи прилежит пищевод. Благодаря гладкой мышечной ткани трахеи при глотании пищевые комки, проходящие по пищеводу, не встречают препятствия. В вертикальном направлении полукольца трахеи связаны друг с другом плотной волокнистой неоформленной соединительной тканью (ПВНСТ).

4. Адвентициальная оболочка трахеи образована рыхлой волокнистой неоформленной соединительной тканью (РВНСТ).

Функции трахеи: воздухопроводение и терморегуляция – согревание или охлаждение вдыхаемого воздуха за счет кровеносных сосудов.

Главные бронхи

Трахея разделяется на главные бронхи. Стенка главных бронхов по строению сходна со стенкой трахеи, но имеются отличия в фиброзно-хрящевой оболочке. Фиброзно-хрящевая оболочка главных бронхов состоит из замкнутых гиалиновых хрящевых колец, а не из полуколец.

Легкие

В состав легких входят бронхи разного калибра (крупные, средние, мелкие), терминальные бронхиолы и респираторный отдел, представленный ацинусами. Поверхность легкого покрыта серозной оболочкой – висцеральной плеврой. Плевра состоит из 2-х слоев – 1) мезотелия – однослойного однорядного плоского секретирующего эпителия (ООПЭ) и соединительно-тканной основы – рыхлой волокнистой неоформленной соединительной ткани (РВНСТ).

Крупные бронхи

Их стенка состоит из 4-х оболочек:

- 1) слизистой;
- 2) подслизистой основы;
- 3) фиброзно-хрящевой;
- 4) адвентициальной.

1. Слизистая оболочка включает 3 слоя: 1) эпителий (ОМРЭ); 2) собственную пластинку слизистой оболочки, 3) мышечную пластинку слизистой оболочки.

1) **Эпителий** представлен однослойным многоядным реснитчатым призматическим (мерцательным) эпителием (ОМРЭ). Эпителий состоит из 7 видов клеток:

- 1) реснитчатые клетки;
- 2) бокаловидные клетки;
- 3) эндокринные клетки;
- 4) базальные клетки;
- 5) секреторные клетки Клара;
- 6) каемчатые клетки;
- 7) безреснитчатые клетки.

2) **Собственная пластинка** слизистой оболочки крупных бронхов состоит из рыхлой волокнистой неоформленной соединительной ткани (РВНСТ), в которой расположены продольно направленные эластические волокна и лимфатические фолликулы.

3) **Мышечная пластинка** слизистой оболочки образована косоциркулярно расположенными гладкими мышечными клетками – миоцитами, образующими тонкую пластинку.

2. **Подслизистая основа** крупных бронхов представлена рыхлой волокнистой неоформленной соединительной тканью (РВНСТ), в которой содержатся сложные разветвленные альвеолярно-трубчатые смешанные белково-слизистые железы. Слизистый секрет обладает бактерицидным и бактериостатическими свойствами.

3. **Фиброзно-хрящевая оболочка** построена из гиалиновых хрящевых пластин. Пластины гиалинового хряща связаны между собой плотной волокнистой неоформленной соединительной тканью (ПВНСТ).

4. **Адвентициальная оболочка** образована рыхлой волокнистой неоформленной соединительной тканью (РВНСТ).

Средние бронхи

Стенка среднего бронха состоит из 4-х оболочек – слизистой оболочки, подслизистой основы, фиброзно-хрящевой, адвентициальной оболочек.

Слизистая оболочка образована 3 слоями – эпителием (ОМРЭ); собственной пластинкой слизистой оболочки и мышечной пластинкой слизистой оболочки.

1) Эпителий представлен однослойным многорядным реснитчатым низкопризматическим эпителием (ОМРЭ), содержащим 7 видов клеток. В отличие от эпителия крупных бронхов высота эпителия снижается, количество бокаловидных и реснитчатых клеток уменьшается, а секреторных клеток Клара – увеличивается.

2) Собственная пластинка слизистой оболочки среднего бронха представлена рыхлой волокнистой неоформленной соединительной тканью (РВНСТ), в которой количество продольно расположенных эластических волокон увеличивается.

3) Мышечная пластинка слизистой оболочки среднего бронха утолщается и представлена косоциркулярно расположенными гладкими мышечными клетками.

Подслизистая основа состоит из рыхлой волокнистой неоформленной соединительной ткани, в которой количество сложных разветвленных альвеолярно-трубчатых смешанных белково-слизистых желез уменьшается.

Фиброзно-хрящевая оболочка среднего бронха представлена эластическими хрящевыми островками. Хрящ становится эластическим в виде мелких островков. Эластические островки связаны между собой плотной волокнистой неоформленной соединительной тканью (ПВНСТ).

Адвентициальная оболочка среднего бронха состоит из рыхлой волокнистой неоформленной соединительной ткани (РВНСТ).

Мелкий бронх

Стенка мелкого бронха включает 2 оболочки – слизистую оболочку и утолщенную адвентициальную оболочку.

Слизистая оболочка состоит из 3-х слоев – эпителия, собственной пластинки слизистой оболочки и мышечной пластинки слизистой оболочки.

Слизистая оболочка мелких бронхов образует многочисленные складки.

1) *Эпителий* мелких бронхов представлен однослойным двурядным реснитчатым кубическим эпителием, содержащим 7 видов клеток. Количество бокаловидных и реснитчатых клеток уменьшается, а секреторных клеток Клара – увеличивается.

2) *Собственная пластинка* слизистой оболочки мелких бронхов состоит из рыхлой волокнистой неоформленной соединительной ткани (РВНСТ), в которой увеличивается количество продольно расположенных эластических волокон.

3) *Мышечная пластинка* слизистой оболочки мелкого бронха становится наиболее толстой и представлена косоциркулярно расположенными гладкими мышечными клетками. Гладкая мышечная ткань мелких бронхов обладает высокой чувствительностью и концентрации углекислого газа в воздухе. Увеличение концентрации углекислого газа в воздухе вызывает расширение мелких бронхов. Мышечная пластинка регулирует проведение воздуха при вдохе и выдохе. При спазме мышечной пластинки дыхание затрудняется (приступы удушья при бронхиальной астме). В мелких бронхах исчезают сложные смешанные железы и хрящевая ткань, то есть железы и хрящ отсутствуют.

Адвентициальная оболочка утолщается и образована рыхлой волокнистой неоформленной соединительной тканью (РВНСТ).

Закономерности бронхиального дерева

1. В слизистой оболочке и подслизистой основе на всем протяжении присутствуют лимфоидные фолликулы, осуществляющие местные защитные реакции.

2. Снижается высота эпителия слизистой оболочки по мере уменьшения калибра бронхов.

3. Изменяется состав эпителия: уменьшается количество бокаловидных и реснитчатых клеток по мере уменьшения калибра бронхов.

4. Наиболее сильная складчатость слизистой оболочки в мелких бронхах.

5. Утолщается (увеличивается) мышечная пластинка, достигая максимума в мелких бронхах.

6. Изменяется (фрагментируется) хрящ:

- в трахее – полукольца гиалинового хряща;
- в крупных бронхах – пластины гиалинового хряща;
- в средних бронхах – островки эластического хряща;
- в мелких бронхах – в стенке нет хряща.

7. Увеличивается количество продольно расположенных эластических волокон по мере уменьшения калибра бронхов. Бронхиальное дерево легких заканчивается терминальными бронхиолами.

Терминальные (конечные) бронхиолы

Стенка терминальных бронхиол состоит из 2-х оболочек – слизистой оболочки и адвентициальной оболочки – РВНСТ.

Слизистая оболочка содержит 3 слоя – эпителий, собственную пластинку слизистой оболочки, отдельные пучки гладких мышечных клеток.

1. Эпителий представлен однослойным однорядным реснитчатым низкокубическим эпителием, в котором содержится 7 видов клеток.

2. Собственная пластинка слизистой оболочки содержит рыхлую волокнистую неоформленную соединительную ткань

(РВНСТ), в которой продольно расположены эластические волокна.

3. Пучки гладких миоцитов располагаются между эластическими волокнами.

Респираторный отдел легких

Респираторный отдел легкого начинается с легочного ацинуса. Легочный ацинус – это структурно-функциональная единица легкого. Ацинус состоит из:

- 1) респираторной бронхиолы 1-го порядка;
- 2) респираторной бронхиолы 2-го порядка;
- 3) респираторной бронхиолы 3-го порядка;
- 4) альвеолярных ходов;
- 5) альвеолярных мешочков;
- 6) альвеол.

По форме ацинус напоминает конус или пирамиду. Ацинусы отделяются друг от друга рыхлой волокнистой неоформленной соединительной тканью (РВНСТ), содержащей кровеносные сосуды. 12–18 ацинусов, окруженных РВНСТ, образуют легочную дольку.

Респираторные бронхиолы

Стенка респираторных бронхиол состоит из двух оболочек – слизистой и адвентициальной – РВНСТ.

Слизистая оболочка респираторных бронхиол представлена тремя слоями: 1) эпителием, 2) собственной пластинкой слизистой оболочки (РВНСТ) и 3) отдельно циркулярно расположенными пучками гладких миоцитов. Эпителий слизистой оболочки респираторных бронхиол представлен однослойным однорядным кубическим безреснитчатым эпителием.

Альвеолы

Важнейшим структурным элементом легочного ацинуса является альвеола. Альвеолы тесно прилегают друг к другу и имеют вид незамкнутых (открытых) пузырьков. Между ними располагаются межальвеолярные перегородки (РВНСТ), по которым проходят мелкие кровеносные капилляры. Между альвеолами существуют сообщения. Это так называемые альвеолярные поры Кона, обеспечивающие проникновение воздуха из одной альвеолы в другую. Изнутри альвеолы выстланы однослойным эпителием – альвеолярным эпителием. Альвеолярный эпителий включает 3 типа клеток:

- 1) альвеолярный макрофаг;
- 2) альвеолоциты II типа;
- 3) альвеолоциты I типа.

Альвеолярный макрофаг имеет отростчатую форму. В их цитоплазме хорошо развиты лизосомы и находятся включения липидов – липидные капли. При окислении липидов в макрофагах происходит выделение тепла, которое обогревает вдыхаемый воздух. Альвеолярные макрофаги – это производные моноцитов (их источник развития), входят в состав макрофагической системы. Они могут мигрировать из альвеол в интерстициальную ткань. Функция альвеолярных макрофагов:

- 1) защитная – фагоцитируют микробы, частицы пыли;
- 2) согревают воздух, выделяя тепловую энергию;
- 3) синтезируют лизоцим, интерферон, пироген.

Альвеолоциты II типа

Это крупные секреторные клетки. Они имеют кубическую форму и короткие микроворсинки. Альвеолоциты II типа составляют всего 5 % от общего числа клеток, выстилающих внутреннюю поверхность стенки альвеолы. Эти клетки называются также секреторными из-за способности синтезировать сурфактант. В цитоплазме хорошо развита эндоплазматическая сеть, рибосо-

мы и содержатся пластинчатые осмиофильные тельца (включения сурфактанта), являющиеся маркёрами альвеолоцитов II типа. Функция альвеолоцитов II типа – секретировать сурфактантный альвеолярный комплекс. Альвеолоциты II типа являются одновременно секретирующими и пролиферирующими клетками. Они могут делиться митозом и дифференцироваться в альвеолоциты I типа.

Сурфактантный альвеолярный комплекс

Слой сурфактанта покрывает внутреннюю поверхность стенки альвеол и состоит из 2-х фаз – поверхностной мембранной (апофаза) и жидкой (гипофаза).

1. Мембранный компонент образуют фосфолипиды и белки, сходный по строению с клеточными мембранами.

2. Глубже располагается гипофаза – жидкий компонент, состоящий из гликопротеинов, липопротеинов.

Толщина сурфактантного слоя 20–30 нм. В норме синтез сурфактанта начинается еще в эмбриогенезе. Если к рождению сурфактант отсутствует в легких (врожденный дистресс-синдром), то ребенок не может сделать самостоятельно первый вдох, так как альвеолы оказываются слипшимися из-за отсутствия сурфактанта.

Функции сурфактантного альвеолярного комплекса:

1. Препятствует слипанию стенок альвеол во время выдоха. Если бы альвеолы слиплись, то вдох был бы невозможен и через 5 минут наступила бы смерть. Сурфактант поддерживает поверхностное натяжение альвеол, предохраняет их от спадения при выдохе.

2. Препятствует транссудации (поступлению) жидкости из интерстициальной ткани, капилляров в просвет альвеол.

3. Препятствует проникновению микробов из вдыхаемого воздуха через стенку альвеол в окружающую их соединительную (интерстициальную) ткань, кровеносные капилляры.

4. Защитная функция, обладает бактерицидным действием.

Альвеолоциты I типа

Это респираторные плоские пневмоциты. Альвеолоциты I типа имеют уплощенную (плоскую) вытянутую форму, лежащие на базальной мембране. На апикальной поверхности респираторных пневмоцитов имеются короткие выросты (микроворсинки). В альвеолоцитах I типа различают 2 части – ядродержащую часть – более толстую, ее толщина 5 мкм и безъядерную часть – тонкую, толщиной 0,2 мкм.

Органеллы располагаются около ядра. В безъядерной части много пиноцитозных пузырьков. Альвеолоциты I типа лежат на тонкой (толщина 0,1 мкм) базальной мембране. Своей безъядерной частью они прилежат к базальным (безъядерным) участкам (толщина 0,2 мкм) эндотелиальных клеток кровеносных капилляров. В этих участках базальные мембраны альвеолоцита I типа и эндотелия могут сливаться. Перегородка между воздухом альвеол и просветом капилляра называется аэрогематический барьер (барьер между воздухом и кровью), в котором происходит газообмен. В связи с разницей парциального давления кислорода и углекислого газа в альвеолярном воздухе и в крови происходит газообмен между воздухом и кровью путем диффузии.

Аэрогематический барьер

В состав аэрогематического барьера входят:

- 1) мембранная фаза сурфактанта;
- 2) гипофаза сурфактанта;
- 3) безъядерная часть альвеолоцита I типа (толщина 0,2 мкм);
- 4) базальная мембрана – общая для альвеолоцита I типа и эндотелия, толщина 0,1 мкм;

- 5) безъядерная часть (цитоплазматический отросток) эндотелия кровеносных капилляров, толщина 0,2 мкм;
- 6) стенка эритроцита.

Аэрогематический барьер оказывается чрезвычайно тонким (около 0,5 мкм). Это благоприятствует газообмену. Альвеолоциты I типа составляют 95 % от общего числа клеток, выстилающих внутреннюю поверхность стенки альвеолы. Респираторные пневмоциты (альвеолоциты I типа) являются высокоспециализированными клетками, утратившими способность делиться митозом. Источником развития альвеолоцитов I типа являются альвеолоциты II типа. Функция альвеолоцита I типа – дыхательная функция – газообмен между воздухом альвеол и гемоглобином эритроцитов.

Функции дыхательной системы:

- 1) дыхательная;
- 2) недыхательные функции.

Дыхательная функция включает газообменную функцию. Газообмен осуществляется легочными ацинусами между гемоглобином эритроцитов и воздухом альвеол, то есть поглощение из вдыхаемого воздуха кислорода и снабжение им крови, а также удаление углекислого газа из организма.

Недыхательные функции включают:

- 1) увлажнение вдыхаемого воздуха;
- 2) очищение вдыхаемого воздуха от бактерий, пыли;
- 3) терморегуляцию;
- 4) участие в голосообразовании;
- 5) обонятельную функцию;
- 6) иммунную защиту;
- 7) участие в водно-солевом и липидном обмене веществ;
- 8) участие в поддержании свертываемости крови;
- 9) гормональную функцию;
- 10) проведение воздуха;

- 11) синтез лизоцима, интерферона и пирогена макрофагами легких;
- 12) депонирование крови в сосудах;
- 13) участие в выделении из организма летучих веществ (ацетон, аммиак, пары алкоголя);
- 14) разрушение мелких тромбов в сосудах легких;
- 15) инактивацию серотонина и брадикардина.

Тема 8. КОЖА

Кожа является органом системы покрова организма. Из производных (придатков) кожи у человека имеются потовые, сальные железы, волосы, ногти. Кожа состоит из эпидермиса и дермы. Под дермой располагается гиподерма – подкожная жировая клетчатка.

Источники развития кожи:

- 1) кожная эктодерма. Из нее развиваются эпидермис кожи и придатки кожи;
- 2) дерматом – сомит дорзальной мезодермы. Из него развивается собственно дерма кожи;
- 3) нервный гребень. Из него развиваются меланоциты и клетки Меркеля эпидермиса кожи;
- 4) моноциты – источник развития внутриэпидермальных макрофагов (клетки Лангерганса).

Эпидермис

Эпидермис представлен многослойным плоским ороговевающим эпителием (МПОЭ). На основании различного строения и толщины эпидермиса кожа подразделяется на «толстую» и «тонкую». «Толстая» кожа покрывает ладони и подошвы. «Тонкая» кожа покрывает остальные участки кожи. В эпидермисе «толстой» кожи различают 5 слоев клеток:

- 1) базальный;
- 2) шиповатый;
- 3) зернистый;
- 4) блестящий;
- 5) роговой слой – очень толстый, ороговевшие клетки лежат в 15–20 слоев.

В эпидермисе «тонкой» кожи отсутствует блестящий слой. Причем роговой слой тонкий, содержит только 3–4 ряда ороговевших клеток.

Базальный слой эпидермиса включает 4 типа клеток:

- 1) кератиноциты;
- 2) меланоциты;
- 3) клетки Меркеля;
- 4) клетки Лангерганса.

Кератиноциты имеют призматическую форму, лежат на базальной мембране. Соединяются друг с другом при помощи десмосом, а с базальной мембраной – полудесмосом. Цитоплазма окрашивается базофильно. В ней содержатся органоиды общего значения и тонофибриллы (органойд специального значения). Кератиноциты размножаются путем митотического деления. Поэтому базальный слой называется еще ростковым. Базальные кератиноциты по мере дифференцировки смещаются в шиповатый слой. Функции кератиноцитов – регенераторная, синтез кератина.

Меланоциты. Это пигментные клетки нейроглиальной природы. Меланоциты имеют многоотростчатую форму, не имеют десмосом и лежат свободно. В их цитоплазме слабо развиты органеллы, в большом количестве содержатся зерна меланина. Главная особенность – наличие меланосом, содержащих пигмент меланин. Меланоциты синтезируют пигмент меланин с помощью ДОФА-оксидазы.

Пигмент меланин обладает способностью задерживать ультрафиолетовые лучи. Ультрафиолетовые лучи стимулируют синтез меланина в меланоцитах и синтез витамина D в кератиноцитах. На 10 кератиноцитов приходится один меланоцит. При высокой интенсивности солнечного облучения в меланоцитах эпидермиса компенсаторно увеличивается синтез меланина, что внешне воспринимается как загар. Это защитная пигментация кожи развивается при действии ультрафиолетовых лучей. Меланин может передаваться по отросткам в кератиноциты. У людей разной расы (разного цвета кожи) количество меланосом в клетках различно, а количество меланоцитов в эпидермисе у всех людей разной расы одинаково. У темнокожих людей в меланоцитах много

крупных меланосом с высоким содержанием меланина. Меланин, поглощая ультрафиолетовые лучи, защищает подлежащие ткани. В условиях патологии из меланоцитов образуются злокачественные опухоли – меланомы. Функция меланоцита – защита тканей кожи от ультрафиолетовых лучей (УФО).

Клетки Меркеля. Это осязательные, тактильные эпителиоциты. Имеют нейроглиальное происхождение. Форма округлая. Клетки Меркеля находятся в базальном слое эпидермиса (особенно много их в кончиках пальцев). С соседними кератиноцитами клетки Меркеля образуют десмосомные контакты. К самим клеткам Меркеля подходят окончания дендритов чувствительных нейронов. Осязательные клетки Меркеля – это один из видов механорецепторов. Они способны воспринимать очень слабое прикосновение, то есть отвечают за тактильную чувствительность или за осязание. Функция – рецепторная.

Клетки Лангерганса. Это крупные внутриэпидермальные макрофаги. Они имеют отростчатую форму, расположены в ростковом слое эпидермиса. В эпидермисе отростки доходят до зернистого слоя. Источник их развития – моноциты. Клетки Лангерганса способны мигрировать из эпидермиса в дерму. Не образуют десмосомных контактов с соседними клетками. В цитоплазме много лизосом и содержатся гранулы Бирбека, имеющие вид «теннисной ракетки». Функции – фагоцитоз антигенных частиц, оказавшихся в эпидермисе, которые стимулируют пролиферацию и дифференцировку кератиноцитов.

Шиповатый слой состоит из кератиноцитов полигональной формы. Клетки имеют многочисленные короткие отростки («шипики»). Кератиноциты соединяются между собой с помощью десмосом. Это придает клеткам шиповатую форму. В цитоплазме кератиноцитов увеличивается количество кератиновых тонофибрилл, появляются кератиносомы – плотные гранулы, окруженные мембраной. В них начинается синтез липидов, которые позднее будут участвовать в связывании клеток друг с другом. Между кератиноцитами располагаются клетки Лангерганса. Шиповатый и базальный слои являются ростковой зоной, за счет нее посто-

янно (каждые 3–4 недели) происходит обновление эпидермиса (физиологическая регенерация). По мере дальнейшей дифференцировки клетки шиповатого слоя смещаются в следующий, зернистый слой.

Зернистый слой состоит из кератиноцитов овальной формы. В цитоплазме кератиноцитов начинается распад органелл, образуются крупные гранулы, содержащие белок – кератогиалин. Кератогиалиновые гранулы заполняют цитоплазму кератиноцитов и придают им зернистый вид. Ядра клеток пикнотизированы. Кератиновые тонофибриллы упаковываются в гранулы кератогиалина. Образование гранул кератогиалина – это 1-я стадия ороговения. В кератиноцитах зернистого слоя продолжается образование кератиносом. В кератиносоме продолжается синтез специфических липидов. Количество десмосом между клетками зернистого слоя уменьшается. По мере дальнейшей дифференцировки клетки зернистого слоя смещаются в следующий, блестящий слой.

Блестящий слой образуют плоские кератиноциты, в которых полностью разрушаются ядра и органеллы, кератогиалиновые гранулы сливаются в светопреломляющую массу. Границы клеток становятся неразличимыми и весь слой воспринимается как блестящая полоса. Гранулы кератогиалина сливаются в сплошную массу, называемую элеидином. Образование элеидина – это 2-я стадия ороговения. Элеидин хорошо преломляет свет. Между клетками отсутствуют десмосомы, они соединены между собой цементирующим веществом. По мере дальнейшей дифференцировки (ороговения, кератинизации) клетки блестящего слоя еще больше уплощаются и смещаются в следующий, роговой слой. Блестящий слой отсутствует в эпидермисе «тонкой» кожи.

Роговой слой состоит из роговых чешуек. Они имеют форму плоских многогранников (14-угольных чешуек), покрытых цитолеммой. В центре чешуйки имеется пузырек воздуха. Вся внутренняя часть чешуек заполнена кератиновыми фибриллами, состоящими из кератина. Ороговевшие структуры роговых чешуек – это мягкий кератин.

Образование мягкого кератина – это 3-я стадия ороговения. Мягким этот кератин называется потому, что сохраняет способность растворяться в кислотах и щелочах – в отличие от твердого кератина ногтей и волос. Роговые чешуйки выглядят как светлые ячейки, которые не содержат внутри никаких органелл и целиком заполнены роговым веществом – мягким кератином. Связь между роговыми чешуйками ослабевает и происходит их слущивание (десквамация, отторжение) с поверхности эпидермиса. Процесс ороговения (кератинизации) продолжается 3–4 недели и включает следующие процессы:

1) постепенно увеличивается содержание в клетках кератиновых тонофибрилл, вплоть до полного заполнения ими объема клетки;

2) начиная с середины процесса постепенно редуцируются и исчезают все органеллы, включая ядро;

3) в специальных органеллах – кератиносомах – синтезируются липиды, которые скрепляют друг с другом кератиноциты в блестящем и роговом слоях;

4) синтезируется и накапливается под плазмалеммой белок кератолинин, формирующий толстую оболочку роговых чешуек;

5) меняется форма клетки – округлые клетки превращаются в плоские роговые чешуйки, напоминающие 14-гранные призмы.

Дерма или собственно кожа включает 2 слоя – сосочковый и сетчатый.

Сосочковый слой состоит из рыхлой волокнистой неоформленной соединительной ткани (РВНСТ), содержащей много кровеносных сосудов. Здесь также встречаются гладкие мышечные клетки. Гладкие миоциты образуют в дерме не только мышцы, поднимающие волос, но и пучки, не связанные с волосами. Сокращение тех и других пучков на холоде приводит к появлению «гусиной кожи». Это сопровождается сжатием просвета близлежащих мелких кровеносных сосудов, в результате чего уменьшаются и теплопотери. Встречаются пигментные клетки – хроматофор, мезенхимного происхождения, они только накапливают, а не синтезируют пигмент меланин. Хроматофоры отростчатой формы.

Сосочковый слой располагается непосредственно под эпидермисом. Свое название этот слой получил от многочисленных сосочков, вдающихся в эпителий. Наибольшее количество сосочков находится в коже ладоней. От эпидермиса соединительная ткань сосочкового слоя отграничена базальной мембраной. Сосочковый слой дермы определяет строго индивидуальный характер расположения борозд и линий на поверхности ладоней. И это лежит в основе дактилоскопии – метода установления личности человека по отпечаткам пальцев, а также связь узора с генетическими заболеваниями человека – болезнь Дауна. Функция сосочкового слоя – трофическая, обеспечивает эпидермис питательными веществами.

Сетчатый слой дермы образован плотной волокнистой неоформленной соединительной тканью (ПВНСТ). Пучки коллагеновых волокон проходят в 2-х направлениях – одни из них лежат параллельно поверхности кожи, а другие – косо. Эластические волокна повторяют ход коллагеновых волокон. Вместе они образуют сеть. Функция сетчатого слоя – обеспечивать механическую прочность кожи.

Гиподерма, или подкожно-жировая клетчатка, представлена белой жировой тканью. Подкожная клетчатка представляет собой жировое депо организма, а также обеспечивает его терморегуляцию. Гиподерма смягчает действие на кожу различных механических факторов. Гиподерма на толстой коже сохраняется даже при крайней степени истощения организма. Функции гиподермы:

- 1) депо жировой ткани;
- 2) амортизация кожи при механических повреждениях;
- 3) участие в терморегуляции.

Потовые железы

Потовые железы – простые неразветвленные трубчатые железы с мерокриновым или апокриновым типом секреции. Железа состоит из концевой секреторной отдела – длинной трубочки,

закрученной в виде клубка, и выводного протока, прямого или слегка извитого.

Источник развития: эктодерма – инвагинация (впячивание) эпидермиса в подлежащую соединительную ткань. Потовые железы начинают функционировать после рождения.

Концевые секреторные отделы располагаются на границе сетчатого слоя дермы и гиподермы. В этих отделах содержатся 2 типа клеток – секреторные и миоэпителиальные.

Секреторные клетки имеют призматическую форму перед выделением секрета и кубическую – после выделения. Секрет потовых желез: пот включает 98 % воды, 2 % – органические и неорганические вещества. В сутки выделяется 500 мл пота.

Миоэпителиальные клетки отростчатой формы. Располагаются между базальной мембраной и базальным концом секреторных клеток. В их отростках имеются сократительные миофибриллы, при сокращении которых из секреторных клеток выделяется секрет.

Выводной проток потовой железы, проходящий в дерме, выстлан двухслойным кубическим эпителием. При прохождении в эпидермисе выводной проток приобретает извитой (штопоробразный) ход и выстлан многослойным плоским неороговевающим эпителием (МПНЭ). На поверхности эпидермиса выводной проток открывается потовой порой. По способу секреции потовые железы делятся на 2 типа:

1) мерокриновые – в большей части кожи (особенно кожа ладоней и подошв);

2) апокриновые – в коже подмышечных впадин и аногенитальной области. Апокриновые потовые железы отличаются от мерокриновых следующими признаками:

а) выделяют секрет по апокриновому типу. Выделение секрета сопровождается разрушением апикальных отделов секреторных клеток, а в мерокриновых железах выделение секрета происходит диффузно, без разрушения цитолеммы;

б) в секрете апокриновых желез (пот) содержится больше, чем в мерокриновых, органических веществ. При разложении этих веществ на поверхности кожи возникает характерный резкий запах;

в) выводные протоки апокриновых желез открываются вместе с протоками сальных желез в волосяную воронку;

г) располагаются в определенных местах (в области подмышечных впадин, заднего прохода, паховых складок);

д) функционально связаны с половой системой (повышается потоотделение во время менструации, беременности);

е) окончательно развиваются в период полового созревания;

ж) разновидностью апокриновых желез являются церуминовые железы, расположенные в наружном слуховом проходе и выделяющие ушную серу;

з) апокриновые железы отличаются от мерокриновых желез несколько большими размерами.

Функции потовых желез:

1) участие в терморегуляции – при испарении пота поверхность кожи охлаждается;

2) участие в водно-солевом обмене;

3) выделение с потом продуктов азотистого обмена (мочевина, мочева кислота, аммиак).

В условиях почечной недостаточности могут компенсировать нарушенную выделительную функцию почек.

Сальные железы

Это простые разветвленные альвеолярные голокриновые железы. Состоят из концевых отделов и выводных протоков.

Концевые отделы лежат на границе сетчатого и сосочкового слоев дермы. **Секреторные концевые отделы** сальных желез включают секреторные клетки – себоциты 3-х типов:

- 1) камбиальные, недифференцированные;
- 2) дифференцирующиеся;
- 3) некротические, разрушающиеся клетки.

Камбиальные клетки лежат на базальной мембране. Обладают способностью к митотическому делению.

Часть клеток вытесняется от базальной мембраны и превращается в *дифференцирующиеся клетки*. На гладкой эндоплазматической сети этих клеток синтезируются липиды и накапливаются в цитоплазме жировые включения.

Себоциты смещаются к центру концевого отдела. Здесь происходит гибель себоцитов по механизму апоптоза. Себоциты подвергаются жировому перерождению. Выделяя секрет, они полностью разрушаются. Это некротические, разрушающиеся клетки. По типу секреции сальные железы являются голокриновыми. Себоциты полностью разрушаются под влиянием собственных лизосомальных ферментов и превращаются в секрет – кожное сало. Кожное сало представляет собой смесь перерожденных и разрушенных себоцитов.

Выводной проток сальной железы очень короткий, выстлан многослойным плоским неороговевающим эпителием (МПНЭ). Выводной проток открывается в волосяную воронку. С одним волосом связано по 1–3 железы. Большая часть сальных желез связана с волосами. Сальных желез нет в «толстой» коже ладоней и подошв. Больше всего сальных желез в коже головы. Дифференцировка себоцитов стимулируется половыми гормонами – тестостероном и прогестероном. Сальные железы окончательно развиваются при наступлении полового созревания. При избытке половых гормонов, когда деление и созревание себоцитов идут с повышенной скоростью, выводные протоки сальных желез могут закупориваться. Накапливающееся в сальной железе кожное сало становится питательной средой для микроорганизмов

и в результате возникает воспалительный процесс, который проявляется в виде угрей (акне). Выделение образованного кожного сала на поверхности кожи усиливается при сокращении мышцы, поднимающей волос, то есть при охлаждении организма.

Функция сальных желез:

1. Секрет сальных желез (кожное сало) служит жировой смазкой для эпидермиса и волос. За сутки сальными железами человека выделяется 20 граммов кожного сала. Сало смягчает кожу, делает ее непроницаемой для воды, облегчает трение соприкасающихся поверхностей.

2. Кожное сало обладает антимикробным (бактерицидным) действием, препятствует развитию микробов на поверхности кожи, так как кожное сало имеет кислую реакцию. При расщеплении сала образуются жирные кислоты, способные убивать микроорганизмы.

3. Ограничивает теплопотери.

Волосы

Это ороговевшие эпителиальные придатки кожи. Волосы распространены по всей поверхности «тонкой» кожи. На «толстой» коже волосы отсутствуют (ладони, подошвы). Длина волос: от несколько миллиметров до 1,5–2,0 метров. Скорость роста волоса – 0,3–0,4 мм/сутки. Андрогены ускоряют рост волос на лице (усы, борода). Стрижка и бритье не влияют ни на скорость роста волос, ни на их количество. Продолжительность жизни волоса – от нескольких месяцев до 2–6 лет. На месте выпавшего волоса обычно вырастает новый. Развитие волос начинается на 3-м месяце эмбриогенеза. Эпидермис в виде тяжей врастает в подлежащую соединительную ткань. Концы эпителиальных тяжей расширяются. Они превращаются в волосяные луковицы. Соединительная ткань врастает в волосяную луковицу и образуется волосяной сосочек. Питание волосяной луковицы осуществляется за счет кровеносных капилляров волосяного сосочка. Рост волоса начинается за счет пролиферации (митотического

деления) клеток волосяной луковицы. После рождения новые волосяные фолликулы не образуются, а рост волос происходит за счет ранее возникших фолликулов. Различают 3 вида волос:

- 1) длинные волосы – это волосы головы, бороды, усов, подмышечных впадин, лобка;
- 2) щетинистые волосы – волосы бровей, ресниц, наружного слухового прохода, преддверия полости носа;
- 3) пушковые волосы – волосы остальных участков кожи.

Строение волоса

В волосе различают стержень и корень. Стержень находится над поверхностью кожи (видимая часть). Корень волоса скрыт в толще кожи (невидимая часть). Корень волоса заканчивается расширением, так называемой волосяной луковицей. Снизу в волосяную луковицу вдается волосяной сосочек – рыхлая волокнистая неоформленная соединительная ткань (РВНСТ) с кровеносными капиллярами. Волосяной сосочек осуществляет питание волосяной луковицы. Волосяная луковица является ростковой частью волоса и состоит из кератиноцитов, способных к размножению, и меланоцитов. Меланоциты синтезируют пигмент меланин, от которого зависит цвет волос. Корень волоса располагается в эпителиальном волосяном мешке (волосяной фолликул) и окружен волосяной сумкой.

Волосяной комплекс

Данный комплекс включает собственно волос, волосяной мешок (волосяной фолликул), волосяную сумку – соединительно-тканый мешок вокруг волосяного фолликула и сальные железы и мышцы, поднимающие волос.

Собственно волос

В волосе различают 3 части – волосяную луковицу – расширенное основание волоса, корень волоса – до выхода волоса в волосяную ямку, стержень волоса – свободную (видимую) часть волоса.

Волосяная луковица состоит из кератиноцитов – базальных и шиповатых. Базальные и шиповатые кератиноциты волосяной луковицы активно делятся митозом (каждые 1–3 суток), поэтому они называются матрицей волоса. В луковице также встречаются меланоциты, клетки Лангерганса, осязательные клетки Меркеля.

Строение корня волоса. Корень волоса состоит из 3 частей – мозгового вещества, коркового вещества, кутикулы волоса.

Мозговое вещество – самый внутренний (центральный) слой волоса. Имеется в длинных и щетинистых волосах корня. Отсутствует мозговое вещество в корне пушковых волос. Мозговое вещество на уровне корня состоит из постепенно ороговевающих кератиноцитов. Клетки имеют полигональную или уплощенную форму, сплюснутое ядро и лежат друг на друге в виде «монетных столбиков». Кератиноциты мозгового вещества содержат:

- 1) пигмент меланин, попадающий из меланоцитов волосяной луковицы;
- 2) мягкий кератин;
- 3) пузырьки воздуха.

Клетки мозгового вещества образуются за счет митотического деления (пролиферации) клеток волосяной луковицы. Выше места впадения протока сальной железы клетки утрачивают ядро и превращаются в многоугольные роговые чешуйки, содержащие пигмент, пузырьки воздуха, мягкий кератин.

1. Корковое вещество образуется в результате пролиферации клеток волосяной луковицы. Клетки коркового вещества вблизи волосяной луковицы имеют призматическую форму и располагаются перпендикулярно к продольной оси волоса. Постепенно клетки утрачивают ядро и превращаются в роговые

чешуйки, содержащие пигмент меланин, твердый кератин, пузырьки воздуха. Корковое вещество волоса на протяжении большей части корня и всего стержня волоса состоит из плоских роговых чешуек. Чем лучше в волосе развито корковое вещество, тем волос прочнее, эластичнее за счет содержания твердого кератина.

Кутикула волоса непосредственно прилежит к корковому веществу. Развивается за счет пролиферации клеток волосяной луковицы. Клетки кутикулы рядом с волосяной луковицей имеют призматическую форму и расположены перпендикулярно к поверхности волоса. По мере удаления от волосяной луковицы клетки кутикулы утрачивают ядро и превращаются в роговые чешуйки. Роговые чешуйки принимают наклонное (в виде черепицы) положение и содержат твердый кератин. Пигмент меланин в роговых чешуйках кутикулы волоса отсутствует.

Стержень волоса образован корковым веществом и кутикулой. В стержне волоса мозговое вещество отсутствует. Корковое вещество и кутикула стержня волоса состоят из очень плоских роговых чешуек, содержащих твердый кератин. В месте перехода корня волоса в стержень эпидермис кожи образует небольшое углубление – волосяную воронку. Здесь волос, выйдя из волосяной воронки, появляется над поверхностью кожи. В волосяную воронку открывается выводной проток сальной железы.

Волосяной мешок (волосяной фолликул) состоит из:

- 1) наружного эпителиального корневого влагалища;
- 2) внутреннего эпителиального корневого влагалища.

Внутреннее эпителиальное корневое влагалище окружает корень волоса, а на уровне протока сальной железы исчезает. Внутреннее эпителиальное корневое влагалище является также производным волосяной луковицы. В нижних отделах внутреннего корневого влагалища различают 3 слоя:

- 1) кутикулу;

- 2) гранулодержащий эпителиальный слой Гексли – средний слой;
- 3) бледный эпителиальный слой Генле – наружный слой.

В средних и верхних отделах внутреннего корневого влагалища все три слоя сливаются и состоят только из полностью ороговевших клеток, содержащих мягкий кератин.

1. Кутикула внутреннего эпителиального корневого влагалища состоит из одного слоя ороговевших клеток. Эти плоские клетки тесно прилегают к кутикуле волоса и содержат мягкий кератин.

2. Гранулодержащий слой Гексли состоит из 1–2 рядов плоских клеток, которые содержат зерна кератогиалина.

3. Бледный слой Генле образован одним рядом плоских клеток, содержащих мягкий кератин.

Наружное эпителиальное корневое влагалище состоит из базального и шиповатого слоев эпидермиса, то есть это продолжение росткового слоя эпидермиса кожи в глубь дермы. Наружное корневое влагалище продолжается до волосяной луковицы. Может принимать участие в регенерации эпидермиса.

Волосяная сумка (дермальное корневое влагалище) – это соединительно-тканная оболочка волоса. Состоит из 3 слоев:

- 1) базальной мембраны;
- 2) внутреннего циркулярного слоя коллагеновых волокон, состоящего из циркулярно расположенных коллагеновых волокон;
- 3) наружного продольного слоя, образованного продольно идущими коллагеновыми волокнами.

Волосяная сумка у поверхности кожи образует расширение – воронку, куда впадают протоки сальных желез.

Мышца, поднимающая волос, состоит из гладких мышечных клеток и имеет косое направление. Одним концом мышца вплетается в волосяную сумку волоса, а другим – в сосочковый слой дермы. При сокращении мышцы волос принимает перпендикулярное направление к поверхности кожи (волосы «встают

дыбом»). Также при сокращении мышцы происходит сжатие кожи и кровеносных сосудов, что приводит к образованию на поверхности кожи бугорков («гусиная» кожа). Вследствие этого понижается отдача организмом тепла через кожу в окружающую среду. Мышца, поднимающая волос, отсутствует у пушковых волос, щетинистых волос, волос бороды, усов, подмышечных впадин и волос лобка.

Смена волос

В течение жизни происходит периодическая смена волос – старые волосы перестают расти и выпадают, а на их месте вырастают новые. Продолжительность жизни волоса от нескольких месяцев до 2–4 лет. Процессы смены волос:

- 1) волосяной сосочек волоса редуцируется (атрофируется);
- 2) клетки волосяной луковицы не делятся митозом;
- 3) волосяная луковица ороговеет и превращается в волосяную колбу;
- 4) волосяная колба отделяется от волосяного сосочка;
- 5) внутреннее эпителиальное корневое влагалище разрушается, а наружное – сохраняется;
- 6) рост старого волоса прекращается;
- 7) волос выпадает.

Рост нового волоса начинается с формирования волосяного сосочка, который дает начало новой волосяной луковице. Из нее новый волос растет за счет пролиферации клеток. По мере роста новый волос вытесняет старый, то есть растущий волос выталкивает волосяную колбу вместе со старым волосом. Существует немало причин преждевременного выпадения волос: генетическая предрасположенность, влияние мужского гормона тестостерона, отчего мужчины гораздо больше подвержены облысению, прежде всего в лобно-теменной области.

Поседение волос

Наиболее частой причиной служат постоянные нервные перегрузки – стрессы. Выделяющийся адреналин суживает сосуды, в том числе те, которые питают волосяную луковицу. В меланоцитах снижается образование меланина. Если нарушение питания сильное (при острых стрессах), то волосяная луковица атрофируется и погибает, волос выпадает.

Ногти

Ноготь – это роговая пластинка из твердого кератина, лежащая на ногтевом ложе. Ногти – производное эпидермиса кожи. Ногтевая пластинка подразделяется на корень, тело и край. Свободный конец ногтевой пластинки, выступающий за пределы ногтевого ложа, называется краем (выступом) ногтя. Ногтевая пластинка состоит из плотно прилегающих друг к другу роговых чешуек, в которых содержится твердый кератин. Ногтевое ложе состоит из эпителия и соединительной ткани.

Эпителий ногтевого ложа представлен ростковым слоем эпидермиса – базальным и шиповатым слоями. Лежащая на нем ногтевая пластинка является роговым слоем эпидермиса. Участок эпителия ногтевого ложа, на котором лежит корень ногтя, называется «ногтевая матрица». В ногтевой матрице происходит размножение клеток. Это место роста ногтя. Зернистый и блестящий слои в области ногтевой матрицы отсутствуют. Это характерно для процесса образования твердого кератина. Ростковый слой переходит в роговой слой.

Соединительная ткань ногтевого ложа представлена плотной волокнистой неоформленной соединительной тканью (ПВНСТ), в которой проходят кровеносные сосуды. В соединительно-тканной основе находятся коллагеновые волокна, расположенные продольно и перпендикулярно.

Функции кожи:

- 1) защитная, барьерная;
- 2) участвует в водно-солевом обмене – через кожу ежедневно выделяется 500 мл пота;
- 3) участвует в тепловом обмене;
- 4) синтезируется витамин D под влиянием ультрафиолетовых лучей;
- 5) депонируется до 1 литра крови в сосудах кожи;
- 6) кожа является рецепторным полем, содержит осязательные, температурные, болевые нервные окончания;
- 7) здоровая кожа непроницаема для микроорганизмов, ядовитых веществ;
- 8) через кожу с потом выводятся хлориды молочная кислота и продукты азотистого обмена;
- 9) кожа является носителем вторичных половых признаков.

Тема 9. ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

К выделительной системе относятся мочеобразующие органы – почки, мочевыводящие пути – мочеточники, мочевого пузыря, мочеиспускательный канал.

Развитие

В эмбриогенезе закладываются 3 почки:

- 1) предпочка, или головная почка;
- 2) первичная почка, или Вольфово тело;
- 3) вторичная почка, постоянная, окончательная, или тазовая почка.

Источники развития – мезодерма – нефрогонотом и мезенхима.

Предпочка

У зародыша человека нефрогонотом (сегментная ножка) состоит из 3-х отделов:

- 1) краниального (передний, головной) – 8–10 сегментных ножек;
- 2) туловищного – 25–30 сегментных ножек;
- 3) каудального – метанефрогенная ткань, несегментированная часть.

В нефрогонотоме краниальный и туловищный отделы сегментированы (40 сегментов), а каудальный отдел не сегментирован. На 3-й неделе эмбриогенеза из 8–10 пар передних (головных) сегментных ножек формируется предпочка (пронефрос). Сегментные ножки отшнуровываются (отделяются) от мезодермального сомита и превращаются в прямые трубочки – протонефридии. Одним слепо замкнутым концом они открываются в целом, а вторым концом соединяются между собой, образуя мезонефральный (Вольфов) проток.

Из капиллярного клубочка в целом фильтруется плазма крови. Этот фильтрат (первичная моча) поступает в протонефридии, а оттуда в мезонефральный (Вольфов) проток. Предпочка существует всего 40 часов и не функционирует. Вскоре (через 40 часов) предпочка, не функционируя, редуцируется. От нее остается лишь мезонефральный (Вольфов) проток, растущий в каудальном направлении.

Первичная почка (мезонефрос)

Эта почка развивается в конце 3-й недели из 20–25 пар туловищных сегментных ножек. Сегментные ножки отделяются (обособляются) от мезодермальных сомитов и спланхнотома и превращаются в каналцы первичной почки – метанефридии (извитые трубочки). Одним концом каналцы (метанефридии) соединяются с мезонефральным протоком, а вторым (слепым концом) они контактируют с клубочком капилляров, образуя вокруг него двухслойную капсулу – *почечное тельце*.

Плазма крови фильтруется из капиллярных клубочков капсулы почечных телец. Фильтрат (первичная моча) поступает в метанефридии и в мезонефральный проток. На 2-м месяце эмбриогенеза первичная почка достигает максимального развития и функционирует до 4-го месяца эмбриогенеза. Процесс мочеобразования в первичной почке медленный из-за низкого артериального давления у плода. С 3-го по 5-й месяц первичная почка постепенно дегенерирует.

Окончательная почка закладывается у зародыша на 2-м месяце эмбриогенеза, но развитие ее заканчивается лишь после рождения ребенка. Вторичная почка начинает функционировать во второй половине (с 4-го месяца) эмбрионального периода.

Различают 3 источника развития окончательной почки:

- 1) мезонефральный (Вольфов) проток;
- 2) метанефрогенную (несегментированную) ткань сегментной ножки;

3) мезенхиму.

Мезонефральный проток образует вырост, из которого формируются мочеточник, лоханки, чашечки, собирательные трубочки. Из метанефрогенной ткани дифференцируются мочевые каналы почки – нефроны. На одном их конце образуются капсулы, охватывающие сосудистые клубочки. Другим концом они соединяются с собирательными трубочками. Строма окончательных почек развивается из мезенхимы. Окончательное формирование почки завершается к периоду полового созревания.

Строение почки

Почка покрыта капсулой и серозной оболочкой. Капсула представлена плотной волокнистой неоформленной соединительной тканью (ПВНСТ). Снаружи почка покрыта серозной оболочкой. Серозная оболочка – мезотелий на соединительно-тканной основе. Строму почки составляет рыхлая волокнистая неоформленная соединительная ткань (РВНСТ).

Паренхима почки – корковое вещество (более темное, лежит под капсулой) и мозговое вещество (более светлое, лежит под корковым веществом). Мозговое вещество разделено на 8–12 пирамид и проникает в корковое вещество, образуя мозговые лучи Феррейна, состоящие из собирательных трубочек. В свою очередь, корковое вещество проникает между основаниями пирамид мозгового вещества в виде почечных столбов – колонок Бертини.

Структурно-функциональная единица почки – нефрон. В каждой почке их насчитывают около 1 млн. В нефроне различают:

- 1) капсулу клубочка – капсулу Боумена – Шумлянского;
- 2) проксимальный извитой каналец;
- 3) петлю Генле – нисходящий и восходящий отделы;
- 4) дистальный извитой каналец.

Дистальный извитой каналец впадает в собирательную трубочку. Собирательные трубочки идут в составе мозговых лучей Феррейна. Почечное тельце включает сосудистый клубочек и охватывающую его капсулу клубочка.

Типы нефронов корковые нефроны и околomозговые (юкстамедуллярные). Корковые нефроны (их 80 %) почти целиком располагаются в корковом веществе и лишь колена петель Генле находятся в мозговом веществе. Околomозговые нефроны (их 20 %) располагаются в почке так, что их почечные тельца, проксимальные и дистальные отделы лежат в корковом веществе на границе с мозговым веществом, а петли Генле находятся в мозговом веществе. Корковое и мозговое вещество образовано различными отделами нефронов.

Кровоснабжение почки

В почках условно различают кортикальное кровоснабжение, обслуживающее корковые нефроны, и юкстамедуллярное, связанное с околomозговыми нефронами.

Кортикальная система кровоснабжения это:

- 1) почечная артерия;
- 2) междолевая артерия;
- 3) дуговая артерия, лежащая на границе между корковым и мозговым веществом;
- 4) междольковая артерия;
- 5) приносящая артериола – широкая;
- 6) первичная капиллярная (чудесная) сеть (50–100 капилляров фенестрированного типа), образующая сосудистый клубочек почечного тельца нефрона, давление в капиллярах высокое – 70–90 мм ртутного столба;
- 7) выносящая артериола – узкая, в 2 раза меньше по диаметру, чем приносящая артериола;
- 8) вторичная капиллярная сеть – давление низкое – 10–12 мм рт. ст.;
- 9) звездчатая вена;

- 10) междольковая вена;
- 11) дуговая вена;
- 12) междолевая вена;
- 13) почечная вена.

В комплексе эти сосуды составляют кортикальный круг кровообращения в почке. Корковые нефроны в результате особенностей кортикального кровообращения активно участвуют в мочеобразовании.

Особенности кортикального кровообращения:

- 1) высокое кровяное давление (70–90 мм рт. ст.) в капиллярах первичной (чудесной) сети – сосудистых клубочках;
- 2) низкое кровяное давление (10–12 мм рт. ст.) в капиллярах вторичной (перитубулярной) сети.

Юкстамедуллярная система кровоснабжения это:

- 1) почечная артерия;
- 2) междолевая артерия;
- 3) дуговая артерия;
- 4) междольковая артерия;
- 5) приносящая артериола;
- 6) первичная капиллярная (чудесная сеть, кровяное давление – 40 мм рт. ст.;
- 7) выносящая артериола – одинаковая или шире по диаметру, чем приносящая артериола;
- 8) прямая артерия, отсутствует вторичная капиллярная сеть;
- 9) прямая вена;
- 10) дуговая вена;
- 11) междолевая вена;
- 12) почечная вена.

Особенности юкстамедуллярного кровообращения:

- 1) приносящая и выносящая артериола одинакового размера или выносящая артериола больше, а приносящая – меньше;

2) кровяное давление в капиллярах сосудистых клубочков – первичной (чудесной) сети низкое – 40 мм рт. ст., чем в сосудистых клубочках корковых нефронов;

3) выносящая артериола не распадается на вторичную капиллярную сеть, а образуются артериоло-веноулярные анастомозы;

4) вторичная капиллярная сеть отсутствует;

5) междольковые вены отсутствуют.

Юкстамедуллярные нефроны в норме не участвуют в процессе мочеобразования. Юкстамедуллярное кровообращение короче кортикального и является своеобразным шунтом (путем), по которому кровь может сбрасываться, минуя корковое вещество. Данный путь имеет важное значение, так как при повышении артериального давления (при тяжелой физической работе, физических нагрузках) резко возрастает приток крови к почкам. Юкстамедуллярная система кровообращения выполняет роль шунта (дополнительного пути), то есть она образует самый короткий и легкий путь перехода крови из артерий в вены через почки в условиях их сильного кровенаполнения.

Основные фазы (процессы) мочеобразования в почках

Мочеобразование или образование мочи – сложный биологический процесс, который осуществляется в нефронах, то есть является результатом активной деятельности клеток нефронов. Различают три фазы мочеобразования:

1-я фаза – фильтрация;

2-я фаза – реабсорбция;

3-я фаза – подкисление мочи, секреторная.

Первая фаза мочеобразования – фильтрация, происходит в почечных (мальпигиевых) тельцах, которые представляют совокупность капилляров и капсулы Боумена – Шумлянско-го. В них

происходит фильтрация плазмы крови из капилляров в просвет капсулы – образование первичной мочи (100–180 литров в сутки).

Вторая фаза мочеобразования – реабсорбция (обратное всасывание) воды и растворенных в ней веществ (сахар, белок, соли), осуществляется в канальцах нефронов и собирательных трубочках – образование вторичной мочи (1,5–2 литра в сутки).

Третья (заключительная) фаза мочеобразования – подкисление мочи или секреторная фаза осуществляется в собирательных трубочках, где реакция мочи становится слабокислой.

Гистофизиология нефрона

Нефрон начинается почечным тельцем. Почечное тельце состоит из сосудистого клубочка и капсулы Боумена – Шумлянского.

Капсула Боумена – Шумлянского имеет форму двустенной чаши и состоит из 2 листков – наружного и внутреннего. Между наружным и внутренним листками расположена щелевидная (30–50 нм) полость – полость капсулы, переходящая в просвет проксимального извитого канальца нефрона.

Наружный листок капсулы выстлан одним слоем плоских и кубических эпителиальных клеток, расположенных на базальной мембране. Эпителий наружного листка капсулы переходит в эпителий проксимального отдела нефрона.

Внутренний листок капсулы образует глубокие складки, проникает между капиллярами сосудистого клубочка и охватывает их почти со всех сторон. Внутренний листок капсулы Боумена – Шумлянского представлен неправильной формы эпителиальными клетками – подоцитами. От тел подоцитов отходят большие отростки – цитотрабекулы, от которых отходят мелкие отростки – цитоподии, прикрепляющиеся к базальной мембране. Сосудистый клубочек – клубочек первичной капиллярной сети представлен 50–100 капиллярами фенестрированного типа. Эндотелий

капилляров сосудистого клубочка состоит из плоских эндотелиоцитов с многочисленными фенестрами в цитоплазме размером 0,1 мкм. В почечном тельце находится фильтрационный барьер, в котором происходит первая фаза мочеобразования – фильтрация. Фильтрационный барьер включает 3 компонента:

- 1) фенестрированные эндотелиоциты капилляров (цитоплазматические отростки);
- 2) трехслойную общую базальную мембрану для эндотелия и подоцита;
- 3) подоциты внутреннего листка капсулы (цитотрабекулы и цитоподии).

Базальная мембрана толщиной 300 нм является общей для эндотелия кровеносных капилляров и подоцитов внутреннего листка капсулы. Состоит из 3-х слоев:

- 1) внутреннего – светлый, рыхлый;
- 2) среднего – темный, плотный;
- 3) наружного – светлый, рыхлый.

В среднем слое имеются тонкие коллагеновые волокна, образующие сеточку с диаметром ячеек 4–7 нм. В норме через фильтрационный барьер не проходят форменные элементы крови (эритроциты, лейкоциты, тромбоциты), крупно- и среднемолекулярные белки плазмы крови (фибриноген, иммуноглобулины).

Почечный фильтр обладает избирательной проницаемостью, задерживая все то, что больше размеров ячеек (7 нм) в среднем слое базальной мембраны и проходят только те вещества, диаметр которых меньше 7 нм. Через фильтрационный барьер в норме проходят следующие компоненты плазмы крови: вода, глюкоза, низкомолекулярные белки (альбумины), электролиты, продукты азотистого обмена. Все эти компоненты плазмы крови представляют собой первичную мочу. В течение суток в почках образуется 100–180 литров первичной мочи (первичного фильтрата).

Большое значение для эффективной фильтрации имеет большой диаметр приносящей и малый диаметр выносящей артериол, что создает высокое фильтрационное давление (70–80 мм рт. ст.), а также большое количество капилляров (50–100) в составе клубочка. Эффективная фильтрация плазмы, осуществляемая почками непрерывно, способствует максимальному удалению из организма вредных продуктов метаболизма – шлаков. В тех местах, куда между капиллярами сосудистого клубочка не могут проникать подоциты внутреннего листка капсулы, находится третий вид клеток – мезангиоциты. Выделяют 3 типа мезангиоцитов:

- 1) гладкомышечные;
- 2) макрофагические;
- 3) транзиторные – моноциты из тока крови. Они имеют отростчатую форму.

Гладкомышечные мезангиоциты способны к сокращению и к волокнообразованию. Макрофагические мезангиоциты способны к фагоцитозу и выполняют защитную функцию.

Фаза реабсорбции – это вторая фаза мочеобразования. Она происходит в почечных канальцах. Реабсорбция (обратное всасывание) начинается в проксимальном извитом канальце нефрона. Стенка проксимального извитого канальца нефрона образована однослойным призматическим (цилиндрическим) каемчатым эпителием. Эти клетки имеют мутную цитоплазму, на их апикальной поверхности имеется «щеточная» каемка (микроворсинки), на базальной поверхности – базальная исчерченность (складки цитолеммы, между которыми перпендикулярно располагаются митохондрии).

Различают 2 вида реабсорбции – облигатную (обязательную) и факультативную (необязательную).

Реабсорбция – обратное всасывание в кровь (в капилляры вторичной сети) из первичной мочи ряда содержащихся в ней веществ. «Щеточная» каемка эпителия проксимального отдела

нефрона обеспечивает облигатную (обязательную) реабсорбцию – полное обратное всасывание белков и глюкозы. Базальная исчерченность эпителия проксимального отдела нефрона обеспечивает факультативную реабсорбцию части воды за счет складок цитолеммы и электролитов за счет митохондрий. Первичная моча претерпевает значительные качественные изменения в результате облигатной реабсорбции. Из первичной мочи в норме полностью исчезает сахар и белок.

Петля Генле – петля нефрона – состоит из нисходящего и восходящего отделов. Стенка нисходящего отдела выстлана плоскими эпителиоцитами. Цитоплазма бедна органеллами, светлая. Диаметр нисходящего отдела петли Генле – 15 мкм. Через стенку этого канальца происходит факультативная реабсорбция – пассивное обратное всасывание в кровь воды. Восходящий отдел петли Генле имеет вид эпителиального канальца диаметром 30 мкм, диаметр которого в 2 раза больше, чем в нисходящем отделе петли Генле.

Стенка восходящего отдела петли Генле образована кубическим эпителием, имеющим базальную исчерченность. Через стенку восходящего отдела происходит факультативная реабсорбция электролитов. Дистальный извитой каналец нефрона представлен кубическим эпителием, имеющим базальную исчерченность. Щеточной каемки нет. В этой части нефрона происходит факультативная реабсорбция воды и электролитов (натрия). Реабсорбция натрия в дистальном отделе нефрона усиливается под влиянием гормона надпочечника – альдостерона. Собирательные трубочки выстланы однослойным кубическим эпителием.

В эпителии различают светлые и темные клетки. Светлые клетки бедны органеллами. В базальной части клеток имеются складки плазмолеммы. В собирательных трубочках с помощью светлых клеток завершается пассивное обратное всасывание части воды из мочи в кровь. На реабсорбцию воды в собирательных трубочках оказывает влияние антидиуретический гормон (АДГ) гипоталамуса. В присутствии этого гормона стенки соби-

рательных трубочек становятся проницаемы для воды, так как АДГ (вазопрессин) увеличивает проницаемость стенки для воды. Под влиянием АДГ (вазопрессина) усиливается реабсорбция воды в собирательных трубочках.

Светлые клетки синтезируют простагландин, который снижает кровяное давление. Темные клетки собирательных трубочек по ультраструктуре напоминают париетальные, обкладочные клетки желез желудка. Темные клетки секретируют соляную кислоту, подкисляющую окончательную мочу.

Третья – заключительная фаза мочеобразования – подкисление мочи. За счет темных клеток собирательных трубочек происходит подкисление мочи. Количество окончательной, вторичной мочи снижается до 1,5–2 литров в сутки.

Эндокринный аппарат почек включает 2 аппарата:

- 1) юкстагломерулярный (ЮГА);
- 2) простагландиновый аппарат.

Юкстагломерулярный аппарат включает 3 компонента:

- юкстагломерулярные клетки;
- плотное пятно;
- юкставаскулярные клетки.

Юкстагломерулярные (околоклубочковые) клетки, или юкстагломерулярные миоциты (миоидные эндокриноциты) – это барорецепторы, видоизмененные гладкие миоциты, лежащие в средней стенке приносящих артериол под эндотелием. Они имеют кубическую форму, светлую цитоплазму и крупные секреторные (рениновые) гранулы. Секреторные гранулы содержат ренин.

Функция юкстагломерулярных клеток – секретируют в кровь ренин. Сигналом для секреции ренина в кровь является снижение кровяного давления в приносящих артериолах сосудистых клубочков. Ренин оказывает сосудосуживающее влияние, вызывает повышение артериального давления, стимулирует

продукцию гормона альдостерона в коре надпочечников. Под влиянием альдостерона повышается реабсорбция натрия и хлора в дистальных канальцах нефрона. Юкстагломерулярные клетки – основной вид клеток, вырабатывающих ренин.

Плотное пятно находится в участке стенки дистального канальца нефрона, лежащем между приносящей и выносящей артериолами, рядом с почечным тельцем. Клетки в плотном пятне цилиндрические числом 15–40, лишены базальной исчерченности, а базальная мембрана отсутствует. Эти клетки являются осморецепторными клетками. Эпителиоциты плотного пятна воспринимают изменения концентрации натрия в моче и воздействуют на юкстагломерулярные клетки, которые регулируют выработку ренина.

Функция плотного пятна: плотное пятно представляет собой «натриевый рецептор», который улавливает изменение содержания натрия в моче и воздействует на юкстагломерулярные миоциты, секретирующие ренин. Если в моче много натрия, то клетки плотного пятна воздействуют на юкстагломерулярные клетки, которые синтезируют ренин. Под влиянием ренина секретируется альдостерон корой надпочечников. Под влиянием альдостерона усиливается реабсорбция натрия в моче. Это приводит к уменьшению содержания натрия в первичной моче и прекращается возбуждение клеток плотного пятна.

Юкставаскулярные клетки, или клетки Гурмагтига, располагаются в треугольном пространстве между приносящей и выносящей артериолами и плотным пятном. Клетки имеют овальную или неправильную форму, образуют длинные отростки, контактирующие с мезангиальными клетками сосудистого клубочка. Функция юкставаскулярных клеток: клетки Гурмагтига и мезангиальные клетки способны вырабатывать ренин при истощении юкстагломерулярных клеток. Эти клетки обладают еще фагоцитарной способностью. Мезангиальные клетки могут служить камбиальными элементами.

Простагландиновый аппарат включает 2 компонента:

- 1) светлые клетки собирательных трубочек, способные вырабатывать простагландины;
- 2) интерстициальные клетки мозгового вещества почек.

Интерстициальные клетки развиваются из мезенхимы. Располагаются в строме мозговых пирамид в горизонтальном направлении. Клетки имеют отростчатую форму. Одним из своих отростков оплетают нисходящий отдел петли Генле, а другим отростком – кровеносный капилляр. В интерстициальных клетках имеются гранулы простагландина. Функция интерстициальных клеток: синтезирует простагландины. Простагландины оказывают сосудорасширяющее, антигипертензивное действие, то есть снижают кровяное давление а также снижают реабсорбцию натрия из канальцев почек, поэтому в моче увеличивается количество натрия. Простагландиновый и юкстагломерулярный аппараты регулируют почечное кровообращение и влияют на мочеобразование.

Функции почек:

- 1) мочеобразовательная;
- 2) поддержание водно-солевого равновесия;
- 3) поддержание кислотно-щелочного равновесия;
- 4) выведение шлаков из организма;
- 5) поддержание гомеостаза;
- 6) эндокринная функция – регулирует артериальное давление, регулирует эритроцитопоз.

Мочевыводящие пути

К мочевыводящим путям относятся почечные чашечки и лоханки, мочеточники, мочевой пузырь, мочеиспускательный канал.

Мочеточник состоит из 4-х оболочек – слизистой, подслизистой, мышечной и адвентициальной.

Слизистая оболочка образует 10–12 продольных складок и состоит из 2-х слоев – многослойного переходного эпителия

и собственной пластинки слизистой оболочки. Многослойный переходный эпителий представлен 3 слоями:

- 1) базальным – камбиальным;
- 2) промежуточным;
- 3) поверхностным – многоядерным.

Собственная пластинка слизистой оболочки представлена рыхлой волокнистой неоформленной соединительной тканью (РВНСТ). Подслизистая основа образована рыхлой волокнистой неоформленной соединительной тканью (РВНСТ). В нижней части мочеточника располагаются сложные разветвленные альвеолярно-трубчатые слизистые железы.

Мышечная оболочка состоит из гладких мышечных клеток. В верхней части состоит из внутреннего-продольного и наружно-циркулярного слоев. В нижней части имеется 3 слоя:

- 1) внутренний – продольный;
- 2) средний – циркулярный;
- 3) наружный – продольный.

Мышечная оболочка мочеточника в месте прохождения через стенку мочевого пузыря содержит гладкие мышечные клетки, расположенные только в одном направлении – продольном. Сокращаясь, они раскрывают отверстие мочеточника независимо от состояния гладких мышц мочевого пузыря.

Адвентициальная оболочка покрывает мочеточник снаружи и представлена рыхлой волокнистой неоформленной соединительной тканью (РВНСТ).

Мочевой пузырь состоит из 4 оболочек – слизистой, подслизистой, мышечной и адвентициальной, или серозной.

Слизистая оболочка в пустом мочевом пузыре образует складки. Слизистая оболочка состоит из 2-х слоев – многослойного переходного эпителия и собственной пластинки слизистой оболочки (РВНСТ). Слизистая оболочка не имеет складок в тре-

угольнике между местом впадения мочеточников и выходом мочеиспускательного канала. Здесь в собственной пластинке имеются мелкие слизистые железы. В этом треугольнике отсутствует подслизистая основа.

Подслизистая основа представлена рыхлой волокнистой неоформленной соединительной тканью (РВНСТ).

Мышечная оболочка состоит из 3-х слоев:

- 1) внутреннего – продольного;
- 2) среднего – циркулярного;
- 3) наружного – продольного.

Из циркулярного слоя в шейке мочевого пузыря образуется мышечный сфинктер. Гладкие мышечные клетки имеют форму расщепленного веретена.

Адвентициальная оболочка представлена рыхлой волокнистой неоформленной соединительной тканью (РВНСТ). В области дна мочевого пузыря имеется серозная оболочка. Серозная оболочка – это мезотелий на соединительно-тканной основе (РВНСТ). Мезотелий – это однослойный однорядный плоский секретирующий эпителий.

Тема 10. МУЖСКАЯ ПОЛОВАЯ СИСТЕМА

Мужская половая система включает:

- 1) семенники, или яички;
- 2) семявыносящие пути: прямые канальцы, сеть семенника, семявыносящие канальцы, проток придатка, семявыносящий проток;
- 3) предстательную железу;
- 4) половой член.

Развитие мужской половой системы происходит в тесном контакте с развитием выделительной системы.

Источники развития:

- 1) гонобласты стенки желточного мешка, внезародышевая энтодерма;
- 2) канальцы первичной почки;
- 3) половой валик – утолщение целомического эпителия, висцеральный листок спланхнотома;
- 4) мезенхима.

Развитие мужской половой системы включает 2 фазы:

1. Индифферентную фазу, в течение этой фазы мужская и женская половые системы развиваются одинаково.
2. Дифференцированную фазу.

Индифферентная фаза

На 3-й неделе эмбриогенеза в стенке желточного мешка образуются первичные половые клетки – гонобласты (гамеобласты). Гонобласты – это крупные, округлые клетки, содержащие в цитоплазме включения гликогена. Способны быстро митотически размножаться.

Гонобласты мигрируют к половым валикам двумя путями:

- 1) активно – с помощью псевдоподий;
- 2) пассивно – с током крови.

Половые валики – это утолщения целомического эпителия (висцерального листка спланхнотомы) на поверхностях обеих парных первичных почек. Они образуются на 4-й неделе эмбриогенеза и состоят из целомического эпителия. Целомический эпителий полового валика выделяет химическое вещество, вызывающее положительный хемотаксис гонобластов.

На 4-й неделе эмбриогенеза гонобласты внедряются в половой валик. Здесь они размножаются и дифференцируются в гоноциты. В результате митотического деления целомического эпителия и гонобластов образуются половые шнуры, состоящие из целомического эпителия и гонобластов. Затем от половых валиков в строму первичной почки, основа которой образована мезенхимой, врастают половые шнуры-тяжи целомического эпителия, в которых залегают гонобласты. Одновременно от протока первичной почки – мезонефрального (Вольфова) протока отщепляется параллельно идущий парамезонефральный (Мюллеров) проток. На этом к 6-й неделе эмбриогенеза заканчивается индифферентная стадия развития мужской половой системы.

Дифференцированная фаза

Дифференцированная фаза начинается на 6-й неделе эмбриогенеза. Среди факторов дифференцировки по мужскому типу большую роль играет Y-хромосома. Дифференцировка происходит под влиянием сигнала, закодированного в половой хромосоме Y. В половых Y-хромосомах имеется ген половой детерминации, который обеспечивает развитие эмбриона по мужскому типу. Под влиянием этого гена целомические клетки вырабатывают первичный мужской половой гормон – ингибин, под действием которого происходит редукция (атрофия) парамезонефрального

(Мюллерова) протока. От этого протока остается только верхняя часть – гидагида Морганьи и нижняя часть – мужская маточка.

Под влиянием гена половой детерминации на 9-й неделе эмбриогенеза из мезенхимы между половыми шнурами развиваются интерстициальные клетки. Интерстициальные клетки имеют мезенхимное происхождение. Они вырабатывают мужской половой гормон – тестостерон, необходимый для дифференцировки по мужскому типу. К концу эмбриогенеза происходит интенсивное развитие интерстициальных клеток – гландулоцитов, клеток Лейдига.

При развитии по мужскому типу мезенхима прорастает между половым валиком и половыми шнурами, то есть отделяет половые шнуры от полового валика, давшего им начало. Эта мезенхима формирует будущую капсулу семенника – белочную оболочку.

В дальнейшем половые шнуры формируют проксимальные отделы:

1. Извитые семенные каналы семенника:
 - а) гоноциты дифференцируются в сперматогенные клетки (сперматогонии, сперматоциты, сперматиды, сперматозоиды);
 - б) целомический эпителий дифференцируется в поддерживающие клетки (клетки Сертоли).
2. Дистальные отделы: прямые каналы семенника, в которых гоноциты редуцируются и исчезают,
3. Сеть семенника, в которых гоноциты атрофируются.

Половые шнуры срастаются с каналами первичной почки. Каналы первичной почки формируют 12–15 семявыносящих канальцев. Мезонефральный (Вольфов) канал формирует:

- 1) из верхней и средней трети – канал придатка – головку, тело, хвост;
- 2) из нижней трети – семявыносящий проток.

Из висцерального листка спланхнотома образуется серозная оболочка семенника. Предстательная железа и семенные пузырь-

ки развираются как выросты мочевого синуса. После 22-й недели гоноциты превращаются в сперматогонии, при этом они утрачивают гликоген в цитоплазме. Из мезенхимы формируются строма семенника, клетки Лейдига, миоциты, соединительно-тканые перегородки, белочная оболочка.

Семенник

Строение. Снаружи семенник покрыт серозной оболочкой – брюшиной (мезотелий на соединительно-тканной основе). Под брюшиной располагается белочная оболочка – плотная волокнистая неоформленная соединительная ткань (ПВНСТ). От белочной оболочки в глубь семенника радиально отходят соединительно-тканые перегородки (септы), разделяющие семенник на дольки (250 долек). В каждой долке находятся 1–4 извитых семенных канальцев. Всего в семеннике 350–400 канальцев. Строма семенника – рыхлая волокнистая неоформленная соединительная ткань (РВНСТ). Извитые семенные канальцы продолжаются в прямые канальцы, затем в сеть семенника. Из сети выходят 12–15 семявыносящих канальцев, впадающих в проток придатка, далее семявыносящий проток.

В строме (РВНСТ) между извитыми семенными канальцами располагаются интерстициальные клетки – гландулоциты, эндокринные клетки, клетки Лейдига. Они скапливаются вокруг кровеносных капилляров. Клетки Лейдига – это крупные округлые клетки со слабоокисфильной цитоплазмой, в которой хорошо развита гладкая эндоплазматическая сеть (ЭПС), митохондрии, содержатся гликопротеидные включения.

Функция клеток Лейдига – выработка мужского полового гормона – тестостерона. Функция клеток Лейдига формируется гормоном аденогипофиза- лютропином.

Извитой семенной каналец

В извитых канальцах семенника взрослого организма протекает сперматогенез. В извитом семенном канальце, достигшем

полного развития, полость выстлана двумя видами клеток, лежащими на базальной мембране:

- 1) поддерживающими клетками – клетками Сертоли, sustentоцитами, лежащими на базальной мембране;
- 2) клетками сперматогенного эпителия, находящимися на разных стадиях сперматогенеза.

Среди клеток сперматогенного эпителия (развивающихся половых клеток) различают следующие:

- 1) сперматогонии, лежащие на базальной мембране;
- 2) сперматоциты 1-го и 2-го порядков, лежащие во втором слое;
- 3) сперматиды – в третьем слое;
- 4) сперматозоиды – в четвертом слое.

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

Виды сперматогенных клеток:

1. Сперматогонии – способны к митотическим делениям (2 недели).
2. Сперматоциты – клетки, находящиеся в состоянии мейоза (1 месяц).
3. Сперматиды – неделяющиеся гаплоидные клетки (1 месяц).
4. Сперматозоиды – мужские половые клетки (1–3 недели).

Поддерживающие клетки – sustentоциты, клетки Сертоли: крупные неделяющиеся клетки пирамидной формы. В их цитоплазме хорошо развита гладкая эндоплазматическая сеть, митохондрии, рибосомы, содержатся включения липидов и углеводов. На боковых поверхностях sustentоцитов имеются бухтообразные углубления, в которых располагаются созревающие половые клетки – сперматоциты 1-го и 2-го порядка, сперматиды. Сперматозоиды выходят в просвет канальца, но они неподвижные

и не способны к оплодотворению. Каждая сперматогония дает начало четырем сперматидам. Сперматиды превращаются в сперматозоиды. Сперматогенез у человека длится 64–75 суток.

Функции клеток Сертоли:

1. Трофическая – обеспечивает питанием развивающиеся половые клетки.

2. Входят в состав гематотестикулярного барьера.

3. Фагоцитоз дегенирирующих половых клеток.

4. Опорно-механическая функция для половых клеток.

5. Экзокринная – вырабатывает жидкий секрет, заполняющий извитые семенные каналы.

6. Эндокринная – вырабатывают:

1) ингибин;

2) фактор, стимулирующий деление половых клеток;

3) андрогенсвязывающий белок, с помощью которого транспортируется тестостерон к сперматидам;

4) защитная – не пропускает токсины, бактерии, антигены.

Стенка извитых семенных канальцев – собственная оболочка состоит из 3-х слоев: базального – внутреннего, миоидного – среднего, волокнистого – наружного.

Базальный слой располагается под базальной мембраной, на которой лежит эпителиосперматогенный слой. Внутренний базальный слой состоит из сети тонких коллагеновых волокон.

Миоидный средний слой образован миоидными клетками. Миоидные клетки обеспечивают ритмические сокращения стенки канальцев.

Волокнистый слой состоит из 2-х слоев:

1) неклеточного – внутренний слой представлен коллагеновыми волокнами;

2) клеточного – наружный слой представлен фибробластоподобными клетками.

Гематотестикулярный барьер – совокупность структур, располагающихся между просветами капилляров и извитых семенных канальцев.

Гематотестикулярный барьер состоит из 3-х компонентов – стенки кровеносного капилляра – эндотелий и базальная мембрана; собственной оболочки извитого семенного канальца, состоящей из 3-х слоев – базального, миоидного, волокнистого; sustentocита (клетка Сертоли), лежащего на базальной мембране.

Функции гематотестикулярного барьера:

1. Способствует поддержанию постоянной концентрации питательных веществ и гормонов, необходимых для нормального сперматогенеза.

2. Защищает созревающие половые клетки от вредных веществ: токсинов, бактерий, антигенов.

Сперматогенез чрезвычайно чувствителен к повреждающим воздействиям: интоксикациям, авитаминозам, недостаточности питания, высокой температуре, лихорадке, радиоактивном излучении. При этом сперматогенез ослабевает и даже прекращается. Погибают сперматозоиды, сперматиды, сперматоциты, сохраняются сперматогонии. Клетки Сертоли в указанных обстоятельствах сохраняются.

Функции семенника:

1. Генеративная, репродуктивная – сперматогенез (развитие мужских половых клеток).

2. Эндокринная, гормональная – выработка гормона тестостерона, ингибина. Тестостерон воздействует на последние стадии сперматогенеза. Процесс сперматогенеза может сохраняться до 80-летнего возраста.

Семявыносящие пути включают:

1) прямые канальцы;

- 2) каналцы сети семенника;
- 3) семявыносящие каналцы;
- 4) проток придатка;
- 5) семявыносящий проток;
- 6) семявыбрасывающий проток.

Все семявыносящие пути состоят из 3-х оболочек – слизистой оболочки, состоящей из эпителия и собственной пластинки (РВНСТ); мышечной оболочки, представленной гладкой мышечной тканью – циркулярными миоцитами; адвентициальной оболочки, образованной рыхлой волокнистой неоформленной соединительной тканью (РВНСТ).

Прямые каналцы состоят из 3-х оболочек:

- 1) слизистой оболочки, включающей:
 - а) однослойный однорядный призматический эпителий (ООПЭ),
 - б) собственную пластинку слизистой оболочки (РВНСТ);
- 2) мышечной оболочки, состоящую из циркулярного слоя миоцитов;
- 3) адвентициальной оболочки (РВНСТ).

Сеть семенника включает 3 оболочки:

- 1) слизистую оболочку, состоящую из: а) однослойного однорядного кубического эпителия (ООКЭ) и однослойного однорядного плоского эпителия (ООПЭ); б) собственной пластинки (РВНСТ);
- 2) мышечную оболочку, состоящую из циркулярных гладких мышечных клеток;
- 3) адвентициальную оболочку, содержащую РВНСТ.

Семявыносящие каналцы образованы тремя оболочками:

1. Слизистой оболочкой, состоящей из эпителия и собственной пластинки слизистой оболочки. В эпителии различают 2 вида клеток:

1) высокие – реснитчатые клетки, содержащие на апикальной поверхности неподвижные реснички (стереоцилии),

2) низкие – кубические железистые клетки, выделяющие слизистый секрет по апокриновому типу. Собственная пластинка образована РВНСТ.

2. Мышечной оболочкой, состоящей из циркулярных миоцитов;

3. Адвентициальной оболочкой, состоящей из рыхлой волокнистой неоформленной соединительной ткани (РВНС)

Проток придатка (эпидидимис) состоит из 3-х оболочек:

1. Слизистой оболочки, состоящей из эпителия и собственной пластинки слизистой оболочки.

1) Эпителий однослойный двурядный, представлен 2-мя видами клеток:

а) главными клетками – реснитчатыми призматическими клетками, имеющими на апикальной поверхности неподвижные стереоцилии («пламенный» эпителий);

б) базальными клетками – мелкими (камбиальными, ростковыми), треугольной формы;

2) Собственная пластинка состоит из рыхлой волокнистой неоформленной соединительной ткани (РВНСТ).

2. Мышечной оболочки, образованной циркулярным слоем миоцитов, обеспечивающим продвижение спермы.

3. Адвентициальной оболочки, состоящей из рыхлой волокнистой неоформленной соединительной ткани (РВНСТ).

Функции протока придатка:

1. Служит резервуаром для сперматозоидов.
2. Выработка жидкости, разбавляющей сперму.
3. Образуется гликокаликс, которым покрываются сперматозоиды, с целью инактивации.
4. Сперматозоиды созревают и становятся подвижными.

Семявыносящий проток образован 3-мя оболочками:

Слизистой оболочкой, состоящей из однослойного многорядного мерцательного эпителия, собственной пластинки (РВНСТ).

Мышечная оболочка состоит из 3-х слоев миоцитов:

- 1) внутреннего продольного;
- 2) среднего циркулярного;
- 3) наружного продольного.

Сокращение гладких мышечных клеток обеспечивают якуляцию спермы.

Адвентициальная оболочка (РВНСТ).

Семявыбрасывающий проток образован 3-мя оболочками:

Слизистой оболочкой, состоящей из однослойного многорядного мерцательного эпителия и собственной пластинки слизистой оболочки (РВНСТ).

Мышечной оболочкой, образованной двумя слоями:

- 1) внутренним циркулярным;
- 2) наружным продольным.

Адвентициальной оболочкой, состоящей из РВНСТ.

Добавочные железы мужской половой системы

К добавочным железам относятся семенные пузырьки, предстательная железа.

Семенные пузырьки развиваются как выпячивание стенки семявыносящего притока в его дистальной части. В стенке семенных пузырьков различают 3 оболочки:

1) слизистая оболочка представлена однослойным двурядным эпителием, содержащим секреторные и базальные клетки (мукоциты выделяют слизистый секрет), собственной пластинкой (РВНСТ с простыми альвеолярными слизистыми железами);

2) мышечная оболочка состоит из 2-х слоев миоцитов:

а) внутреннего циркулярного;

б) наружного продольного;

3) адвентициальная оболочка (ПВНСТ).

Функция семенных пузырьков: секрет семенных пузырьков разжижает сперму, обеспечивает активацию сперматозоидов, формирует щелочную среду.

Предстательная железа (простата)

Простата охватывает верхнюю часть мочеиспускательного канала и является железисто-мышечным органом.

Развитие. Железистая ткань предстательной железы развивается из выпячивания эпителия стенки мочеиспускательного канала. Из мезенхимы развивается гладкая мышечная ткань и соединительная ткань (РВНСТ, ПВНСТ).

Строение. Снаружи простата покрыта соединительно-тканной капсулой из плотной волокнистой неоформленной соединительной ткани (ПВНСТ). Простата – дольчатая железа.

Строму железы образуют:

- 1) рыхлая волокнистая неоформленная соединительная ткань (РВНСТ);
- 2) гладкая мышечная ткань, разделяющая ее на дольки.

Каждая долька и каждая железа окружены продольными и циркулярными слоями гладких мышечных клеток, которые сокращаясь, выбрасывают секрет из простаты в момент эякуляции.

Паренхима предстательной железы состоит из многочисленных (30–50) сложных разветвленных альвеолярно-губчатых слизистых желез. Выводные протоки открываются в мочеиспускательный канал. Железы располагаются вокруг мочеиспускательного канала тремя группами.

Предстательная железа состоит из 2-х частей – концевых отделов и выводных протоков. Концевые секреторные отделы выстланы двумя видами эпителиоцитов:

- 1) призматическими мукоцитами, вырабатывающими жидкий слизистый секрет;
- 2) базальными вставочными клетками треугольной формы, являющимися источником регенерации.

Выводные протоки выстланы однослойным многорядным призматическим эпителием. Вокруг концевых отделов и выводных протоков предстательных желез располагаются прослойки рыхлой волокнистой неоформленной соединительной ткани (РВНСТ) и гладкой мышечной ткани (ГМТ).

Функции предстательной железы:

- 1) вырабатывает секрет, разжижающий сперму;
- 2) вырабатывает фактор, стимулирующий рост нервных волокон.

Простата находится в зависимости от тестостерона семенников и атрофируется после кастрации. Удаление предстательной железы ослабляет в семенниках сперматогенез и продукцию тестостерона. С возрастом (после 50–60 лет) железы простаты начинают атрофироваться, а соединительная ткань начинает разрастаться.

Тема 11. ЖЕНСКАЯ ПОЛОВАЯ СИСТЕМА

Женская половая система включает:

- 1) яичники;
- 2) маточные трубы;
- 3) матку;
- 4) влагалище;
- 5) наружные половые органы;
- 6) молочные железы.

Источники развития – гонобласты желточного мешка (внезародышевая энтодерма), половой валик (висцеральный листок мезодермы), каналцы первичной почки (нефрогонотом), мезенхима.

Развитие женской половой системы включает две фазы – индифферентную фазу, в которой женская и мужская половые системы развиваются одинаково, и дифференцированную фазу.

Индифферентная фаза. На 3-й неделе эмбриогенеза в стенке желточного мешка (внезародышевая энтодерма) образуются гонобласты – первичные половые клетки. Гонобласты – крупные клетки, округлой формы. В цитоплазме содержатся включения гликогена. Клетки способны делиться митозом. Гонобласты мигрируют к половым валикам двумя путями:

- 1) пассивно – с током крови;
- 2) активно – с помощью псевдоподий.

На 4-й неделе эмбриогенеза появляются утолщения целомиического эпителия (висцерального листка спланхнотомы) на поверхностях первичных почек. Эти утолщения называются половые валики. На 4-й неделе эмбриогенеза гонобласты внедряются в половой валик, так как клетки полового валика выделяют химическое вещество, вызывающее положительный хемотаксис. От половых валиков отшнуровываются половые шнуры. Затем

от половых валиков в сторону первичной почки врастают половые шнуры, состоящие из целомического эпителия и гонобластов. От Вольфова протока отщепляется Мюллеров проток.

Вторая фаза – дифференцировка по женскому типу начинается на 7–8-й неделе эмбриогенеза. Мезенхима разрушает концы половых шнуров и врастает в первичную почку, редуцируются каналцы первичной почки. Впоследствии из мезенхимы формируется мозговое вещество яичника.

В процессе дальнейшего развития разрастающаяся мезенхима разделяет верхние части половых шнуров на островки – половые шары. Затем половые шары формируют фолликулы коркового вещества яичника, а гоноциты – овогонии. Каждый фолликул состоит из овогонии и уплощенных фолликулярных клеток. На 3–4-м месяце эмбриогенеза овогонии вступают в период малого роста и превращаются в овоциты 1-го порядка на стадии лептотены. К концу эмбриогенеза образуется 350–400 тысяч фолликулов, состоящих из будущих половых клеток и фолликулярных клеток.

Также мезенхима продолжает прорастать между половым валиком и половыми шнурами и отделяет их друг от друга. Этот слой мезенхимы образует соединительно-тканную белочную оболочку, поверх которой сохраняются остатки полового валика в виде поверхностного недействительного эпителия. Под влиянием разрастающейся мезенхимы редуцируется (атрофируется) мезонефральный (Вольфов) проток, от которого остается верхняя часть – параофорон и нижняя часть – эпоофорон – эпителиальные тяжи. Парамезонефральный (Мюллеров) проток дифференцируется: из верхних концов развиваются маточные трубы, из нижних концов, которые сливаются, развиваются матка и влагалище.

Соединительная и гладкая мышечная ткани маточных труб, матки, влагалища развиваются из мезенхимы, а мезотелий серозной оболочки маточных труб и матки развивается из висцерального листка спланхнотома (вентральная мезодерма).

Строение яичника

Снаружи яичник покрыт зачатковым недействительным эпителием, представляющим собой остаток эмбрионального полового валика. Зачатковый эпителий представлен однослойным однорядным плоским эпителием (ООПЭ). Под недействительным зачатковым эпителием располагается белочная оболочка – плотная волокнистая неоформленная соединительная ткань (ПВНСТ). Строма яичника представлена рыхлой волокнистой неоформленной соединительной тканью (РВНСТ). Паренхима образована корковым веществом (по периферии) и мозговым веществом (в центре). Мозговое вещество яичника состоит из рыхлой волокнистой неоформленной соединительной ткани (РВНСТ). Корковое вещество яичника образовано фолликулами различной степени зрелости и телами – атретическими, желтыми, белыми.

Фолликулы коркового вещества в зависимости от стадии развития и строения делятся на:

- 1) примордиальные фолликулы;
- 2) растущие фолликулы;
- 3) зрелые фолликулы (Граафовы фолликулы).

Примордиальный фолликул

Примордиальный фолликул состоит из:

- 1) овоцита 1-го порядка в стадии диплономы;
- 2) фолликулярных клеток – один слой плоских клеток, лежащих на базальной мембране.

Это самые мелкие фолликулы, или покоящиеся, так как развитие примордиальных фолликулов останавливается до начала полового созревания. Все примордиальные фолликулы формируются в яичниках плода человека с 6-го по 9-й месяцы эмбриогенеза.

Растущие фолликулы

Характеризуются тем, что:

- 1) овоцит 1-го порядка в этом фолликуле растет;
- 2) вокруг овоцита образуется блестящая оболочка (зона), состоящая из гликозаминогликанов, мукопротеинов, белков;
- 3) фолликулярные клетки, лежащие в один слой на базальной мембране, изменяются по форме, приобретают кубическую, призматическую форму. Эти клетки синтезируют вещества, необходимые для роста и развития овоцита;
- 4) увеличивается размер фолликула;
- 5) вокруг фолликула начинает формироваться соединительно-тканная оболочка.

В дальнейшем на рост фолликулов оказывают влияние гормоны аденогипофиза (ФСГ), в стадию большого роста. Эта стадия характеризуется тем, что:

- 1) овоцит 1-го порядка прекращает расти;
- 2) образуется несколько слоев фолликулярных клеток за счет усиленного митотического деления, фолликулярный эпителий становится многослойным;
- 3) фолликулярные клетки секретируют фолликулярную жидкость, содержащую эстроген – женский половой гормон, который накапливается в полостях фолликула, появляются несколько мелких полостей, заполненных жидкостью;
- 4) размер фолликула увеличивается по мере того, как полости наполняются фолликулярной жидкостью;
- 5) соединительно-тканная оболочка, окружающая снаружи фолликул называется тека. Тека фолликула состоит из 2-х слоев – внутренней теки и наружной теки.

Внутренняя тека состоит из рыхлой волокнистой неоформленной соединительной ткани (РВНСТ) с многочисленными кровеносными сосудами, вокруг которых располагаются интерстициальные клетки мезенхимного происхождения. Наружная тека представлена плотной волокнистой неоформленной соединительной тканью (ПВНСТ).

Каждые 28 суток в обоих яичниках достигает зрелости обычно лишь один фолликул.

Зрелый Граафов фолликул характеризуется тем, что:

- 1) фолликул достиг максимума своего роста;
- 2) овоцит 1-го порядка расположен эксцентрично, но сохраняет связь со стенкой фолликула с помощью яйценосного бугорка;
- 3) овоцит окружается еще лучистым венцом – один слой фолликулярных клеток с отростками, которые проникают в овоцит. Лучистый венец – это третья оболочка овоцита 1-го порядка (цитолемма, блестящая оболочка, лучистый венец);
- 4) образуется яйценосный бугорок – часть фолликулярных клеток, прилежащих к овоциту 1-го порядка, оттесняется к одному из полюсов;
- 5) остальные фолликулярные клетки образуют зернистый слой – часть фолликулярных клеток, лежащих в один или несколько слоев;
- 6) в фолликуле образуется одна большая полость, в результате слияния мелких полостей, заполненная гормоном эстрогеном;
- 7) фолликул быстро увеличился в размере за счет пролиферации клеток зернистого слоя (фолликулярных клеток) и роста полости фолликула. Диаметр достигает 2–3 см;
- 8) разросшийся фолликул выпячивает блестящую оболочку яичника, и это выпячивание возвышается над его поверхностью;
- 9) кровеносные сосуды внутреннего и наружного слоев теки хорошо развиты.

Функции фолликулярных клеток зернистого слоя фолликула – барьерная, трофическая, образование фолликулярной жидкости и выработка эстрогенов. Через 2 недели один из этих фолликулов завершает свое развитие овуляцией.

Атретическое тело

Не все фолликулы, вступившие в период большого роста, достигают зрелости. Все растущие фолликулы, в норме, кроме одного, подвергаются атрезии (гибели овоцита) и превращаются в атретические тела (атретические фолликулы). Фолликулярные клетки зернистого слоя фолликула вырабатывают гормон

гонадокринин, который угнетает рост и созревание овоцитов, вызывая гибель овоцита. Наибольшая концентрация гонадокринина обнаруживается в зрелых фолликулах. Если овуляция зрелого фолликула по каким-либо причинам не наступает, то выделяемый им гонадокринин обеспечивает его атрезию (гибель). Атрезия – своеобразная перестройка деструктивного характера, суть которой заключается в том, что:

- 1) овоцит фолликула погибает и его фрагменты поглощаются макрофагами;
- 2) блестящая оболочка сохраняется, но она сморщивается, утолщается, располагается в центре;
- 3) фолликулярные клетки зернистого слоя редуцируются (атрофируются);
- 4) интерстициальные клетки внутренней теки размножаются, увеличиваются в размерах.

Строение атретического тела

В центре атретического тела находится сморщенная блестящая оболочка, гипертрофированные интерстициальные клетки внутренней теки, рыхлая волокнистая неоформленная соединительная ткань, содержащая кровеносные сосуды. Интерстициальные клетки крупные, округлой формы. В цитоплазме хорошо развита агранулярная эндоплазматическая сеть, митохондрии, содержатся липидные включения.

Функции атретического тела:

- 1) гормональная функция – интерстициальные клетки вырабатывают овариальные гормоны;
- 2) предупреждает суперовуляцию, то есть достигает зрелости только один фолликул;
- 3) обеспечивает созревание овоцита только более полноценного фолликула.

С наступлением менопаузы процесс атрезии усугубляется из-за происходящей в организме перестройки (угнетается гормональная функция яичников).

Гематофолликулярный барьер

Женские половые клетки отделены от микроокружения гематофолликулярным барьером, который создает оптимальные условия для метаболизма овоцитов. Гематофолликулярный барьер состоит из:

- 1) сосудов микроциркулярного русла;
- 2) соединительной ткани (теки);
- 3) базальной мембраны;
- 4) фолликулярного эпителия;
- 5) блестящей оболочки (зоны).

Овуляция

Овуляция – разрыв зрелого (Граафова) фолликула и выброс овоцита 1-го порядка, окруженного фолликулярным эпителием (лучистым венцом) в брюшную полость.

Причины овуляции:

- 1) увеличение концентрации в крови лютеинизирующего гормона аденогипофиза (ЛГ);
- 2) увеличивается приток крови к капиллярам внутренней теки зрелого фолликула;
- 3) увеличивается внутрифолликулярное давление за счет увеличения содержания фолликулярной жидкости в полости фолликула;
- 4) протеолитические ферменты истончают и разрывают оболочку фолликула, белочную оболочку яичника;
- 5) выброс окситоцина в результате раздражения нервных окончаний, связанных с давлением на стенку фолликула.

У человека подготовка к овуляции и разрыв фолликула продолжается около 12 часов. В результате всех этих факторов происходит разрыв стенки зрелого Граафова фолликула и белочной

оболочки яичника, выброс овоцита 1-го порядка в брюшную полость.

Желтое тело – временная эндокринная железа. После овуляции на месте лопнувшего фолликула развивается желтое тело под влиянием лютеинизирующего гормона (лютропина) и пролактина аденогипофиза. Процесс развития желтого тела состоит из 4-х стадий:

- 1) стадии васкуляризации и пролиферации;
- 2) стадии железистого метаморфоза;
- 3) стадии расцвета;
- 4) стадии обратного развития.

1-я стадия – пролиферации и васкуляризации. После овуляции из поврежденных сосудов внутреннего слоя теки кровь изливается в полость запустевшего фолликула. Образуется сгусток крови, который быстро замещается соединительно-тканым рубцом (ПВНСТ). Оставшиеся фолликулярные клетки зернистого слоя лопнувшего фолликула быстро делятся (пролиферация), увеличивается их количество. Между размножающимися фолликулярными клетками врастают кровеносные сосуды из внутреннего слоя теки (васкуляризация).

2-я стадия – стадия железистого метаморфоза. Фолликулярные клетки увеличиваются в размерах и дифференцируются в лютеиновые клетки (лютеоциты). В них накапливается желтый пигмент – лютеин.

3-я стадия – стадия расцвета. Лютеиновые клетки активно вырабатывают гормон прогестерон. Продолжительность этой стадии различна в зависимости от того, наступила беременность или нет. Если не наступает беременность и не произошло оплодотворение, эта стадия продолжается 12–14 суток, желтое тело называется менструальным желтым телом размером 2 см. Если беременность наступила и произошло оплодотворение, то образуется желтое тело беременности. Оно существует несколько ме-

сяцев (около 4 месяцев), до момента синтеза гормона прогестерона и пролактина в плаценте.

Благодаря гормону желтого тела прогестерону сохраняется беременность. Желтое тело увеличивается в размере до 5–6 см. Поэтому различают 2 вида желтого тела – желтое тело беременности и менструальное желтое тело.

Прогестерон вырабатывается желтым телом. Он подавляет вступление овоцитов в период большого роста, то есть пока существует желтое тело овоциты не могут вступить в период большого роста фолликулов яичника.

4-я стадия – стадия обратного развития (инволюция). Желтое тело, окруженное волокнистой соединительной тканью в обоих случаях, через определенное время дегенерирует. Лютеиновые клетки атрофируются, погибают. Соединительная ткань центрального рубца разрастается. В результате на месте бывшего желтого тела формируется белое тело – соединительно-тканый рубец (ПВНСТ). Белое тело сохраняется несколько месяцев или даже лет, но затем рассасывается.

Функции яичника:

- 1) генеративная (овогенез);
- 2) эндокринная – секреция половых гормонов: эстрогена, прогестерона, гонадокринина.

Функции яичников регулируются гормонами аденогипофиза: ФСГ, ЛГ, пролактин.

Маточные трубы

Маточные трубы – парные органы, по которым половые клетки из яичников поступают в матку. Развиваются из верхней части парамезонефральных (Мюллеровых) протоков.

Строение. Стенку маточной трубы составляют 3 оболочки – слизистая, мышечная и серозная.

Слизистая оболочка образует продольные складки и состоит из 2-х слоев – эпителия и собственной пластинки слизистой

оболочки, состоящей из рыхлой волокнистой неоформленной соединительной ткани (РВНСТ). Эпителий слизистой оболочки – однослойный призматический, который состоит из 2-х видов клеток:

- 1) реснитчатых, которые способствуют продвижению яйцеклетки;
- 2) слизистых (железистых), выделяющих слизистый секрет.

Мышечная оболочка состоит из 2-х слоев гладких миоцитов – внутреннего – циркулярного, наружного – продольного.

Серозная оболочка покрывает маточные трубы снаружи и представлена мезотелием на соединительно-тканной основе.

Проксимальный конец маточных труб расширяется. Эти расширения называются воронками, которые заканчиваются бахромкой (фимбриями). Основу фимбрий образует соединительная ткань с кровеносными сосудами. Во время овуляции фимбрии наполняются кровью, в результате чего фимбрии удлиняются и наползают на яичник, охватывая его. Благодаря этому во время овуляции овоцит попадает в маточную трубу, где происходит оплодотворение.

Функции маточной трубы:

- 1) овогенез – стадия созревания;
- 2) оплодотворение.

Матка – это мышечный орган, предназначенный для осуществления внутриутробного развития плода (имплантация и вынашивание).

Развитие. Матка развивается из дистальных отделов парамезонефральных протоков (Мюллеров проток) в месте их слияния.

Строение. Стенка матки состоит из 3-х оболочек – слизистой оболочки, или эндометрия; мышечной оболочки, или миометрия; серозной оболочки, или периметрия.

Эндометрий образован двумя слоями:

- 1) однослойным однорядным призматическим эпителием;
- 2) собственной пластинкой слизистой оболочки, состоящей из рыхлой волокнистой неоформленной соединительной ткани (РВНСТ), в которой располагаются простые трубчатые неразветвленные маточные железы.

Эпителий эндометрия содержит 2 типа клеток:

- 1) реснитчатые мерцательные, которые располагаются вокруг устьев маточных желез;
- 2) железистые (слизистые, секреторные).

Слизистые экзокриноциты на апикальной поверхности имеют микроворсинки. При повышении концентрации эстрогенов микроворсинки наиболее многочисленные и высокие. Могут секретировать маточную слизь так же, как и реснитчатые эпителиоциты.

Маточные железы совместно со слизистыми экзокриноцитами секретируют маточную жидкость, которая представляет собой белково-гликозамингликановый комплекс. Накануне родов в клетках маточных желез обнаруживается релаксин, обеспечивающий расслабление лонного сочленения костей таза, который необходим для прохождения ребенка в процессе родов.

Некоторые клетки соединительной ткани развиваются в децидуальные клетки. Децидуальные клетки крупные, округлой формы, содержащие в цитоплазме липопротеиновые включения и включения гликогена. Количество децидуальных клеток увеличивается в период беременности, в фазу секреции полового цикла. Децидуальные клетки принимают участие в обеспечении гистотрофным питанием зародыша в первое время после имплантации.

По функциональному признаку (по реактивности к овариальным гормонам) эндометрий делится на 2 слоя – функциональный (отпадающий) и базальный.

Функциональный слой представлен однослойным призматическим эпителием, частью собственной пластинки слизистой оболочки и маточными железами, кроме донышек маточных желез, извитыми, спиралевидными артериями. Овариальные гормоны оказывают влияние на функциональный слой эндометрия. Функциональный слой характеризуется тем, что под влиянием гормонов ежемесячно во время менструации и родов отторгается от базального слоя и вместе с менструальной кровью удаляется из матки. В этом слое происходит имплантация и развитие плода, участвует в образовании плаценты.

Базальный слой представлен собственной пластинкой слизистой оболочки, донышками маточных желез, прямыми артериями. Овариальные гормоны не оказывают влияния на базальный слой эндометрия. Базальный (сохраняющийся) слой является постоянным, не отторгается, за счёт донышек маточных желез этого слоя происходит восстановление функционального слоя после его отпадения, то есть обеспечивает регенерацию эндометрия.

Миометрий состоит из 3-х слоев гладких мышечных клеток:

- 1) внутреннего косопродольного – подслизистого;
- 2) среднего циркулярного – сосудистого;
- 3) наружного косопродольного – надсосудистого, состоящего из миоцитов, имеющих косое направление, но перпендикулярное (перекрещивающегося) по отношению к внутреннему косопродольному подслизистому слою.

Перекрещивание миоцитов имеет определенное значение в регуляции интенсивности циркуляции крови в течение менструального цикла и во время родов. В процессе родов сокращение миоцитов стимулируется окситоцином. Между миоцитами имеется прослойка соединительной ткани. Матка как мощный мышечный орган постоянно находится в состоянии тонуса. Сокращение тела матки сопровождается раскрытием ее шейки. Эстрогены расширяют шейку. Миоциты во время беременности сильно гипертрофируются, достигая в длину 500 мкм, ветвятся и соединяются отростками в сеть.

Периметрий представлен мезотелием и рыхлой волокнистой неоформленной соединительной тканью, примыкающей к миометрию матки.

Периметрий локализуется впереди и по бокам шейки матки, представлен белой жировой тканью.

Шейка матки имеет цилиндрическую форму и состоит из 3-х слоев – слизистой оболочки канала шейки, мышечной оболочки и слизистой оболочки влагалищной части шейки.

Слизистая оболочка канала шейки (цервикальный канал) складчатая и представлена 2-мя слоями:

1) однослойным однорядным призматическим железистым и реснитчатым эпителием, секреторирующем слизь;

2) собственной пластинкой слизистой оболочки, в которой содержатся простые крупные разветвленные трубчатые слизистые шеечные железы, которые продуцируют слизь. Секрет желез густой, тягучий, щелочной реакции. Этот секрет заполняет канал шейки матки и образует слизистую пробку, которая как механически, так и бактерицидно препятствует проникновению в шейку матки микробов.

Мышечная оболочка канала шейки матки представлена мощным циркулярным слоем гладких миоцитов, представляющих собой сфинктер матки, при сокращении которого выжимается слизь из шеечных желез в канал шейки матки. Эта слизь в виде пробки закрывает канал шейки. При расслаблении сфинктера просвет шейки матки расширяется, и происходит аспирация (всасывание, втягивание) в матку спермы, попавшей во влагалище. Располагающиеся снаружи, с влагалищной части шейки матки, немногочисленные продольные пучки гладких миоцитов являются продолжением мышечной оболочки влагалища.

Слизистая оболочка влагалищной части шейки матки состоит из 2-х слоев:

1) многослойного плоского неороговевающего эпителия, состоящего из 3-х слоев:

- а) базального;
- б) промежуточного;
- в) поверхностного (функционального);

2) собственной пластинки слизистой оболочки, представленной рыхлой волокнистой неоформленной соединительной тканью (РВНСТ).

Граница между многослойным и призматическим эпителием слизистой оболочки шейки матки всегда четкая. В области контакта двух эпителиев наиболее часто наблюдается атипический рост эпителиальных клеток и развитие рака шейки матки.

Влагалище

Стенка влагалища состоит из 3-х оболочек – слизистой, мышечной, адвентициальной.

Слизистая оболочка складчатая и представлена двумя слоями:

- 1) многослойным плоским частично ороговевающим эпителием;
- 2) собственной пластинкой слизистой оболочки.

Многослойный плоский частично ороговевающий эпителий состоит из 3-х слоев:

- а) базального;
- б) промежуточного;
- в) поверхностного (функционального).

В клетках поверхностного слоя имеются гранулы кератогиалина (признак ороговения), но полного ороговения клеток в нор-

ме не происходит. Клетки поверхностного слоя также содержат включения гликогена. Распад гликогена происходит под влиянием микробов, всегда обитающих во влагалище. В результате распада гликогена образуется молочная кислота, поэтому влагалищная слизь имеет кислую реакцию и обладает бактерицидными свойствами, что предохраняет влагалище от развития в нем патогенных микроорганизмов.

Собственная пластинка слизистой оболочки состоит из рыхлой волокнистой неоформленной соединительной ткани (РВНСТ), в которой эластические волокна образуют поверхностную и глубокую сети. Железы в стенке влагалища отсутствуют.

Мышечная оболочка влагалища состоит из продольно идущих гладких миоцитов. В средней части мышечной оболочки имеется небольшое количество циркулярно расположенных гладких миоцитов.

Адвентициальная оболочка влагалища состоит из рыхлой волокнистой неоформленной соединительной ткани (РВНСТ).

Половой цикл

Овариально-менструальный цикл. Женская половая система функционирует циклично. Изменения эндометрия матки в процессе полового цикла называются менструальным циклом. Менструации – это периодические маточные кровотечения, наступающие из-за отторжения некротизированного функционального слоя эндометрия.

Менструальный цикл в норме продолжается 28 суток. В период репродуктивной зрелости (с 13–15 до 40–45 лет) организм женщины периодически подготавливается к зачатию и вынашиванию беременности. Физиологически это проявляется в циклических морфологических перестройках женской половой системы, которые при отсутствии оплодотворения заканчиваются маточными (менструальными) кровотечениями. В течение каждого цикла в яичнике происходит созревание половой клетки, овуляция зрелого фолликула с последующим развитием

желтого тела. В матке слизистая оболочка претерпевает перестройку. Эти процессы взаимосвязаны, синхронизированы и контролируются гипоталамо-гипофизарной эндокринной системой. В течение овариально-менструального цикла выделяют 3 периода:

- 1) менструальный (десквамация) с 1-го по 4-й день;
- 2) постменструальный (пролиферация) с 5-го по 14-й день;
- 3) пременструальный (секреция) с 15-го по 28-й день цикла.

В одном из двух яичников развитие фолликулов идет с некоторым опережением, а от цикла к циклу овуляция в яичнике чередуется. Поэтому овуляция происходит в норме лишь в одном яичнике.

Пременструальная фаза (секреция) продолжается около 14 суток и знаменует собой завершение подготовки женской половой системы к беременности. После овуляции под влиянием лютеинизирующего гормона (ЛГ) аденогипофиза на месте лопнувшего фолликула развивается желтое тело и начинается выделение прогестерона, под действием которого протекает пременструальная фаза. Под влиянием прогестерона происходят следующие процессы:

- 1) маточные железы становятся извитыми, секретируют густую слизь, в которой содержится много гликогена, необходимого для имплантации, трофики и активации развития зародыша;
- 2) клетки, выстилающие устья желез, становятся реснитчатыми;
- 3) некоторые клетки соединительно-тканной стромы дифференцируются в децидуальные клетки;
- 4) толщина эндометрия увеличивается за счет гиперемии и накопления отечной жидкости в собственной пластинке эндометрия;
- 5) возрастает кровоснабжение эндометрия, кровеносные сосуды эндометрия достигают максимального развития. Спиралевидные артерии разрастаются, закручиваются в клубочки и образуют густую сеть капилляров, ветвящихся

в функциональном слое эндометрия. Прямые артерии дают начало капиллярам, питающим базальный слой эндометрия.

Во время фазы секреции происходит подготовка эндометрия к возможной имплантации зародыша. Если происходит оплодотворение, то гипертрофированное состояние эндометрия поддерживается в течение 6–8 недель. Эндометрий участвует в формировании маточной части плаценты, которая сразу после родов отделяется от стенки матки и удаляется из ее полости. Если оплодотворение не состоялось, то функциональный слой эндометрия разрушается и отторгается при очередной менструации, вместе с неоплодотворенной яйцеклеткой этот слой удаляется из полости матки.

Менструальная фаза, или фаза десквамации, продолжается в течение четверо суток и характеризуется тем, что:

1) желтое тело яичника подвергается обратному развитию и прекращается выделение прогестерона;

2) фолликулы яичника еще не вступили в период большого роста и не выделяют эстрогены, так как этот рост подавляется прогестероном, то есть овариальные гормоны отсутствуют;

3) прекращается секреция лютеинизирующего гормона (ЛГ);

4) выделяются гормоны гипоталамуса – вазопрессин, окситоцин;

5) происходит спазм извитых артерий функционального слоя эндометрия под влиянием гормона вазопрессина, на прямые артерии указанное изменение не распространяется, базальный слой эндометрия продолжает получать достаточное количество крови;

6) нарушается кровоснабжение функционального слоя эндометрия. Приток крови к функциональному слою эндометрия уменьшается (ишемическая фаза);

7) в спиральных (извитых) артериях возникают тромбы, стенки сосудов теряют эластичность, становятся ломкими, утрачивают прочность;

8) нарушается питание функционального слоя эндометрия;

9) функциональный слой некротизируется, вследствие ишемии начинаются некротические изменения, некроз вызывает омертвление функционального слоя эндометрия;

10) после длительного спазма спиралевидные (извитые) артерии вновь расширяются;

11) приток крови к эндометрию увеличивается;

12) но так как стенки извитых сосудов стали хрупкими, в них возникают многочисленные разрывы. Стенки извитых артерий разрываются, и кровь из этих артерий изливается между базальным и функциональным слоями эндометрия;

13) в строме функционального слоя эндометрия начинается кровоизлияние. Некротизирующийся функциональный слой отторгается. Отторжение некротической ткани – это десквамация;

14) наступает маточное кровотечение. Это проявляется в виде кровянистых выделений из половых путей и означает начало менструации. Изливающаяся из извитых артерий кровь отделяет некротизированный функциональный слой эндометрия от базального слоя. Отделившийся функциональный слой удаляется из матки вместе с менструальной кровью;

15) к моменту окончания менструации в эндометрии определяется тонкий базальный слой, в котором сохраняются доньшки (глубокие конечные части) маточных желез.

Постменструальная фаза, или фаза пролиферации, происходит с 5-х по 14-е сутки полового цикла. Эта фаза начинается вслед за окончанием фазы менструации. В этот период эндометрий представлен только базальным слоем, в котором остались дистальные отделы маточных желез. К 7-му дню цикла растущие фолликулы яичника продуцируют эстрогены. Под влиянием эстрогенов яичника начинается пролиферация эпителия матки и характеризуется следующими процессами:

1) эпителий доньшек маточных желез базального слоя эндометрия матки усиленно пролиферирует (делится митозом);

2) маточные железы быстро растут, но остаются узкими, прямыми и не секретируют;

3) в результате активной пролиферации клеток заново создается эпителиальный покров слизистой оболочки матки;

4) регенерирует и значительно разрастается строма эндометрия, восстанавливается собственная пластика слизистой оболочки – функционального слоя эндометрия матки;

5) покровный эпителий представлен безреснитчатыми клетками;

6) в функциональный слой из базального слоя вырастают кровеносные сосуды, однако они немногочисленны и слабо ветвятся;

7) заново восстанавливается весь функциональный слой эндометрия матки.

Таким образом, фаза пролиферации определяется влиянием эстрогенов яичника, а фаза секреции – влиянием прогестерона. Овуляция наступает в яичнике на 12-17-е сутки менструального цикла, то есть посередине между двумя очередными менструациями. Менструации повторяются регулярно через 28 дней у большинства представителей женского пола, достигших половой зрелости.

Молочные железы – это видоизмененные потовые железы. Являются производными кожи. Источниками развития молочных желез являются кожная эктодерма и мезенхима.

Развитие. На 6-й неделе эмбриогенеза образуются утолщения кожной эктодермы (молочные линии). От молочных линий в подлежащую мезенхиму вырастают эпителиальные тяжи. Грудные тяжи разветвляются на выводные протоки и альвеолярные ходы. Это продолжается до 6-го месяца эмбриогенеза. У девочек в период полового созревания происходит рост и развитие молочных желез под влиянием эстрогенов. В последующем (в период беременности, лактации) на концах эпителиальных тяжей развиваются альвеолы лактирующей железы (концевые секреторные отделы альвеолярно-трубчатых желез).

Строение. Молочная железа состоит из 15–20 долек, отделенных друг от друга прослойками соединительной и жировой

ткани. В каждой дольке находится сложная разветвленная альвеолярно-трубчатая апокриновая железа. Выводной проток такой железы открывается на поверхности соска, то есть на поверхности соска открываются 15–20 протоков. Молочная железа состоит из 2 частей – выводных протоков и концевых секреторных отделов.

Выводные протоки включают:

- 1) общий выводной проток;
- 2) молочный синус – резервуар для молока;
- 3) молочные протоки;
- 4) альвеолярные молочные ходы, разветвленные.

Секреторные отделы в нелактирующей молочной железе отсутствуют. Молочная железа у девушек не достигает окончательного развития. Окончательно молочная железа развивается при беременности и лактации (лактирующая молочная железа). Образуются концевые секреторные отделы – альвеолы лактирующей железы. Стенку альвеол образуют 2 вида клеток – лактоциты и миоэпителиоциты.

Лактоциты располагаются в один слой на базальной мембране. Имеют призматическую форму. На апикальной поверхности лактоцитов находятся микроворсинки. В цитоплазме лактоцитов хорошо развита гладкая и гранулярная эндоплазматическая сеть, митохондрии, содержатся включения – жировые капли. Соединяются лактоциты друг с другом при помощи десмосом.

Миоэпителиоциты своими отростками охватывают альвеолу снаружи. Альвеолы – полые мешочки. Миоэпителиоциты имеют корзинчатую форму. Сокращение миоэпителиоцитов способствует выведению секрета – молока. В просвет альвеол по апокриновому типу секретруется молоко – продукт сложного состава, включающий белки (казеин), липиды (триглицерид), сахара (лактоза), иммуноглобулины, витамины, соли, воду. Все эти компоненты входят в состав женского молока – самого ценного и незаменимого питания для младенца.

Стимулирует секреторную функцию лактоцитов лактотропный гормон (ЛТГ) аденогипофиза. Секреция молока в альвеолах

начинается во второй половине беременности. Выделение молока стимулируется окситоцином гипоталамуса, который вызывает сокращение миоэпителиальных клеток концевых секреторных отделов молочной железы. После выделения секрета лактоциты регенерируют и вступают в новый секреторный цикл. Альвеолы открываются в альвеолярные ходы.

Стенка альвеолярных ходов образована однослойным однорядным кубическим эпителием и содержит миоэпителиоциты. Молочные протоки выстланы двухслойным кубическим эпителием. Молочные синусы выстланы трехслойным кубическим эпителием. Общий проток выстлан многослойным плоским неороговевающим эпителием (МПНЭ). Вдоль выводных протоков в соединительной и жировой ткани проходят пучки гладкой мышечной ткани, сокращение которой способствуют молокоотдаче. В области околососкового кружка эпидермис сильно пигментирован за счет скопления меланоцитов. В сосочковом слое дермы находятся многочисленные инкапсулированные нервные окончания (механорецепторы). Молочные железы (секрет – молоко) обеспечивают питание ребенка после его рождения, когда прекращается получение им питательных веществ через плацентарную кровь.

Секреторная активность молочной железы регулируется эстрогенами, прогестероном, пролактином, окситоцином и другими гормонами. С возрастом по мере уменьшения синтеза половых гормонов происходит постепенная инволюция молочных желез.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Линдберг М.Р.* Гистология для патологоанатомов: научно-практическое издание / М.Р. Линдберг, Л.В. Лэмпис; пер. с англ.; под ред. Е.А. Коган, Ю.И. Османова. – М.: Изд-во «Практическая медицина», 2022. – 490 с.
2. *Быков В.Л.* Гистология, цитология и эмбриология: атлас; учебное пособие / В.Л. Быков. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2022. – 296 с.
3. *Мирзоян Э.Н.* Развитие основных концепций эволюционной гистологии: учебник / Э.Н. Мирзоян; отв. ред. Л.Я. Бляхер. 2-е изд. – М.: ЛЕНАНД, 2022. – 272 с.
4. *Золотова Т.Е.* Гистология: учебное пособие для вузов / Т.Е. Золотова, И.П. Аносов. 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство «Юрайт», 2021. – 278 с.
5. Учебное пособие к практическим занятиям по гистологии (органы полости рта): учебное пособие / под ред. В.В. Глинкиной. – М.: РНИМУ им. Н.И. Пирогова, 2021. – 68 с.
6. *Афанасьев Ю.И.* Гистология, эмбриология, цитология: учебник / Ю.И. Афанасьев, Б.В. Алешин, Н.П. Барсуков [и др.]; под ред. Ю.И. Афанасьева, Н.А. Юриной. 7-е изд., перераб. и доп. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2021. – 832 с.
7. *Данилов Р.К.* Гистология. Эмбриология. Цитология: учебник / Р.К. Данилов, Т.Г. Боровая. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 528 с.
8. Учебное пособие к практическим занятиям по частной гистологии (выделительная и половая системы): учебное пособие / под ред. В.В. Глинкиной. – М.: РНИМУ им. Н.И. Пирогова, 2020. – 76 с.
9. *Гемонов В.В.* Гистология и эмбриология органов полости рта и зубов: учебное пособие / В.В. Гемонов, Э.Н. Лаврова, Л.И. Фалин. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2019. – 320 с.
10. *Кузнецов С.Л.* Лекции по гистологии, цитологии и эмбриологии: учебное пособие / С.Л. Кузнецов, М.К. Пугачев. 4-е изд., стереотип. – М.: ООО «Издательство “Медицинское информационное агентство”», 2018. – 480 с.

Ольга Петровна Калугина

ЧАСТНАЯ ГИСТОЛОГИЯ

Учебное пособие

Редактор *Н.В. Шумкина*

Компьютерная верстка *А.А. Клочкова*

Подписано в печать 28.05.2024.

Формат $60 \times 84 \frac{1}{16}$. Печать офсетная.

Объем 14,5 п. л. Тираж 100 экз. Заказ 4.

Издательский дом КРСУ

720000, г. Бишкек, ул. Киевская, 44.