

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**И. В. Суходоло, В. А. Казаков,  
Е. А. Геренг, А. Н. Дзюман, И. В. Мильто**

# **ЛЕКЦИИ ПО ВИСЦЕРОЛОГИИ**

Томск  
Сибирский государственный медицинский университет  
2013

УДК 611.1/.8-018(075.8)

ББК Е76я73+Е86я73

Л 436

Л 436 Лекции по висцерологии: учебное пособие / И. В. Суходоло, В. А. Казаков, Е. А. Геренг, А. Н. Дзюман, И. В. Мильто. – Томск: СибГМУ, 2013. – 139 с.

Представлена информация о макро- и микроморфологии внутренних органов человека, сгруппированных по система, каждой из которых посвящен отдельный раздел (сердечно-сосудистая система, органы кроветворения и иммунологической защиты, эндокринная, пищеварительная, дыхательная, мочевыделительная, мужская и женская половые системы, кожа и ее производные). Подобная систематизация учебного материала существенно облегчает понимание и способствует оптимальному усвоению учебной программы по курсу функциональной морфологии внутренних органов.

Данное учебное пособие написано по дисциплине «Морфология» в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования и предназначено для студентов медико-биологического факультета, обучающихся по специальностям: 060601 65 – медицинская биохимия; 060602 65 – медицинская биофизика; 060609 65 – медицинская кибернетика.

УДК 611.1/.8-018(075.8)

ББК Е76я73+Е86я73

**Рецензент:** доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры морфологии и общей патологии **Р.И. Плешко**.

*Утверждено и рекомендовано к печати учебно-методической комиссией медико-биологического факультета (протокол № 9 от 25 декабря 2012 г.) и Центральным методическим советом (протокол № 1 от 13 февраля 2013 г.) ГБОУ ВПО СибГМУ Минздрава России.*

© ГБОУ ВПО СибГМУ Минздрава России, 2013

© Суходоло И.В., Казаков В.А., Геренг Е.А.,  
Дзюман А.Н., И.В. Мильто, 2013

## ВВЕДЕНИЕ

Бесконечен жизни бег.  
Хоть летит за веком век,  
Не изучен человек.

*Пупышев Л.В.*

Курс морфологии в силу своей специфики является одним из самых трудоемких предметов в медико-биологическом образовании. Студентам в предельно сжатые сроки приходится запомнить огромное количество терминов на русском и латинском языках. В данном учебном пособии в помощь студентам медико-биологического факультета авторами предпринята попытка систематизировать учебный материал по висцерологии (спланхнологии) – разделу морфологии, изучающему строение внутренних органов человека.

## Лекция 1

# ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ СЕРДЦА И МАГИСТРАЛЬНЫХ СОСУДОВ

*Сердце* представляет собой полый мышечный орган, расположенный в нижнем средостении, имеющий вид уплощенного конуса, лежащего на сухожильном центре диафрагмы. Сердце фиксировано на крупных кровеносных сосудах.

*Средостение* (mediastinum) – область грудной полости, расположенная между плевральными полостями. Различают верхнее средостение – располагается выше сердца (аорта, крупные сосуды, трахея, пищевод, тимус) и нижнее средостение, в котором выделяют средостение переднее (между перикардом и грудиной), среднее (область сердца, перикард, крупные сосуды и нервы) и заднее (между перикардом и позвоночным столбом, содержит пищевод, нервы, аорту, грудной лимфатический проток, непарную и полунепарную вены). Спереди средостение ограничено задней поверхностью грудины, сзади – позвоночником.

Верхняя граница сердца проецируется на место соединения грудины с хрящом III ребра, нижняя граница сердца соответствует V ребру.

Мощность сердца при сокращении составляет около 3 Вт. Работа, совершаемая сердцем за сутки, достигает 100 кДж. В день сердце сокращается более 100 000 раз, перекачивает более 10 000 литров крови. За 70 лет жизни человека сердце сокращается почти 3 млрд. раз, перекачивает около 300 млн. литров крови. Частота сердечных сокращений в покое составляет 60—90 ударов в минут.

По характеру наполняющей сердце крови в органе различают правую половину – «венозное сердце» (правое предсердие и правый желудочек) и левую половину – «артериальное сердце» (левое предсердие и левый желудочек). В сердце различают задневерхнюю расширенную часть – основание сердца (basis cordis) и передненижнюю узкую закругленную часть – верхушку сердца (apex cordis). В сердце

различают 2 поверхности: нижняя, уплощенная, прилегающая к диафрагме – диафрагмальная (*facies diaphragmatica*); передневерхняя, выпуклая, залегающая позади грудины, хрящей, ребер и передних краев легких – грудино-реберная поверхность (*facies sternocostalis*) и 2 боковых края: правый (более длинный и острый) и левый (более короткий и округлый).

Сердце имеет 4 полости: правое предсердие – *atrium dextrum*, правый желудочек – *ventriculus dexter*, левое предсердие – *atrium sinistrum* и левый желудочек – *ventriculus sinister*. Оба предсердия и оба желудочка разделены изолирующими перегородками (межпредсердной и межжелудочковой). Межпредсердная перегородка – *septum atriorum* – разделяет правое и левое предсердия, а межжелудочковая перегородка – *septum ventriculorum* – правый и левый желудочки. Венозная и артериальная кровь в норме не смешиваются.

Каждое предсердие сообщается с соответствующим желудочком при помощи предсердно-желудочкового отверстия – *ostium atrioventriculare dextrum et sinistrum*. Предсердия являются камерами, воспринимающими кровь, а желудочки – ее выбрасывающими.

Венозная кровь посредством верхней и нижней полых вен (*v. cava superior et inferior*) и венозного синуса сердца (*sinus coronarius cordis*) впадает в правое предсердие. Через правое предсердно-желудочковое отверстие венозная кровь из правого предсердия попадает в правый желудочек, а оттуда, при его систоле, выбрасывается в легочный ствол (*truncus pulmonalis*). Легочный ствол делится на правую и левую легочные артерии (*a. pulmonalis dextra et sinistra*), по которым венозная кровь направляется к легким. В капиллярах легких происходит газообмен: венозная кровь отдает углекислый газ и насыщается кислородом, становится артериальной и по 4 легочным венам (*vv. pulmonales*) – по 2 от каждого легкого – направляется в левое предсердие. Через левое предсердно-желудочковое отверстие артериальная кровь попадает в левый желудочек и при его систоле выбрасывается в аорту, откуда разносится по различным органам и тканям организма. Отдав кислород и вновь став венозной, кровь возвращается в правое предсердие. Таким образом, получается замкнутая система кровообращения – общий круг кровообращения (*circulus sanguinis totus*), в котором выделяют малый круг кровообращения (*circulus sanguinis minor*) и большой круг кровообращения (*circulus sanguinis major*). Малый круг кровообращения начинается в правом желудочке

и заканчивается в левом предсердии. Большой круг кровообращения берет начало в левом желудочке и заканчивается в правом предсердии. Искусственно выделяют сердечный круг кровообращения, который, как и большой круг кровообращения, начинается в левом желудочке и заканчивается в правом предсердии.

*Правое предсердие – atrium dextrum.* Представляет собой полость неправильной кубовидной формы. Правая часть предсердия продолжается в правое ушко (*auricula dextra*), а левая часть является местом впадения вен – пазуха полых вен – *sinus venarum (cavarum)*. В правое предсердие впадают 3 крупных вены: *v. cava superior* – верхняя полая вена, *v. cava inferior* – нижняя полая вена, *sinus coronarius cordis* – венечная пазуха сердца и ряд мелких вен. Рельеф левой и задней стенки – гладкий, боковая (правая) и передняя стенки несут выдающиеся в полость гребешковые мышцы (*mm. pectinati*) и мышечные перекладки (*trabeculae carneae*). В межпредсердной перегородке со стороны правого предсердия располагается углубление – овальная ямка (*fossa ovalis*) – заросшее овальное отверстие (*foramen ovale*). В нижнепереднем отделе имеется правое предсердно-желудочковое отверстие – *ostium atrioventriculare dextrum*.

*Левое предсердие – atrium sinistrum.* Имеет форму неправильно-го куба. В него впадают с каждой стороны (слева и справа) по 2 легочных вены (с артериальной кровью) – *vv. pulmonales*. Внутренняя поверхность стенок левого предсердия гладкая, за исключением внутренней (правой) стенки и ушка левого предсердия. *Ostium atrioventriculare sinistrum* (левое предсердно-желудочковое отверстие) ведет в полость левого желудочка. Толщина стенок предсердий – 2—3 мм.

*Правый желудочек – ventriculus dexter.* Толщина стенки 5—8 мм. Имеет форму неправильной трехсторонней пирамиды, основание которой направлено вверх, в сторону правого предсердия, вершина – кпереди. Передней и задней продольными бороздами (*sulci longitudinales anterior et posterior*) правый желудочек отграничен на поверхности сердца от полости левого желудочка. Венечная борозда (*sulcus coronarius*) отделяет правый желудочек от правого предсердия. Отверстие, ведущее из полости правого предсердия в правый желудочек, снабжено 3-створчатым клапаном – *valvula tricuspidalis*, препятствующим обратному току крови из правого желудочка в правое предсердие. Все 3 створки, фиксируясь по краям атриовентрикуляр-

ного отверстия, опускаются свободными краями в полость желудочка, где прикрепляются сухожильными нитями (*chordae tendineae*) к сосочковым мышцам (*mm. papillares*). Кровь из правого желудочка при его систоле поступает в легочной ствол через отверстие, снабженное клапаном – *valva trunci pulmonalis* – клапаном легочного ствола (3 полулунных створки).

*Левый желудочек* – *ventriculus sinister*. Имеет продолговато-овальную форму, заостренный передне-нижний конец соответствует верхушке сердца (*apex cordis*). Полость левого желудочка длиннее и уже, чем полость правого желудочка. Толщина стенки – 10—15 мм. Из левого предсердия в левый желудочек кровь течет через *ostium atrioventriculare sinistrum*. Отверстие снабжено 2-створчатым (митральным) клапаном – *valva mitralis, v. bicuspidalis*. Передний отдел полости левого желудочка – артериальный конус (*conus arteriosus*) сообщается с аортой. В устье аорты имеются 3 полулунных заслонки клапана аорты (*valvalae semilunares aortae*). Толщина межжелудочковой перегородки – 10 мм.

*Сердечный цикл* – это совокупность явлений, последовательно происходящих в сердце с начала одного сокращения до начала другого. Длится около 0,8 секунды (в покое) и состоит из 3 фаз.

В I фазе сердце расслаблено (диастола – *diastello* (греч.) – расширять). Кровь из полых вен поступает в правое предсердие, а оттуда в правый желудочек. Одновременно с этим артериальная кровь из легочных вен поступает в левое предсердие и левый желудочек. Длительность I фазы – 0,3—0,4 сек. Во время I фазы сердечного цикла открыты митральные и трехстворчатые клапаны, аортальный клапан и клапан легочного ствола закрыты.

II фаза – сокращение (систола – *sistello* (греч.) – стягивать) предсердий выталкивает остаток крови в желудочки. Длительность II фазы – 0,1—0,2 сек.

III фаза – систола желудочков. Сокращение желудочков начинается от верхушки сердца. Кровь при этом поступает в аорту из левого желудочка и в легочный ствол из правого желудочка. Длительность III фазы – 0,2—0,3 сек.

Эффективность работы сердца зависит от того, насколько синхронно проходят сокращения, т. е. от работы проводящей системы сердца. Водителем ритма в сердце является синоатриальный узел (узел Киса-Фляка) – это скопление специализированных сердечных

миоцитов, расположенных в стенке нижней полой вены в месте ее впадения в правое предсердие. Синоатриальный узел способен генерировать любую необходимую частоту сердечных сокращений. От синоатриального узла волна деполяризации (возбуждения) распространяется по миокарду предсердий, после чего они синхронно сокращаются. Далее пучки проводящей системы сходятся в атриовентрикулярном узле (Ашофа-Тавара), который располагается в нижней части межпредсердной перегородки.

Кпереди атриовентрикулярный узел продолжается в атриовентрикулярный пучок (пучок Гиса), который проходит в межжелудочковой перегородке. Пучок Гиса разделяется на 2 ножки (правую и левую). Левая ножка пучка Гиса делится еще на 2 ножки – переднюю и заднюю. Терминальными ветвями пучка Гиса являются волокна Пуркинье. Желудочки, как и предсердия, охватываются волной деполяризации одновременно от верхушки к основанию. От верхушки к основанию происходит и их сокращение.

Стенка сердца состоит из трех слоев: эндокарда (внутренний слой), миокарда (средний) и эпикарда (наружный).

*Эндокард* – производное мезенхимы, состоит из следующих слоев: 1) слой эндотелия; 2) базальная мембрана; 3) субэндотелиальный слой (рыхлая соединительная ткань); 4) мышечно-эластический слой (гладкие миоциты, эластические волокна и мембраны); 5) наружный соединительно-тканый слой – прилегает к миокарду.

*Миокард* – самый мощный слой сердца, образованный поперечно-полосатой сердечной мышечной тканью. Границей между мышечными слоями предсердий и желудочков является плотная фиброзная соединительная ткань, образующая фиброзные кольца (*annuli fibrosi*) – «скелет сердца», которые окружают правое и левое предсердно-желудочковые отверстия.

Отличия поперечно-полосатой сердечной от поперечно-полосатой скелетной мышечной ткани: 1) структурно-функциональной единицей миокарда является кардиомиоцит. Длина кардиомиоцитов 100—150 мкм, диаметр 10—20 мкм; 2) наличие вставочных дисков; 3) кардиомиоциты анастомозируют.

В кардиомиоците ядро расположено в центре клетки, а миофибриллы лежат на периферии.

Кардиомиоциты соединяются «конец-в-конец», образуя систему анастомозирующих клеток. Миокард предсердий и желудочков



совершенно обособлен друг от друга фиброзными кольцами. Связаны они только пучком Гиса.

#### Типы кардиомиоцитов

- 1) сократительные (рабочие) (85—90 %) – хорошо развит сократительный аппарат;
- 2) проводящие (5—7 %) – элементы проводящей системы сердца;
- 3) секреторные (3—5 %) – кардиомиоциты правого и левого предсердий, синтезируют предсердный натрийуретический пептид, который регулирует артериальное давление, диурез, объем циркулирующей крови.

Регенерация кардиомиоцитов – исключительно внутриклеточная.

В миокарде предсердий выделяют 2 слоя: 1) поверхностный – циркулярный – общий для обоих предсердий; 2) глубокий – продольный – индивидуальный.

Миокард желудочков имеет 3 слоя: 1) поверхностный – продольный – общий для желудочков, образует водоворот (vortex) на верхушке левого желудочка; 2) средний – циркулярный – индивидуальный; 3) внутренний – продольный – общий.

Эпикард представлен мезотелием и рыхлой волокнистой соединительной тканью.

*Кровоснабжение сердца.* Сердце кровоснабжается 2 венечными (коронарными) артериями: а. coronaria dextra et sinistra, которые берут начало из одноименных пазух аорты (синусов Вальсальвы). А. coronaria dextra кровоснабжает правую половину сердца, иногда (при правом типе кровоснабжения) – заднюю стенку левого желудочка. А. coronaria sinistra делится на переднюю нисходящую артерию (ramus descendens anterior) и огибающую ветвь (ramus circumflexus) кровоснабжающие оставшуюся часть сердца. Вены сердца многочисленны и все собираются в венечный синус сердца (sinus coronarius cordis), который открывается в правое предсердие. Описанный путь от левого желудочка до правого предсердия выделяется в сердечный круг кровообращения.

Лимфатические сосуды сердца делятся на поверхностные (под эпикардом) и глубокие (под эндокардом и в толще миокарда).

*Околосердечная сумка – pericardium.* Сердце заключено в замкнутую сердечную полость (cavum pericardii), образованную серозной оболочкой. Перикард делится на наружный (собственно pericardium) и внутренний (эпикард) листок. У сосудистых стволов

внутренний листок переходит в наружный, таким образом, образуется замкнутая полость, содержащая около 20 мл перикардальной жидкости.

Влияние на сердце со стороны нервной системы: симпатическая нервная система усиливает работу сердца, ускоряет ритм, расширяет коронарные сосуды; парасимпатическая нервная система – тормозит и угнетает сердечную деятельность, суживает коронарные сосуды.

## Лекция 2

### МИКРОМОРФОЛОГИЯ СОСУДОВ ЧЕЛОВЕКА

Для существования живого организма необходима постоянно действующая система циркуляции жидкостей. Сердечно-сосудистая система включает сердце, кровеносные и лимфатические сосуды.

В артериях кровь течёт от сердца к органам и тканям, в венах – от тканей к сердцу.

Капилляры – это тончайшие сосуды, через стенки которых происходит обмен веществами между кровью и тканями. Артериоло-венулярные анастомозы, как и капилляры, связывают артериолы и венулы, но, в отличие от капилляров, в них не совершается обмен веществами между кровью и тканями. Некоторые участки большого круга усложнены: на своём пути кровь проходит через капилляры не один раз, а дважды. Это так называемые «чудесные сети», встречающиеся в системе воротной вены, в портальной системе гипофиза, в почках. Структура сосудов варьирует в каждом конкретном случае и соответствует их положению в круге кровообращения и гемодинамике.

Функции сердечно-сосудистой системы:

- 1) трофическая – снабжение тканей питательными веществами;
- 2) дыхательная – снабжение тканей кислородом;
- 3) экскреторная – удаление продуктов обмена из тканей;
- 4) интегративная – объединение всех тканей и органов;
- 5) регуляторная – поддержание гомеостаза (изменение кровоснабжения, перенос гормонов, факторов роста, цитокинов, выработка биологически активных веществ).

По морфофункциональной классификации сосуды делят на:

- 1) присердечные сосуды (аорта, легочный ствол);
- 2) магистральные сосуды (распределяют кровь по регионам);

## Органные сосуды

*Крупные артерии* – артерии эластического типа – сосуды высокого давления – располагаются вблизи сердца (аорта, легочная артерия), растягиваются в систолу при поступлении крови из сердца и возвращаются к прежним размерам, выбрасывая кровь в дистальные участки сосудистого русла в диастолу. Благодаря этому кровоток остается непрерывным, а кровообращение – постоянным. Функция этих сосудов обеспечивается мощным развитием эластических элементов в их стенке.

*Средние и мелкие артерии* – артерии мышечно-эластического и мышечного типа – приносят кровь к различным органам и тканям, регулируя кровоток в зависимости от их функционального состояния, создают сопротивление кровотоку (резистивные сосуды) и поддерживают высокое давление. Это обеспечивается значительным развитием мышечных элементов в их стенке. В связи с тем, что кровь в артериях течет под высоким давлением, их стенка имеет большую толщину и содержит хорошо развитые эластические элементы.

*Артериолы* – сосуды-стабилизаторы давления – служат теми участками сосудистого русла, где происходит резкий перепад давления (от высокого в артериях до низкого в капиллярах). Это обусловлено значительным количеством этих сосудов, их узким просветом и наличием мышечных элементов в стенке. Общее давление в артериальной системе определяется тонусом артериол.

*Прекапиллярные артериолы* – распределители капиллярного кровотока. Их гладкомышечные клетки, сокращаясь, могут прекращать кровоток. Функция – резистивная.

*Капилляры, посткапиллярные вены* – обменные сосуды – являются звеном, в котором осуществляется двусторонний обмен веществ между кровью и тканями, что достигается благодаря их огромной общей поверхности и тонкой стенке.

*Вены и мелкие вены* – аккумулярующие сосуды, собирающие из капилляров кровь, которая движется под низким давлением. Емкостная функция. Их стенки тонкие, что, как и в капиллярах, способствует обмену веществ и облегчает миграцию клеток из крови.

*Вены* – сосуды возврата – обеспечивают возврат крови, медленно транспортируемой под низким давлением, к сердцу. В связи с этой функцией они характеризуются широким просветом, тонкой стенкой со слабым развитием эластических и мышечных элементов (послед-

ние значительно развиты лишь в венах, несущих кровь против силы тяжести, где имеются также особые приспособления, способствующие движению крови – клапаны).

*Шунтирующие сосуды* – анастомозы артерио-венозные, артериоло-венулярные создают обходной (окольный) путь кровотоку, минуя микроциркуляторное русло.

*Лимфатические сосуды* осуществляют резорбтивную функцию.

#### Общие закономерности структурной организации сосудов

Сосуд представляет собой трубку, стенка которой состоит из трех оболочек: 1) внутренней – интимы (*tunica intima, interna*); 2) средней – меди (*tunica media*); 3) наружной – адвентиции (*tunica adventitia, externa*).

Внутренняя оболочка образована эндотелием, подэндотелиальным слоем, состоящим из соединительной ткани и содержащим эластические волокна, и внутренней эластической мембраной (часто fenestрированной), которая может редуцироваться до отдельных волокон.

Средняя оболочка включает слои циркулярно расположенных гладкомышечных клеток и сеть коллагеновых, ретикулярных и эластических волокон, основное вещество. Встречаются отдельные фибробласты.

Адвентициальная оболочка образована наружной эластической мембраной (может отсутствовать) и рыхлой волокнистой соединительной тканью, содержащей нервы и сосуды сосудов, питающие стенку сосудов диаметром более 1 мм. В артериях они снабжают адвентицию, в венах проникают глубоко в среднюю оболочку.

#### Артерии

Артерии подразделяются на три типа: 1) эластические; 2) мышечные; 3) мышечно-эластические.

Артерии эластического типа характеризуются большим просветом и относительно тонкой стенкой (около 10 % диаметра) с мощным развитием эластических элементов. К ним относятся наиболее крупные сосуды – аорта и легочные артерии, в которые кровь движется с высокой скоростью и под большим давлением.

Аорта – самая крупная артерия организма, ее стенка включает три оболочки. Внутренняя оболочка – сравнительно толстая, представлена эндотелием и подэндотелиальным слоем с высоким содержанием эластических волокон.

Внутренняя эластическая мембрана выражена неотчетливо. С возрастом толщина интимы увеличивается.

Средняя оболочка образует основную часть стенки, содержит мощный эластический каркас, состоящий из 40—70 окончатых эластических мембран, которые имеют вид цилиндров, вставленных друг в друга (на срезах – параллельно лежащих линейных прерывистых структур). Между окончатыми эластическими мембранами располагается сеть эластических и ретикулярных волокон, основное вещество, гладкомышечные клетки и фибробласты.

Адвентициальная оболочка – относительно тонкая, не содержит наружной эластической мембраны. В ее соединительной ткани – большое количество коллагеновых и эластических волокон, нервы и сосуды сосудов.

*Артерии мышечного типа* распределяют кровь по органам и тканям и составляют большинство артерий организма. Их стенка содержит значительное число гладкомышечных клеток, которые, сокращаясь, регулируют кровоток. В этих артериях стенка относительно толстая по сравнению с просветом и имеет следующие особенности:

Внутренняя оболочка – сравнительно тонкая, состоит из эндотелия, субэндотелиального слоя (хорошо выраженного только в крупных артериях), фенестрированной внутренней эластической мембраны.

Средняя оболочка – наиболее толстая, содержит циркулярно расположенные гладкомышечные клетки, лежащие слоями (10—60 слоев в крупных артериях и 3—4 в мелких). Между ними – сеть коллагеновых и эластических волокон, основное вещество, отдельные фибробласты.

Адвентициальная оболочка образована наружной эластической мембраной (отсутствует в мелких артериях) и рыхлой волокнистой соединительной тканью, содержащей эластические волокна. Сосуды сосудов (отсутствуют в мелких артериях с диаметром менее 1 мм) проникают из адвентиции в периферические отделы средней оболочки.

*Артерии мышечно-эластического типа* располагаются между артериями эластического и мышечного типов и обладают признаками тех и других. В их стенке хорошо представлены как эластические, так и мышечные элементы.

## Вены

Давление в венах низкое, кровь движется медленно, поэтому они характеризуются большим просветом, тонкой, легко спадающей стенкой со слабым развитием эластических элементов. В них находится до 70 % всей крови.

Особенности строения стенки вен:

- 1) слабое развитие внутренней эластической мембраны, которая часто распадается на сеть волокон;
- 2) слабое развитие циркулярного мышечного слоя, более частое продольное расположение гладкомышечных клеток;
- 3) меньшая толщина по сравнению со стенкой соответствующей артерии, более высокое содержание коллагеновых волокон;
- 4) неотчетливость разграничения на отдельные оболочки;
- 5) более сильное развитие адвентиции и более слабое – интимы и средней оболочки (по сравнению с артериями);
- 6) значительная вариабельность строения в различных сосудах и даже в отдельных участках одной вены;
- 7) наличие клапанов.

По степени развития мышечных элементов в стенке вены разделяют на безмышечные и мышечные.

Вены безмышечного типа располагаются в мягкой мозговой оболочке, сетчатке, костях, селезенке, плаценте, в сосудах такого типа гладкая мышечная ткань в средней оболочке отсутствует. Вены плотно сращены со стромой органов и не спадаются. Стенка таких вен представлена эндотелием, окруженным слоем соединительной ткани.

Мышечные вены подразделяются на три группы.

1. Со слабым развитием мышечных элементов – мелкие и средние вены верхней части тела, по которым кровь движется пассивно вследствие тяжести. В их стенке подэндотелиальный слой развит слабо, в средней оболочке имеется небольшое количество гладкомышечных клеток, лежащих группами, в адвентиции – единичные продольно расположенные гладкомышечные клетки.
2. Со средним развитием мышечных элементов – характеризуются наличием единичных продольно ориентированных гладкомышечных клеток в интиме и адвентиции и пучков циркулярно расположенных мышечных клеток, разделенных

прослойками соединительной ткани в средней оболочке. Внутренняя и наружная эластические мембраны отсутствуют. Могут иметься клапаны – образования в виде карманов, свободные края которых направлены к сердцу. Клапаны образованы складкой интимы, содержащей эластические волокна, у ее основания располагаются гладкомышечные клетки.

Функции клапанов:

- а) препятствие обратному току крови;
- б) продвижение крови при сокращении мышц.

3. С сильным развитием мышечных элементов – крупные вены нижних отделов тела. Для них характерно наличие крупных продольных пучков гладкомышечных клеток в интимае и адвентиции и значительное содержание циркулярно расположенных гладкомышечных элементов в средней оболочке. Имеются многочисленные клапаны.

Степень развития мышечной ткани в венах зависит от гемодинамических условий: в верхней части тела – слабое развитие, поскольку отток крови происходит по направлению силы тяжести. В нижней части тела, в связи с прямохождением, – против силы тяжести. Отмечается мощный мышечный аппарат, имеются клапаны.

Морфологические признаки, отличающие вены от артерий:

- 1) мышечные элементы в венах располагаются пучками, разделенными соединительно-тканными перегородками;
- 2) в венах не развиты эластические мембраны;
- 3) в венах есть клапаны;
- 4) самая толстая оболочка в венах – наружная, в артериях – средняя;
- 5) просвет вены неровный, а в артериях – округлый.

Особенности трофики сосудов

✓ В стенках артерий капилляры находятся только в наружной оболочке по причине имеющегося высокого артериального давления.

✓ Трофика внутренней и 2/3 средней оболочки осуществляется кровью из просвета артерии.

✓ Диффузия веществ на сравнительно большие расстояния ведет к отложению холестерина и солей в интимае.

✓ В венах давление низкое, сеть кровеносных и лимфатических капилляров более развита, питает все оболочки.



### Микроциркуляторное русло

*Микроциркуляторное русло.* Внутриорганный отдел сосудистой системы, располагающийся между мелкими артериями и венами, образован микроциркуляторным руслом. К микроциркуляторному руслу относят сосуды диаметром менее 100 мкм. Они играют главную роль в обеспечении трофической, дыхательной, экскреторной, регуляторной функций сосудистой системы, развитии воспалительных и иммунных реакций.

Звенья микроциркуляторного русла: 1) артериальное (артериолы и прекапилляры); 2) капиллярное; 3) венозное (посткапилляры, венулы).

*Артериолы* – сосуды диаметром 50—100 мкм, их стенка состоит из трех оболочек. Внутренняя оболочка образована плоскими эндотелиальными клетками, отростки которых проникают сквозь очень тонкую фенестрированную внутреннюю эластическую мембрану (отсутствует в самых мелких артериолах) и образуют контакты с гладкими миоцитами средней оболочки. Последние связаны друг с другом щелевыми и плотными соединениями и лежат циркулярно в один слой (изредка в два слоя). Адвентиция очень тонкая и сливается с окружающей соединительной тканью.

*Прекапилляры* (прекапиллярные артериолы, или метартериолы) – сосуды диаметром 14—16 мкм, отходящие от артериол, в стенке которых эластические элементы полностью отсутствуют. Эндотелиальные клетки контактируют с гладкими миоцитами, располагающимися на большом расстоянии друг от друга и образующими прекапиллярные сфинктеры в участке отхождения прекапилляров. Сфинктеры регулируют кровенаполнение отдельных групп капилляров, в норме часть их тонических закрыта и открывается при нагрузке. Между эндотелиальными и гладкомышечными клетками располагаются перициты.

Деятельность сфинктеров регулируется:

1) вегетативной нервной системой, которая имеет окончания симпатических и парасимпатических нервов на гладких миоцитах;

2) гормональным путем (адреналин, гистамин и др.) – воздействие производится на эндотелий, далее через перфорации в базальной и эластической мембранах, сигнал (медиатор) поступает на миоциты.

### Капиллярное звено

*Капиллярное звено* представлено капиллярными сетями, общая протяженность которых в организме превышает 100 тыс. км. Диаметр капилляров колеблется в пределах 3—12 мкм. Выстилка капилляров образована эндотелием, в расщеплениях его базальной мембраны выявляются особые клетки – перициты, имеющие многочисленные щелевые соединения с эндотелиоцитами. Снаружи капилляры окружены сетью ретикулярных волокон.

По структурно-функциональным особенностям капилляры подразделяются на три типа:

- 1) капилляры с непрерывной эндотелиальной выстилкой;
- 2) фенестрированные капилляры;
- 3) синусоидные капилляры.

1. Капилляры с непрерывной эндотелиальной выстилкой – эндотелиальные клетки толщиной от 0,1 до 0,8 мкм связаны плотными и щелевыми соединениями, реже – десмосомами. В их цитоплазме присутствуют многочисленные эндоцитозные пузырьки диаметром 60—70 нм, осуществляющие транспорт макромолекул. Базальная мембрана непрерывна, имеется большое число перицитов. Капилляры данного типа наиболее распространены в организме и встречаются в мышцах, соединительной ткани, легких, центральной нервной системе, тимусе, селезенке, экзокринных железах.

2. Фенестрированные капилляры характеризуются тонким (80 нм) эндотелием, в котором имеются поры диаметром 50—80 нм, во многих случаях затянутые диафрагмой толщиной 4—6 нм с утолщением в центре. Эндоцитозные пузырьки немногочисленны, базальная мембрана непрерывна, перициты содержатся в небольшом количестве. Такие капилляры имеются в почечном тельце, эндокринных органах, слизистой оболочке ЖКТ, сосудистом сплетении мозга.

3. Синусоидные капилляры отличаются большим диаметром (до 30—40 мкм), крупными межклеточными и трансцеллюлярными порами диаметром 0,5—3,0 мкм. Эндоцитозные пузырьки отсутствуют, базальная мембрана прерывистая. Эти капилляры находятся в печени, селезенке, костном мозге и коре надпочечника.

Функционально капилляры можно разделить на: 1) открытые – в просвете циркулируют форменные элементы крови; 2) плазматические – в просвете определяется плазма; 3) закрытые – просвет отсутствует.

В стенке капилляра различают 3 слоя:

- 1) эндотелиальный;
- 2) базальный;
- 3) слой адвентициальных клеток.

1. Эндотелий – один слой плоских полигональной формы клеток (толщина 0,1—1 мкм, ширина 10—15 мкм, длина 25—50 мкм). Ядро вытянутое, овальное. Ядродержащая часть выступает в просвет. Ядра эндотелиоцитов могут располагаться в шахматном порядке или напротив друг друга.

Типы эндотелия:

- Соматический (непрерывный) – в скелетных мышцах, ЦНС и др.
- Фенестрированный – фенестры в цитоплазме, затянуты тонкой диафрагмой, в центре диафрагмы утолщение  $\varnothing$  10—20 нм – в сетчатке, почках, эндокринных железах и др.
- Пористый (печеночный, синусоидный) – поры в цитоплазме – в печени.
- Межклеточный щелевой (решетчатый) – межклеточные щели – в селезенке.
- Высокий эндотелий посткапиллярных венул (в лимфоидных органах).

Эндотелий выстилает полости сердца, кровеносные и лимфатические сосуды. Это однослойный плоский эпителий, клетки которого (эндотелиоциты) имеют полигональную форму, обычно удлинённую по ходу сосуда, и связаны друг с другом плотными и щелевыми соединениями. В организме имеется 10 триллионов эндотелиоцитов, общая масса которых составляет около 1 кг, а площадь поверхности превышает 1000 кв. м. Их цитоплазма истончена до 0,2—0,4 мкм и содержит большую популяцию транспортных пузырьков диаметром 60—70 нм. Органеллы немногочисленны, располагаются преимущественно вокруг ядра. В физиологических условиях обновляется медленно. Обновление эндотелия резко усиливается при повреждении.

Функции эндотелия:

- Транспортная – избирательный двусторонний транспорт веществ между кровью и другими тканями. Механизмы: диффузия, везикулярный транспорт.

- Гемостатическая – играет ключевую роль в свертывании крови.
- Вазомоторная – участвует в регуляции сосудистого тонуса: выделяет сосудосуживающие (эндотелин) и сосудорасширяющие (простациклин, эндотелиальный релаксирующий фактор – оксид азота) вещества. Участвует в обмене вазоактивных веществ.
- Рецепторная – обеспечивает адгезию и последующую трансэндотелиальную миграцию лимфоцитов, моноцитов и гранулоцитов.
- Секреторная – вырабатывает митогены, ингибиторы и факторы роста, цитокины, регулирующие кроветворение, пролиферацию и дифференцировку лимфоцитов.
- Сосудообразовательная – обеспечивает новообразование капилляров (ангиогенез) как в эмбриональном периоде, так и при регенерации.

2. Базальный слой образован базальной мембраной, толщина которой составляет 30—35 нм, в ее составе коллаген IV—V типов, гликопротеины, фибронектин, ламинин, протеогликаны.

3. Адвентициальные клетки – перициты (клетки Руже). Это отростчатые клетки с крупным ядром, богатым гетерохроматином, мало органелл, отростки образуют контакты с эндотелиоцитами.

Функции перицитов:

- Опорная – образование базальной мембраны.
- Передача нервных импульсов на эндотелий – нервные окончания на перицитах передают импульс на эндотелий, ядра которого способны к набуханию и отбуханию, тем самым регулируя просвет капилляра.

*Посткапилляры* (посткапиллярные венулы) – сосуды диаметром 12—30 мкм, образующиеся в результате слияния нескольких капилляров. Эндотелиальные клетки могут быть фенестрированными. В органах иммунной системы имеются посткапилляры с особым высоким эндотелием, которые служат местом выхода лимфоцитов из сосудистого русла. Перициты встречаются чаще, чем в капиллярах,

мышечные клетки отсутствуют. Вместе с капиллярами посткапилляры являются наиболее проницаемыми участками сосудистого русла.

Собирательные вены диаметром 30—50 мкм образуются в результате слияния посткапиллярных венул. Когда они достигают диаметра 50 мкм, в их стенке появляются гладкомышечные клетки.

Мышечные вены (диаметр до 100 мкм) характеризуются хорошо развитой средней оболочкой, в которой в один ряд лежат гладкомышечные клетки. Последние отличаются слабым развитием сократительных элементов и отсутствием строгой ориентации.

*Артериоло-венулярные* – сосуды диаметром 30—500 мкм, непосредственно связывающие артериолы и вены и обеспечивающие юстакапиллярный кровоток в микроциркуляторном русле. Подразделяются на: 1) анастомозы с постоянным кровотоком; 2) анастомозы с регулируемым кровотоком.

Функции венул:

- Дренажная – собирают тканевую жидкость.
- Депонирование крови.
- Миграция лейкоцитов в ткани (при воспалении).

### *Лимфатические сосуды*

*Лимфатические сосуды.* Лимфатические капилляры – тонкостенные сосуды диаметром 30—200 мкм, слепо начинающиеся в тканях в виде мешковидных выпячиваний и формирующие сети. Эндотелиальные клетки, образующие их стенку, в 4—5 раз крупнее и в 2—3 раза толще, чем эндотелиоциты кровеносных капилляров. В отличие от последних, микроворсинки на их поверхности обращены не в просвет, а в сторону соединительной ткани. Транспортные пузырьки при этом движутся только в одном направлении – в сторону просвета капилляра. Базальная мембрана прерывиста или отсутствует. Лимфатические капилляры связаны с прилегающей тканью ретикулярными филаментами. Строение лимфатического капилляра может существенно изменяться в зависимости от степени наполнения его лимфой.

Отводящие лимфатические сосуды образуются в результате слияния нескольких лимфатических капилляров. По строению сходны с венами и содержат клапаны.

*Лимфангион* – структурно-функциональная единица лимфатических путей, находится между двумя соседними клапанами лимфати-

ческих сосудов. Всего насчитывается порядка 100 тыс. лимфангионов.

Грудной лимфатический проток – самый крупный лимфатический сосуд – по строению стенки напоминает нижнюю полую вену. Содержит три нечетко разграниченные оболочки – внутреннюю, среднюю и наружную. По своему ходу грудной лимфатический проток содержит 9 полулунных клапанов, утолщенных у основания за счет скоплений соединительной ткани и гладких миоцитов.

## Лекция 3

# ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ АРТЕРИАЛЬНОГО РУСЛА

### Сосуды малого (легочного) круга кровообращения

**Артерии малого (легочного) круга кровообращения.** Легочный ствол (*truncus pulmonalis*) несет венозную кровь из правого желудочка к легким. Его длина не превышает 5—6 см. На уровне IV-V грудного позвонка под дугой аорты легочный ствол делится на две конечные ветви – правую и левую легочные артерии (*a. pulmonalis dextra et a. pulmonalis sinistra*), направляющиеся каждая к соответствующему легкому. Подходя к легким, *a. pulmonalis dextra* и *a. pulmonalis sinistra* делятся на ветви к соответствующим долям легких и, сопровождая бронхи, разветвляются на мельчайшие артерии и капилляры.

### Вены малого (легочного) круга кровообращения

Легочные вены (*venae pulmonales*) несут артериальную кровь из легких в левое предсердие. Начавшись из капилляров легочной ткани, в воротах легких они складываются в крупные стволы, по два ствола из каждого легкого (один – верхний, другой – нижний), которые в горизонтальном направлении идут к левому предсердию и впадают в его верхнюю стенку. Клапанов легочные вены не имеют.

### Сосуды большого круга кровообращения

**Артерии большого круга кровообращения.** Аорта (*aorta – a. orthe*) представляет основной ствол артерий большого круга кровообращения, выносящий кровь из левого желудочка сердца. В аорте различают три отдела:

*Aorta ascendens* – восходящая аорта.

*Arcus aortae* – дуга аорты.

*Aorta descendens* – нисходящая аорта.

*Aorta ascendens* начинается значительным расширением в виде луковицы – *bulbus aortae*. Длина восходящей аорты около 6 см. Вместе с *truncus pulmonalis*, позади которого она лежит, *aorta ascendens* еще покрыта перикардом. Позади рукоятки грудины она продолжает-

ся в arcus aortae, которая загибается назад и влево и перекидывается через левый бронх при самом его начале, затем переходит на уровне IV грудного позвонка в нисходящую аорту.

Aorta descendens лежит в заднем средостении сначала влево от позвоночника, затем отклоняется несколько вправо. Нисходящая аорта до hiatus aorticus носит название aorta thoracica (грудная аорта), ниже, находясь уже в брюшной полости, – aorta abdominalis (брюшная аорта). Здесь на уровне IV поясничного позвонка она отдает две большие боковые ветви (общие подвздошные артерии) – bifurcatio aortae и продолжается далее в таз в виде тонкого стволика (a. sacralis mediana).

*Ветви восходящей аорты.* Закон кратчайшего расстояния – ближе всего к аорте лежит сердце, из которого она и выходит, следовательно, первыми сосудами, отходящими от аорты, являются ветви ее к сердцу – правая и левая венечные артерии (a. coronaria dextra et a. coronaria sinistra).

*Ветви дуги аорты.* От вогнутой стороны дуги аорты отходят артерии к бронхам и к щитовидной железе, а от выпуклой стороны дуги идут вверх три ствола, считая справа налево: truncus brachiocephalicus (плечеголовной ствол), a. carotis communis sinistra (левая общая сонная артерия) и a. subclavia sinistra (левая подключичная артерия).

Плечеголовной ствол (truncus brachiocephalicus) длиной около 3—4 см. Идет косо вверх, назад и вправо. Делится позади правого грудино-ключичного сочленения на свои конечные ветви – правую общую сонную (a. carotis communis dextra) и правую подключичную артерии (a. subclavia dextra).

*Общая сонная артерия.* Общие сонные артерии направляются вверх по сторонам трахеи и пищевода. Правая общая сонная артерия короче левой. A. carotis communis на уровне верхнего края щитовидного хряща или тела подъязычной кости делится на свои конечные ветви – наружную и внутреннюю сонные артерии (a. carotis externa et a. carotis interna) (бифуркация).

*Наружная сонная артерия* (a. carotis externa) снабжает кровью наружные части головы и шеи. Ветви наружной сонной артерии (числом 9) идут как бы по радиусам круга, соответствующего голове, и могут быть разделены на три группы по три артерии в каждой – переднюю, среднюю и заднюю группы, или тройки.



Передняя группа: 1) верхняя артерия щитовидной железы (a. thyreoidea superior), 2) язычная (a. lingualis) и 3) лицевая артерии (a. facialis).

Средняя группа: 4) восходящая глоточная артерия (a. pharyngea ascendens), 5) поверхностная височная артерия (a. temporalis superficialis) и 6) челюстная артерия (a. maxillaris).

Задняя группа: 7) затылочная артерия (a. occipitalis), 8) задняя ушная артерия (a. auricularis posterior), 9) грудино-ключично-сосцевидная (a. sternocleidomastoideus).

*Внутренняя сонная артерия* (a. carotis interna), начавшись от общей сонной артерии, поднимается к основанию черепа и входит в canalis caroticus височной кости. В области шеи ветвей не дает, в самом начале лежит снаружи от наружной сонной артерии, но вскоре начинает заходить на медиальную поверхность последней.

Ветви a. carotis internae: 1) Rami caroticotympanici – проникают в барабанную полость; 2) A. ophthalmica – глазничная артерия – проникает в полость глазницы.

A. cerebri anterior – передняя мозговая артерия – меньшая по величине, направляется вперед и медиально к началу продольной борозды мозга, огибает колена мозолистого тела и тянется по внутренней поверхности полушария мозга назад до начала затылочной доли, отдавая по пути ветви к коре мозга. В начале продольной борозды мозга соединяется с одноименной артерией другой стороны при помощи поперечного ствола – передней соединительной артерии (a. communicans anterior).

A. cerebri media – средняя мозговая артерия – направляется в латеральную сторону в глубину латеральной борозды мозга. Снабжает кровью наружную поверхность лобной, височной и теменной долей, за исключением задних отделов мозга, получающих кровь из системы позвоночных артерий (a. vertebralis).

A. chorioidea – артерия сосудистого сплетения – входит в нижний рог бокового желудочка.

A. communicans posterior – задняя соединительная артерия – отходит от внутренней сонной артерии после отдачи ею глазничной артерии, направляется назад и впадает в заднюю мозговую артерию (a. cerebri posterior) – из позвоночных артерий.

Передняя соединительная артерия, начальные участки передних мозговых артерий, задние соединительные артерии и задние мозго-

вые артерии (из позвоночных артерий) образуют вместе в подпаутинном пространстве на основании мозга замкнутое артериальное кольцо – вилизиев круг кровообращения мозга (*circulus arteriosus cerebri – Willisii*).

*Подключичная артерия.* Только левая подключичная артерия (*a. subclavia*) относится к числу ветвей, отходящих от дуги аорты непосредственно. Правая же является ветвью плечевого ствола. Артерия образует выпуклую кверху дугу, огибающую купол плевры. Она покидает грудную полость через верхнее отверстие, подходит к ключице, ложится в одноименную борозду I ребра и перегибается через него. Далее продолжается в подкрыльцовую ямку, где, начиная с наружного края I ребра, получает название подкрыльцовой (подмышечной) артерии – *a. axillaris*.

Ветви подключичной артерии:

- 1) *a. vertebralis* – позвоночная артерия;
- 2) *truncus thyreocervicalis* – щитошейный ствол;
- 3) *a. thoracica interna* – внутренняя грудная артерия;
- 4) *truncus costocervicalis* – реберно-шейный ствол;
- 5) *a. transversa colli* – поперечная артерия шеи.

*A. vertebralis* направляется в отверстия поперечных отростков VI шейного позвонка и поднимается вверх через до атланта, затем входит через большое затылочное отверстие в полость черепа, где позвоночные артерии той и другой стороны сходятся к средней линии и близ заднего края моста сливаются в одну непарную основную артерию (*a. basilaris*). На своем пути отдает мелкие ветви к мышцам, спинному мозгу и твердой мозговой оболочке задней черепной ямки, а также крупные ветви: переднюю и заднюю спинномозговые артерии и заднюю нижнюю мозжечковую артерию (*a. spinalis anterior, a. spinalis posterior, a. cerebelli inferior posterior*).

*A. basilaris* – основная артерия – получается от слияния обеих позвоночных, непарная, ложится в срединную борозду моста, у переднего края его делится на две *aa. cerebri posteriores* (задние мозговые артерии – по одной с каждой стороны. Принимая в себя описанные выше *aa. communicantes posteriores* от *a. carotis interna*, задние мозговые артерии принимают участие в образовании *circulus arteriosus cerebri (Willisii)*.

Слившиеся в один ствол, *a. basilaris*, две позвоночные артерии и слившиеся в один ствол две *aa. spinales anteriores* образуют артери-

альное кольцо Захарченко, которое наряду с *circulus arteriosus cerebri* имеет значение для коллатерального кровообращения продолговатого мозга.

*Артериальное кровоснабжение верхней конечности.* Непосредственным продолжением подключичной артерии является подкрыльцовая артерия (*a. axillaris*), которая в свою очередь продолжается в плечевую артерию (*a. brachialis*). На уровне шейки луча она делится на свои конечные ветви – лучевую и локтевую артерии (*a. radialis et a. ulnaris*). На ладони лучевая артерия образует глубокую ладонную дугу – *arcus palmaris profundus*. Продолжением локтевой артерии является поверхностная ладонная дуга – *arcus palmaris superficialis*. Из поверхностной и глубокой ладонных дуг осуществляется артериальное кровоснабжение кисти и фаланг пальцев.

#### Ветви нисходящей аорты.

Соответственно наличию в туловище органов животной (стенки полостей) и растительной (внутренности) жизни все ветви нисходящей аорты делятся на:

Париетальные (пристеночные) – к стенкам полостей (*rami parietales*).

Висцеральные (внутренностные) – к содержимому полостей, т. е. к внутренностям (*rami viscerales*).

#### Ветви грудной аорты

Висцеральные ветви:

*Rami bronchiales* – для питания легкого, как органа. Входят в легкие в сопровождении бронхов, несут артериальную кровь для лимфатических узлов и ткани легкого, достигая альвеол.

*Rami esophageae* – к стенкам пищевода.

*Rami mediastinales* – к лимфатическим узлам и соединительной ткани заднего средостения.

*Rami pericardiaci* – к перикарду.

Париетальные ветви:

Соответственно сегментарному строению стенок грудной полости имеются сегментарные *aa. intercostales posteriores*, 10 пар (III–XII), отходящих от аорты (верхние две отходят от *truncus costocervicalis*).

*A. phrenicae superiores* – верхние диафрагмальные артерии.

## Ветви брюшной аорты

Пристеночные ветви брюшной аорты парные (за исключением *a. sacralis mediana*), висцеральные ветви брюшной аорты подразделяются на парные и непарные.

Непарные висцеральные ветви брюшной аорты:

*Truncus celiacus* – чревной ствол – короткая (2 см), но толстая артерия, которая отходит на уровне XII грудного позвонка в самом *hiatus aorticus* диафрагмы, идет вперед над верхним краем поджелудочной железы и тотчас делится на три ветви (место деления носит название *tripus celiacus*): левую желудочную артерию (*a. gastrica sinistra*), общую печеночную артерию (*a. hepatica communis*) и селезеночную артерию (*a. lienalis*). *A. gastrica sinistra* идет к малой кривизне желудка, дает ветви как к желудку, так и к брюшному отделу пищевода.

*A. hepatica communis* идет вдоль верхнего края головки поджелудочной железы к верхнему краю двенадцатиперстной кишки. После отдачи *a. gastroduodenalis*, она под названием *a. hepatica propria* (собственная печеночная артерия) направляется к воротам печени. В воротах печени она делится на правую и левую ветви. Правая ветвь отдает артерию желчного пузыря (*a. cystica*).

От *a. hepatica communis* или *propria* отходит ветвь к малой кривизне желудка – правая желудочная артерия (*a. gastrica dextra*), направляющаяся справа налево навстречу *a. gastrica sinistra*.

Упомянутая выше *a. gastroduodenalis* проходит позади двенадцатиперстной кишки и делится на две ветви: 1) правую желудочно-сальниковую артерию (*a. gastroepiploica dextra*), которая направляется справа налево вдоль большой кривизны желудка, дает ветви к желудку и к сальнику, и 2) *aa. pancreaticoduodenales superiores*, которые разветвляются в головке поджелудочной железы и нисходящей части двенадцатиперстной кишки.

*A. lienalis* – селезеночная артерия – самая крупная из трех конечных ветвей чревного ствола, направляется по верхнему краю поджелудочной железы к селезенке, подходя к которой распадается на 5—8 конечных ветвей, входящих в ворота селезенки. По пути дает ветви к поджелудочной железе.

Близ распада на конечные ветви селезеночная артерия дает левую желудочно-сальниковую артерию (*a. gastroepiploica sinistra*), которая вдоль большой кривизны желудка идет слева направо и со-

единяется с правой желудочно-сальниковой артерией. Таким образом, вокруг желудка образуется артериальное кольцо, или венец, состоящий из двух дуг, расположенных по малой и большой кривизне желудка.

*A. mesenterica superior* – верхняя брыжеечная артерия. Отходит от передней поверхности аорты тотчас ниже чревного ствола. Кровоснабжает поджелудочную железу, ДПК, тощую кишку, подвздошную кишку, слепую кишку, червеобразный отросток, восходящую ободочную кишку, поперечную ободочную кишку, верхние отделы нисходящей ободочной кишки.

*A. mesenterica inferior* – нижняя брыжеечная артерия. Отходит на уровне III поясничного позвонка и направляется вниз и несколько влево. Кровоснабжает нисходящую ободочную кишку, сигмовидную кишку и прямую кишку.

Парные висцеральные ветви брюшной аорты – кровоснабжают парные органы брюшной полости

*A. suprarenalis media* – средняя надпочечниковая артерия – начинается от аорты тотчас возле начала верхней брыжеечной артерии. Направляется к надпочечникам.

*A. renalis* – почечная артерия – отходит от аорты на уровне II поясничного позвонка почти под прямым углом и идет в поперечном направлении к воротам соответствующей почки. По калибру почти равна верхней брыжеечной артерии. От почечной артерии отходит нижняя надпочечниковая артерия и веточка к мочеточнику.

*A. testicularis (a. ovarica)* – яичковая (яичниковая) артерия – отходит тотчас ниже почечной артерии, поскольку половые железы закладываются в области первичной почки, а затем опускаются вниз в мошонку (малый таз).

Пристеночные ветви брюшной аорты:

*A. phrenica inferior* – нижняя диафрагмальная артерия. Снабжает кровью поясничную часть диафрагмы.

*Aa. lumbales* – поясничные артерии. Обычно четыре с каждой стороны, соответствуют сегментарным межреберным артериям грудного отдела.

*A. sacralis mediana* – срединная крестцовая артерия.

*A. iliaca communis* – общая подвздошная артерия. Правая и левая артерии представляют две конечные ветви, на которые аорта распадается на уровне IV поясничного позвонка. От места бифуркации аорты

расходятся под острым углом и направляются вниз и латерально к крестцово-подвздошному сочленению, на уровне которого каждая делится на две конечные ветви: а. iliaca interna (внутренняя подвздошная артерия) – для стенок и органов таза и а. iliaca externa (наружная подвздошная артерия) – главным образом для нижней конечности.

Ветви внутренней подвздошной артерии делятся на париетальные и висцеральные.

Пристеночные ветви а. iliaca interna:

A. iliolumbalis – подвздошно-поясничная артерия.

A. sacralis lateralis – боковая крестцовая артерия.

A. glutea superior – верхняя ягодичная артерия.

A. obturatoria – запирающая артерия.

A. glutea inferior – нижняя ягодичная артерия.

Висцеральные ветви внутренней подвздошной артерии:

A. umbilicalis – пупочная артерия. Сохраняется у взрослого лишь на небольшом протяжении, остальной участок облитерируется и превращается в пупочную связку.

Rami ureterici – к мочеточнику.

Aa. vesicales superior et inferior – верхняя и нижняя пузырьные артерии. Снабжают кровью мочеточники, дно мочевого пузыря, влагалище, предстательную железу, семенные пузырьки.

A. ductus deferentis – артерия семявыносящего протока.

A. uterina – маточная артерия. Дает веточки к маточной трубе, к яичнику. После родов становится извитой.

A. rectalis media – средняя артерия прямой кишки. Разветвляется в стенках прямой кишки, дает ветви к мочеточнику, мочевому пузырю, предстательной железе, семенным пузырькам, влагалищу.

A. pudenda interna – внутренняя половая артерия. Снабжает кровью прямую кишку, наружные половые органы.

### ***Артериальное кровоснабжение нижней конечности***

Непосредственным продолжением наружной подвздошной артерии является бедренная артерия (a. femoralis). Бедренная артерия переходит на заднюю поверхность бедра и в области коленного сустава (подколенного сгиба) переходит в подколенную артерию (a. poplitea). Дистальнее подколенная артерия делится на переднюю большеберцовую артерию (a. tibialis anterior), меньшую по калибру, и заднюю большеберцовую артерию (a. tibialis posterior), которая является продол-

жением подколенной артерии. На тыле стопы передняя большеберцовая артерия продолжается в тыльную артерию стопы (*a. dorsalis pedis*), а задняя большеберцовая артерия дает две конечные ветви: медиальную и латеральную подошвенные артерии (*a. plantaris medialis et a. plantaris lateralis*).

### Закономерности распределения артерий

Экстраорганные артерии. Артерии располагаются по ходу нервной трубки и нервов.

Соответственно делению организма на растительную и животную трубки, на органы растительной и животной жизни, артерии делятся на париетальные – к стенкам полостей тела, и висцеральные – к содержимому их, т. е. внутренностям.

Каждая конечность получает один главный ствол: для верхней конечности – *a. subclavia* и для нижней – *a. iliaca externa*.

Артерии туловища сохраняют сегментарное строение.

Большая часть артерий располагается по принципу двусторонней симметрии (парные артерии сомы и внутренностей).

Артерии идут вместе с другими частями сосудистой системы – с венами и лимфатическими сосудами, образуя общий сосудистый комплекс.

Артерии идут соответственно скелету, составляющему основу организма.

### Закономерности хода артерий от материнского ствола к органу

Артерии идут по кратчайшему расстоянию.

Артерии располагаются на сгибаемых поверхностях тела, поскольку при разгибании сосудистая трубка растягивается и спадается.

Артерии находятся в укрытых местах, в желобах и каналах, образованных костями, мышцами и фасциями, которые защищают сосуды от сдавления.

Артерии входят в орган на вогнутой медиальной или внутренней поверхности, обращенной к источнику питания.

Артерии образуют различные приспособления, соответствующие функции органа: 1) в органах, связанных с движением, наблюдаются сосудистые сети, кольца и дугообразные анастомозы; 2) калибр артерий определяется не только размером органа, но и его функцией; 3) все железы внутренней секреции получают множественные источники питания.

## Лекция 4

# ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ ВЕНОЗНОГО РУСЛА

### Закономерности распределения вен

В венах кровь течет в большей части тела против направления силы тяжести и потому медленнее, чем в артериях. Венозное русло в своей массе значительно шире, чем артериальное. Большая ширина венозного русла по сравнению с артериальным обеспечивается следующими анатомическими приспособлениями: большим калибром вен, большим их числом, парным сопровождением артерий, наличием вен, не сопровождающих артерии, большим числом анастомозов и большей густотой венозной сети, образованием венозных сплетений и синусов, наличием воротной системы в печени. Благодаря этому венозная кровь притекает к сердцу по трем крупным сосудам (двум полым венам и венечному синусу, не говоря о мелких венах сердца), в то время как оттекает по одной аорте.

Глубокие вены, сопровождающие артерии (вены-спутницы), в своем распределении подчиняются тем же законам, что и сопровождаемые ими артерии. При этом большинство их сопровождают артерии в двойном числе. Парные вены встречаются преимущественно там, где наиболее затруднен венозный отток, т. е. в конечностях.

Поверхностные вены, лежащие под кожей, сопровождают кожные нервы. Значительная часть поверхностных вен образует подкожные венозные сети, не имеющие отношения ни к нервам, ни к артериям.

Венозные сплетения встречаются, главным образом, на внутренних органах, меняющих свой объем, но расположенных в полостях с неподатливыми стенками, и облегчают отток венозной крови при увеличении органов и сдавлении их стенками (мочевой пузырь, матка, прямая кишка).



Когда вены располагаются на сгибах, они, как правило, срастаются с фасциями.

В полости черепа, где малейшее затруднение венозного оттока отражается на функции мозга, имеются, кроме вен, специальные приспособления – венозные синусы с неподатливыми стенками, образованными твердой мозговой оболочкой.

К специальным приспособлениям относятся вены, расположенные в каналах – диплоитические вены.

Движение крови по венам осуществляется благодаря нескольким факторам. Систола желудочков сердца передается в венозное русло, сила сокращения гасится, но присутствует.

Присасывающая функция предсердий (при диастоле присасывает к себе венозную кровь). Она велика в крупных венозных сосудах шеи, в которых может создаваться отрицательное давление.

Присасывающая функция грудной клетки (при вдохе создается отрицательное давление). Движение крови по венам обусловлено сокращением скелетной мускулатуры (нижние конечности).

#### *Наличие клапанов.*

Вены создают депо крови в организме. Это имеет отрицательный и положительный моменты. Отрицательный – застой крови, особенно в венах нижней конечности (до 1800 мл), в воротной системе (до 1500 мл). Положительный момент – облегчает работу сердца.

#### *Система верхней полой вены.*

Верхняя полая вена (*v. cava superior*) представляет собой венозный ствол длиной 5—6 см и диаметром до 2,5 см. Располагается в переднем средостении позади хряща I правого ребра. Образуется от слияния двух плечеголовных вен (*vv. brachiocephalicae dextra et sinistra*). На уровне верхнего края III ребра верхняя полая вена впадает в правое предсердие. *V. cava superior* собирает кровь от головы, шеи, верхней конечности, а также от стенок грудной и брюшной полостей. В верхнюю полую вену впадают средостенные вены, вены перикарда и так называемая непарная вена (*v. azygos*). Каждая из плечеголовных вен образуется от слияния вены подключичной (*v. subclavia*) и внутренней яремной вены (*v. jugularis interna*).

Внутренняя яремная вена (*v. jugularis interna*) выносит венозную кровь из черепа и органов шеи. Начинается у яремного отверстия черепа (*foramen jugulare*), спускается вниз, располагаясь латерально от *a. carotis interna*. Внутренняя яремная вена собирает венозную кровь

также от венозных коллекторов лица (*v. facialis* – лицевая вена), в нее впадают глоточные вены, язычная вены и щитовидные вены.

Непосредственный отток венозной крови от черепа происходит по так называемым венозным синусам, которые располагаются в полости черепа в тех местах, где происходит соприкосновение твердой мозговой оболочки и твердых отделов костей черепа. Кроме этого пути оттока венозной крови существует еще один – венозные выпускники (эмиссарные вены). Эмиссарные вены имеют контакты с венозными синусами, прободают костную ткань и уносят венозную кровь в наружную яремную вену (*v. jugularis externa*).

Внутренняя яремная вена в области турецкого седла образует венозное сплетение. Через глазничные вены в него относится венозная кровь из области лица, поэтому никакие самостоятельные манипуляции в области выше верхней губы невозможны.

Наружная яремная вена (*v. jugularis externa*), начавшись позади ушной раковины, впадает обычно общим стволом с *v. jugularis anterior* (передней яремной веной) в подключичную вену (*v. subclavia*), которая представляет собой непосредственное продолжение подкрыльцовой вены (*v. axillaris*).

#### *Вены верхней конечности.*

Вены верхней конечности разделяются на глубокие и поверхностные. Поверхностные, или подкожные, вены, анастомозируя между собой, образует широкопетлистую сеть, из которой местами обособляются более крупные стволы:

*V. cephalica* – головная вена (латеральная подкожная вена) – вливается в подкрыльцовую вену (*v. axillaris*) в области плечевого сустава.

*V. basilica* – царская вена (медиальная подкожная вена) – впадает в плечевую вену (*v. brachialis*).

*V. mediana cubiti* – срединная вена локтевой области – косо расположенные анастомоз, соединяющий *v. cephalica* и *v. basilica*, имеет большое практическое значение, так как служит местом для инъекций, переливания крови и взятия ее для лабораторных исследований.

Глубокие вены сопровождают одноименные артерии, обычно по две каждую, имеют те же названия, что и артерии. Таким образом, имеются по две: *vv. brachiales, ulnares, radiales*. В области локтевого сгиба при слиянии *vv. ulnares* и *vv. radiales* образуются две *vv. brachiales*, которые, сливаясь, образуют *v. axillaris*. Подкрыльцовая

вена продолжается в *v. subclavia*, далее – в *v. brachiocephalica* и в *v. cava superior*.

*Вены непарная и полунепарная.* *V. azygos* (непарная вена) является венозным коллектором, собирающим кровь от стенок грудной и брюшной полостей. Кроме непарной вены, которая располагается справа, имеется *v. hemiazygos* (полунепарная вена), которая располагается слева. На уровне VIII грудного позвонка полунепарная вена вливается в непарную вену и далее в верхнюю полую вену.

Образование этих вен начинается в брюшной полости из т. н. восходящих поясничных вен (*vv. lumbales ascendentes*), соединяющих поясничные вены в продольном направлении. Восходящие поясничные вены соединяются также с подвздошными венами, направляются кверху, приближаются к позвоночному столбу и проникают через диафрагму, получая название *v. azygos* и *v. hemiazygos*.

*V. azygos* принимает кровь от вен пищевода, бронхиальных вен, задних межреберных вен и от полунепарной вены. Последняя, в свою очередь, принимает кровь из вен пищевода, из средостенных вен, из межреберных вен. Кроме того, притоком полунепарной и непарной вен может служить добавочная полунепарная вена (*v. hemiazygos accessoria*).

#### *Система нижней полой вены.*

Нижняя полая вена (*v. cava inferior*) представляет собой самый толстый венозный ствол. Лежит в брюшной полости рядом с аортой справа от нее. Образуется на уровне IV поясничного позвонка от слияния двух общих подвздошных вен (*v. iliaca communis*) чуть ниже бифуркации аорты. В восходящем направлении нижняя полая вена следует рядом с аортой, проникает в грудную клетку через одноименное отверстие диафрагмы. Поднимаясь вдоль позвоночного столба, достигает правого предсердия и вливается туда. По ходу принимает ряд венозных притоков: пристеночных и висцеральных.

#### *Пристеночные притоки.*

Правые и левые поясничные вены (*vv. lumbales dextrae et sinistrae*), по 4 вены с каждой стороны, соответствуют одноименным артериям.

Нижние диафрагмальные вены (*vv. phrenicae inferiores*).

Висцеральные притоки:

*Vv. testiculares (vv. ovaricae)* – яичковые (яичниковые вены).

*Vv. renales* – почечные вены.

V. suprarenalis dextra – правая надпочечниковая вена (левая впадает в почечную вену).

Vv. hepaticae – печеночные вены.

*Воротная вена* представляет собой толстый венозный ствол. Собирает кровь от всех непарных органов брюшной полости, за исключением печени: от всего желудочно-кишечного тракта, где происходит всасывание питательных веществ, которые поступают по воротной вене в печень для обезвреживания и отложения в виде гликогена; от поджелудочной железы, откуда поступает инсулин и глюкагон, регулирующие обмен сахара; от селезенки, откуда поступают продукты распада кровяных элементов.

Образуется v. portae позади головки поджелудочной железы из селезеночной вены и двух брыжеечных вен – верхней и нижней. Селезеночная вена (v. lienalis) несет кровь из селезенки, желудка, поджелудочной железы. Верхняя брыжеечная вена (v. mesenterica superior) принимает в себя венозные ветви от тонкой кишки, слепой кишки, восходящей ободочной и поперечной ободочной кишки и соединяется с нижней брыжеечной веной. Нижняя брыжеечная вена (v. mesenterica inferior) начинается из венозного сплетения прямой кишки. Принимает притоки от сигмовидной ободочной кишки, от нисходящей ободочной кишки и от левой половины поперечной ободочной кишки. Направляясь к воротам печени, v. portae по пути принимает желчно-пузырную вену (v. cystica), левую и правую желудочные вены (vv. gastricae sinistra et dextra) и предпривратниковую вену (v. prepylorica). С воротной веной соединяются еще околопупочные вены (vv. paraumbilicales). По пути следования околопупочные вены анастомозируют с полыми венами: с v. cava superior – через vv. epigastricae superiores; с v. cava inferior – через vv. epigastricae superficialis et inferiores. Таким образом, здесь формируется анастомоз v. cava superior – v. portae – v. cava inferior.

В воротах печени v. portae разделяется на 2 ветви, которые уходят в паренхиму печени, в которой распадаются на множество мелких веточек, которые затем собираются в печеночные вены (v. hepaticae), впадающие в нижнюю полую вену.

*Вены таза и нижних конечностей.*

Общие подвздошные вены (vv. iliacae communes), правая и левая, сливаясь на уровне нижнего края IV поясничного позвонка, образуют нижнюю полую вену. Каждая общая подвздошная вена на уров-

не крестцово-подвздошного сочленения в свою очередь слагается из двух вен: внутренней подвздошной (v. iliaca interna), наружной подвздошной (v. iliaca externa).

Притоки, из которых слагается внутренняя подвздошная вена, соответствуют одноименным артериальным ветвям, причем обычно вне таза эти притоки двойные, а в полости таза – одиночные. В области притоков внутренней подвздошной вены образуется ряд венозных сплетений, анастомозирующих между собой: 1) Plexus venosus sacralis – крестцовое венозное сплетение; 2) Plexus venosus rectalis – прямокишечное; 3) Plexus venosus vesicalis – мочепузырное; 4) Plexus venosus prostaticus – предстательное; 5) Plexus venosus uterinus – маточное; 6) Plexus venosus vaginalis – влагалищное.

#### *Вены нижней конечности.*

Вены нижней конечности разделяются на глубокие и поверхностные. Поверхностные (или подкожные) вены, анастомозируя между собой, образуют широкопетлистую сеть, из которой обособляются более крупные стволы:

V. saphena magna – большая подкожная вена – вливается в бедренную вену (v. femoralis).

V. saphena parva – малая подкожная вена – впадает в подколенную вену (v. poplitea).

V. saphena magna соединяются ветвями с v. saphena parva.

Глубокие вены стопы и голени являются двойными и сопровождают одноименные артерии. Подколенная вена (v. poplitea), слагающаяся из всех глубоких вен голени, представляет одиночный ствол, располагающийся в подколенной ямке кзади.

V. femoralis, одиночная, является продолжением подколенной вены. Бедренная вена продолжается в наружную подвздошную вену (v. iliaca externa), далее – в общую подвздошную вену (v. iliaca communis), затем в нижнюю полую вену, которая относит венозную кровь в правое предсердие.

*Портокавальные и каво-кавальные анастомозы.* Корни воротной вены анастомозируют с корнями вен, относящихся к системам верхней и нижней полых вен, образуя так называемые портокавальные и каво-кавальные анастомозы.

Наверху, в брюшном отделе пищевода, между корнями v. gastricae sinistrae, впадающей в воротную вену, и vv. esophageae,

впадающими в vv. *azygos et hemiazygos* и далее в верхнюю полую вену (анастомоз *v. portae* и *v. cava superior*).

Внизу, в нижней части прямой кишки, между *v. rectalis superior*, впадающей через *v. mesenterica inferior* в воротную вену, и vv. *rectales media et inferior*, впадающих в *v. iliaca interna*, и далее *v. iliaca communis* – из системы нижней полой вены (анастомоз между *v. portae* и *v. cava inferior*).

Спереди, в области пупка, где своими притоками анастомозируют vv. *paraumbilicales*, идущие к воротной вене, *v. epigastrica superior* из системы *v. cava superior* и *v. epigastrica inferior* из системы *v. cava inferior* (анастомоз *v. cava inferior*, *v. portae* и *v. cava superior*).

Таким образом, формируются портокавальный и каво-кавальные анастомозы – окольные пути оттока крови из системы воротной вены при препятствиях для него в печени (при портальной гипертензии).

## Лекция 5

# ОСОБЕННОСТИ КРОВООБРАЩЕНИЯ У ПЛОДА. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ ЛИМФАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

### Особенности кровообращения у плода

В связи с тем, что легкие плода не функционируют, кислород и питательные вещества доставляются плоду из крови матери при помощи плаценты (плацентарное кровообращение). Обогащенная кислородом и питательными веществами артериальная кровь поступает из плаценты матери в пупочную вену (*v. umbilicalis*), которая входит в тело плода в области пупка и направляется вверх к печени. На уровне ворот печени пупочная вена делится на 2 ветви, из которых одна тотчас впадает в воротную вену, а другая, называемая *ductus venosus* (венозный проток), проходит по нижней поверхности печени до ее заднего края, где впадает в ствол нижней полой вены. Тот факт, что одна из ветвей пупочной вены доставляет печени через воротную вену чистую артериальную кровь, обуславливает относительно большую величину печени. Пройдя через печень, кровь по печеночным венам вливается в нижнюю полую вену. Таким образом, вся кровь из *v. umbilicalis* или непосредственно, или опосредованно (через печень) попадает в нижнюю полую вену, где примешивается к венозной крови, оттекающей по *v. cava inferior* от нижней половины тела плода.

Смешанная (артериальная и венозная) кровь по нижней полой вене течет в правое предсердие. Из правого предсердия она направляется заслонкой нижней полой вены через овальное отверстие (*foramen ovale*), расположенное в перегородке предсердий в левое предсердие. Из левого предсердия смешанная кровь попадает в левый желудочек, затем в аорту, минуя не функционирующий еще легочный круг кровообращения.

В правое предсердие впадают, кроме нижней полой вены, еще верхняя полая вена и венозный (венечный) синус сердца. Венозная

кровь, поступающая через верхнюю полую вену от верхней половины тела, далее попадает в правый желудочек, а из последнего – в легочный ствол. Однако, вследствие того, что у плода легкие еще не функционируют как дыхательный орган, только незначительная часть крови поступает в паренхиму легких и оттуда по легочным венам в левое предсердие. Большая часть крови из легочного ствола по ductus arteriosus (Botallii) (артериальный (Боталлов) проток) переходит в нисходящую аорту и оттуда к внутренностям и нижним конечностям. Пупочные артерии берут начало от внутренней подвздошной артерии.

Таким образом, несмотря на то, что в целом по сосудам плода течет смешанная кровь (за исключением пупочной вены и венозного протока до его впадения в нижнюю полую вену), качество ее ниже места впадения артериального протока значительно ухудшается. Следовательно, верхняя часть тела (голова) получает кровь, более богатую кислородом и питательными веществами. Нижняя же половина тела питается хуже, чем верхняя, и отстает в своем развитии. Этим объясняются малые размеры таза и нижних конечностей новорожденного.

При рождении происходит резкий переход от плацентарного кровообращения к легочному. При первом вдохе и растяжении легких воздухом легочные сосуды сильно расширяются и наполняются кровью. Тогда артериальный проток спадается и в течение первых 8—10 дней облитерируется, превращаясь в артериальную связку (ligamentum arteriosum).

Пупочные артерии зарастают в течение первых 2—3 дней жизни, пупочная вена – несколько позднее (6—7 дней). Поступление крови из правого предсердия в левое через овальное отверстие прекращается тотчас после рождения, так как различие в давлении крови между правым и левым предсердиями выравнивается. Закрытие овального отверстия происходит значительно позднее, чем облитерация ductus arteriosus, и часто сохраняется в течение первого года жизни, а в 1/3 случаев – на всю жизнь.

### **Лимфатическая система**

*Лимфатическая система*, systema lymphaticum, является составной частью сосудистой системы и представляет собой как бы добавочное русло венозной системы, в тесной связи с которой она раз-



вивается и с которой имеет сходные черты строения (наличие клапанов, направление тока лимфы от тканей к сердцу).

Функции лимфатической системы: 1) проведение лимфы от тканей в венозное русло (транспортная, резорбционная и дренажная функции); 2) участие в иммунологических реакциях (лимфопоэз, барьерная функция); 3) по лимфатическим путям распространяются клетки злокачественных опухолей (метастазирование).

Лимфатическая система имеет в своем составе следующие образования: 1) пути, проводящие лимфу: лимфатические капилляры, лимфатические сосуды, стволы и протоки; 2) места развития лимфоцитов: лимфоидные образования в слизистых оболочках, пульпа селезенки, лимфатические узлы. Наличие лимфатических узлов отличает лимфатическую систему от венозной. Другое отличие – венозные капилляры сообщаются с артериальными, тогда как лимфатическая система представляет собой систему трубок, замкнутую на одном конце (периферическом) и открывающуюся другим концом (центральным) в венозное русло.

Анатомически лимфатическая система складывается из следующих частей: 1) замкнутый конец лимфатического русла начинается сетью лимфокапиллярных сосудов, пронизывающих ткани органов в виде лимфокапиллярной сети; 2) лимфокапиллярные сосуды переходят во внутриорганные сплетения мелких лимфатических сосудов; 3) последние выходят из органов в виде более крупных отводящих лимфатических сосудов, прерывающихся на своем дальнейшем пути лимфатическими узлами; 4) крупные лимфатические сосуды вливаются в лимфатические стволы и далее в главные лимфатические протоки тела – правый и грудной лимфатические протоки, которые впадают в крупные вены шеи.

Лимфокапиллярные сосуды осуществляют: 1) всасывание (резорбцию) из тканей коллоидных растворов белковых веществ, не всасывающихся в кровеносные капилляры (лимфатические капилляры имеют больший диаметр от 0,01 до 0,2 мм); 2) дополнительный к венам дренаж тканей, т. е. всасывание воды и растворенных в ней кристаллоидов; 3) удаление из тканей в патологических условиях чужеродных частиц и т. п.

Соответственно этому лимфокапиллярные сосуды представляют собой систему эндотелиальных трубок, пронизывающих почти все органы, кроме мозга, паренхимы селезенки, эпителиального покрова ко-

жи, хрящей, роговицы, хрусталика глаза, плаценты и гипофиза. Переход лимфокапилляров в лимфатические сосуды определяется изменением строения стенки, а не появлением клапанов, которые встречаются и в капиллярах. Стенки лимфатических капилляров построены из одного слоя эндотелиальных клеток.

Структурной и функциональной единицей лимфатической системы является клапанный сегмент (лимфангион). Он содержит все необходимые элементы для осуществления самостоятельной пульсации и перемещения лимфы в соседний отрезок сосуда: клапан, направляющий ток лимфы, мышечная манжетка, обеспечивающая сокращение, и богатая иннервация, позволяющая автоматически регулировать интенсивность работы всех элементов.

Интраорганные лимфатические сосуды образуют широкопетлистые сплетения и идут вместе с кровеносными, располагаясь в соединительно-тканых прослойках органа. Из каждого органа или части тела выходят отводящие лимфатические сосуды, которые идут к различным лимфатическим узлам. Главные лимфатические сосуды, получающиеся от слияния второстепенных и сопровождающие артерии или вены, носят название коллекторов. После прохождения через последнюю группу лимфатических узлов лимфатические коллекторы соединяются в лимфатические стволы, соответствующие по числу и расположению крупным частям тела.

Так, основным лимфатическим стволом для нижней конечности и таза является поясничный ствол (*truncus lumbalis*), для верхней конечности – подключичный ствол (*truncus subclavius*), для головы и шеи – яремный ствол (*truncus jugularis*). В грудной полости имеется парный бронхосредостенный ствол (*truncus bronchomediastinalis*), а в брюшной иногда имеется непарный кишечный ствол (*truncus intestinalis*). Все эти стволы в конце концов соединяются в конечных протоках – правый лимфатический проток (*ductus lymphaticus dexter*) и грудной проток (*ductus thoracicus*), которые впадают в крупные вены, преимущественно во внутренние яремные вены, или в венозные углы, образованные при слиянии внутренней яремной вены с подключичной.

Лимфатические узлы расположены по ходу лимфатических сосудов и вместе с ними составляют лимфатическую систему. Лимфатические узлы состоят из лимфоидной и соединительной тканей и являются органами лимфопоэза и образования антител. Лимфатические узлы, которые оказываются первыми на пути лимфатических сосу-

дов, несущие лимфу из данной области тела (региона) или органа, считаются регионарными.

Каждый лимфатический узел покрыт соединительнотканной капсулой, от которой внутрь узла отходят трабекулы. Между капсулой, трабекулой и паренхимой имеются щели – лимфатические синусы, по которым течет лимфа, поступившая в лимфатический узел. Сквозь стенки синусов в паренхиму лимфатического узла проникают и там накапливаются инородные частицы, подвергающиеся воздействию лимфы.

Грудной проток, *ductus thoracicus*, имеет длину 30—41 см и начинается от слияния правого и левого поясничных стволов. У начала грудной проток имеет расширение – *cisterna chyli*. Образовавшись в брюшной полости, грудной проток проходит грудную полость через аортальное отверстие, направляется кверху впереди от позвоночного столба и вливается в левую внутреннюю яремную вену или в левый венозный угол. Место впадения снабжено двумя складками, препятствующими проникновению крови в грудной проток.

В верхнюю часть грудного протока вливаются левый бронхосредостенный ствол, собирающий лимфу от стенок и органов левой половины грудной клетки; левый подключичный ствол – от левой верхней конечности; левый яремный ствол – от левой половины шеи и головы. Таким образом, грудной проток собирает около  $3/4$  всей лимфы почти от всего тела, за исключением правой половины головы и шеи, правой руки, правой половины грудной клетки и полости и нижней доли левого легкого. Из перечисленных областей лимфа течет в правый лимфатический проток, впадающий в правую подключичную вену или в правый венозный угол.

Правый лимфатический проток, *ductus lymphaticus dexter*, имеет длину не более 10—12 мм и образуется из слияния трех стволов: правого яремного ствола, получающего лимфу из правой области головы и шеи; правого подключичного ствола, несущего лимфу из правой верхней конечности; и правого бронхосредостенного ствола, который собирает лимфу от стенок и органов правой половины грудной клетки.

## Лекция 6

# ОРГАНЫ КРОВЕТВОРЕНИЯ И ИММУНОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ

**Кроветворение (гемопоз)** – свойство организма восстанавливать форменные элементы крови.

### Виды кроветворения

1. Миелопоз – образование всех форменных элементов крови, кроме лимфоцитов.
2. Лимфопоз – образование, Т-, В- и 0-лимфоцитов.

Гемопоз подразделяется на 2 временных периода – эмбриональный и постэмбриональный.

### Этапы эмбрионального гемопоза.

**I этап** — мезобластический: протекает с 9-х суток по 9-ю неделю внутриутробного развития. Происходит во внезародышевой мезодерме желточного мешка. Мезенхимные клетки формируют скопления – кровяные островки. Периферические клетки островка дифференцируются в эндотелий. Клетки центральной зоны образуют первичные эритробласты (мегалобласты). Кроветворение в желточном мешке происходит интраваскулярно. Здесь образуются и стволовые клетки 1-й генерации.

**II этап** — гепато-тимо-лимфо-лиенальный: с 6-й недели, пик в 5 месяцев, затухание к рождению. Из стволовых клеток 1-й генерации образуются все форменные элементы крови, а также стволовые клетки 2-й генерации. Стволовые клетки 2-й генерации мигрируют из печени в зачатки тимуса, лимфоузлов, селезёнки и красного костного мозга. Кроветворение в этих органах осуществляется экстраваскулярно.

Печень является центральным органом гемопоза у эмбриона. Начинается печёночный период с 6-й недели, достигая пиковой активности к 5-му месяцу эмбрионального развития. Затухая печёночный гемопоз оставляет единичные островки гемопоза в печени до

рождения. В раннем постнатальном периоде гемопоэтические процессы в печени в норме прекращаются.

В тимусе гемопоэз начинается с 9—10-й недели, в лимфоузлах — с 10-й недели, в селезёнке — с 12—13-й недели. Вначале в этих органах образуются все клетки крови. В постнатальном периоде — только лимфоциты.

**III этап** — медуллярный: в красном костном мозге кроветворение начинается с 3-го месяца эмбрионального развития. К 6-му месяцу эмбриогенеза красный костный мозг становится центральным органом кроветворения, выполняя эту функцию и после рождения на протяжении всей жизни. Здесь экстравакулярно образуются все клетки крови. На 14—17-й неделе предшественники Т-лимфоцитов начинают покидать красный костный мозг и заселяться в тимус.

Постэмбриональный гемопоэз в норме протекает на протяжении всей жизни в красном костном мозге и тимусе.

#### Унитарная теория гемопоэза

В 1920 г. А. А. Максимов разработал унитарную теорию гемопоэза, суть которой заключается в существовании единой предшественницы всех клеток внутренней среды — стволовой клетки, колониеобразующей единицы (КОЕ), которая по своим морфологическим признакам сходна с малым лимфоцитом. В 1973 г. И. Л. Чертков и А. И. Воробьев, объединив накопленные данные в исследовании морфологии и физиологии крови, предложили единую схему кроветворения, которая включает в себя 6 классов клеточных форм.

*I класс* — полипотентные клетки-предшественники (стволовые клетки). Способны дифференцироваться по всем кровяным росткам. Делятся редко, поэтому их доля в кроветворных органах мала. Большинство стволовых клеток находится вне митотического цикла, в стадии покоя ( $G_0$ ). Из одной стволовой клетки может образовываться до 1 млн зрелых эритроцитов, 100 тыс. гранулоцитов и макрофагов.

*II класс* — частично детерминированные (полустволовые) клетки. Эти клетки являются предшественниками миелопоэза или лимфопоэза. Они чувствительны к регуляторам гемопоэза, которые определяют направление дифференцировки.

*III класс* — унипотентные клетки-предшественники. Они способны к пролиферации и дифференцировке. Являются клетками-предшественниками отдельных рядов гемопоэза. Их дифференциров-

ка находится под контролем эритропоэтина, лейкопоэтина, тромбопоэтина.

Общие черты клеток-предшественников первых 3-х классов: 1) находятся в ККМ; 2) размеры 8—10 мкм, форма округлая, ядро крупное, округлое, с низкой степенью конденсированности хроматина, есть ядрышки, цитоплазма слабобазофильна, органелл мало, это преимущественно свободные рибосомы; 3) морфологически неразличимы, отличаются только по поверхностным антигенам; 4) формируют самоподдерживающуюся популяцию: при их делении часть дочерних клеток полностью идентична материнским и лишь другая часть подвергается дифференцировке; 5) способны образовывать колонии.

*IV класс – морфологически распознаваемые клетки – бласты.* Они дают начало отдельным рядам гемопоэза (эритропоэзу, гранулоцитопоэзу, моноцитопоэзу, тромбоцитопоэзу и лимфопоэзу).

Бласты не формируют самоподдерживающуюся популяцию (при делении образуются только более дифференцированные клетки, а клетки, подобные родительским, не воспроизводятся).

*V класс – созревающие клетки.* Здесь имеются четкие морфологические отличия от клеток первых трёх классов.

*VI класс – зрелые клетки.*

Эритропоэз. Основные события эритропоэза: уменьшение размеров клетки; исчезновение ядра; синтез и накопление гемоглобина; изменение окраски цитоплазмы (от базофилии к оксифилии)

Ретикулоцит – практически зрелая форма с остатками клеточных органелл (свободные рибосомы, митохондрии, комплекс Гольджи), которые выявляются бриллиантовым крезиловым синим в виде базофильной сетевидной структуры.

Гранулоцитопоэз – процесс образования гранулярных лейкоцитов. В ходе гранулоцитопоэза происходит уменьшение размеров клетки, конденсация хроматина, сегментирование ядра и появление специфической зернистости.

Моноцитопоэз – процесс образования моноцитов. Основные черты дифференцировки клеток моноцитарного дифферона: увеличение размеров клетки, изменение формы ядра, появление характерных инвагинаций, развитие аппарата внутриклеточного пищеварения.

Тромбоцитопоэз – процесс образования тромбоцитов. Основные черты дифференцировки клеток тромбоцитарного дифферона: увеличение размеров клетки, сегментация ядра, накопление в цитоплазме

специфических гранул. В силу своих размеров мегакариоцит не может проникнуть в кровоток и поэтому отщепляет фрагменты цитоплазмы, которые проходят через поры синусоидных капилляров красного костного мозга и попадают в кровоток – так происходит образование кровяных пластинок – тромбоцитов.

Лимфопоэз – процесс образования всех форм зрелых (неиммунных) лимфоцитов.

### **Органы кроветворения и иммунологической защиты**

**Иммунитет** (лат. «immunitas» – свободный от повинностей) – способность организма сопротивляться инфекциям, ядам и другим опасным веществам.

Условием успешного существования организма является защита его генетической целостности в течение его индивидуальной жизни. Для такой защиты организм имеет неспецифические и специфические механизмы. К неспецифическим, неиммунным, относятся следующие.

Механические факторы: сдвигание эпителиев, выработка слизи, биение ресничек, ток слюны, слез, мочи и др. жидкостей.

Химические факторы: низкий рН большинства секретов, присутствие в них противомикробных веществ (лизоцима, лактоферрина и др.).

Деятельность клеток: нейтрофилов, эозинофилов, моноцитов, макрофагов и НК-клеток, уничтожающих микроорганизмы фагоцитарными и нефагоцитарными механизмами.

Специфические (иммунные) защитные механизмы обеспечиваются клетками-иммуноцитами, обладающими способностью осуществлять реакции, возникающие после контакта организма с антигенами – веществами, несущими признаки чужеродной информации.

Проникнув в организм, любой антиген распознается иммуноцитами, после чего развивается иммунный ответ по одному из направлений: 1) развитие реакций гуморального иммунитета – выработка антител; 2) развитие реакций клеточного иммунитета – непосредственный контакт клеток-эффекторов иммунной системы с клетками-мишенями.

**Антигены (АГ)** – структурно чужеродные для конкретного организма вещества, то есть способные вызывать иммунный ответ (вирусы, бактерии, простейшие).

*Антитела* (иммуноглобулины – Ig) – вещества, продукция которых может быть вызвана введением в организм антигенов. Главное свойство антител – способность специфически связываться с антигенами.

*Иммунологическая память* – способность организма отвечать на повторное введение антигена иммунной реакцией, характеризующейся большей силой и более быстрым развитием.

Все иммунокомпетентные клетки имеют костномозговое происхождение.

Антигенпредставляющие клетки (АПК): дендритные (интердигирующие клетки, клетки Лангерганса), моноциты и макрофаги. АПК присутствуют в коже, лимфатических узлах, селезенке и других органах. Они захватывают и представляют антиген на своей поверхности, вырабатывают интерлейкины и другие цитокины.

Дендритные клетки (CD34) происходят из костного мозга и образуют популяцию долгоживущих клеток, запускающих иммунный ответ.

Т-лимфоциты (тимус-зависимые) отвечают за клеточный иммунитет и помогают В-лимфоцитам реагировать на антиген при гуморальном ответе. Т-лимфоциты узнают антиген, предварительно представленный на поверхности АПК. Маркеры Т-лимфоцитов – CD4<sup>+</sup> и CD8<sup>+</sup>. Т лимфоциты в функциональном плане делятся на:

- Т-хелперы – секретируют цитокины, активирующие или ингибирующие иммунокомпетентные клетки;

- Т-киллеры – уничтожают инородные клетки при помощи перфоринов;

НК-клетки (натуральные киллеры) составляют до 10 % всех лимфоцитов крови. Морфологически – это большие гранулярные лимфоциты. Убивают опухолевые клетки и клетки, инфицированные вирусами и бактериями. Маркеры НК-клеток: CD16, CD56, CD57.

Клеточный иммунитет обеспечивается деятельностью Т-клеток. Развивается при вирусных инфекциях, опухолевом росте, реакциях отторжения трансплантата. Эффекторные клетки клеточного иммунитета – Т-киллеры.

Гуморальный иммунитет осуществляется В-лимфоцитами. Антиген может быть бактериальной клеткой, вирусной частицей, высокомолекулярным белком. Макрофаг захватывает АГ, поглощает и расщепляет его в фаголизосомах, а затем экспрессирует антигенную



детерминанту на своей поверхности. В-лимфоциты распознают АГ и начинают продуцировать антитела, трансформируясь в плазматические клетки. Антитела специфически связываются с антигеном и образовавшийся комплекс становится уязвимым для фагоцитов.

### Центральные органы кроветворения

**Красный костный мозг.** Красный костный мозг располагается в губчатом веществе плоских костей и эпифизах трубчатых костей, до 18 лет располагается в губчатом веществе всех костей. Имеет полужидкую консистенцию, из него можно приготовить и срезы, и мазки. В мазках красного костного мозга присутствуют только паренхиматозные элементы, тогда как в срезах красного костного мозга имеется и строма, и паренхима. Масса костного мозга взрослого человека составляет в среднем 3–3,5 кг.

В красном костном мозге происходит пролиферация и все стадии созревания эритроцитов, гранулоцитов, моноцитов, тромбоцитов, а также нестимулированных В-лимфоцитов и предшественников Т-лимфоцитов. Красный костный мозг образован стромальным и гемальным компонентами.

Стромальные компоненты красного костного мозга:

- 1) ретикулярная ткань – ретикулярные клетки и волокна;
- 2) синусоидные капилляры;
- 3) макрофаги;
- 4) адипоциты;
- 5) остеогенные клетки;
- 6) адвентициальные клетки.

Синусоидные капилляры красного костного мозга имеют щели в эндотелии и базальной мембране, через которые зрелые клетки крови попадают в кровоток.

Функции красного костного мозга:

- 1) содержание популяции стволовых клеток крови;
- 2) образование клеток эритроидного, гранулоцитарного, тромбоцитарного, моноцитарного рядов;
- 3) образование В-лимфоцитов и NK-клеток;
- 4) участие в репаративной и физиологической регенерации крови и костной ткани.

### **Тимус (вилочковая, зубная железа)**

Располагается в грудной полости в области верхнего межплеврального пространства переднего средостения над сердцем

и магистральными сосудами. Снаружи тимус покрыт соединительно-тканной капсулой, мягкую строму тимуса образует эпителиоретикулоциты. В тимусе происходит антигеннезависимая дифференцировка Т-лимфоцитов и выбраковка Т-клеток с рецепторами против собственных тканей организма.

Тимус синтезирует широкий спектр гормонально-активных веществ, среди которых различают собственные тимические гормоны, биогенные амины, пептидные гормоны и др. Тимус имеет дольчатое строение. В каждой дольке имеются строма и паренхима. Плотная строма – капсула и септы – образованы рыхлой неоформленной соединительной тканью. Мягкая строма тимуса представлена ретикулоэпителиальной тканью (эпителиальные клетки-кормилицы, дендритные клетки, секреторные эпителиоциты). Из клеток мягкой стромы образуются тельца Гассалья, или слоистые тельца. Функции стромы: участие в дифференцировке Т-лимфоцитов путем контактных взаимодействий с лимфоцитами и путем выработки гормонов тимуса (тимозина, тималина, тимопоэтина).

*Паренхима тимуса.* Тимус имеет дольчатое строение. Каждая тимическая долька состоит из коркового и мозгового вещества. Корковое вещество образовано клетками-предшественниками Т-лимфоцитов, Т-лимфобластами, Т-лимфоцитами разных степеней дифференцировки, погибающими Т-лимфоцитами, макрофагами. В корковом веществе происходит антигеннезависимая дифференцировка Т-лимфоцитов и осуществляется позитивная и негативная селекция.

В мозговой слой дольки тимуса тимоциты поступают из коркового вещества и дифференцируются в Т-клетки памяти, Т-иммунобласты, Т-лимфоциты, которые покидают тимус по венам и выносящим лимфатическим сосудам. Только 3—5 % клеток покидают тимус.

В мозговом веществе тимических долек локализуются тимические тельца (тельца Гассалья). Это бессосудистые шаровидные структуры от 20 до 200 мкм в диаметре, в которых уплощенные клетки лежат концентрическими слоями, напоминая луковицу. Клетки соединены между собой многочисленными десмосомами, содержат гранулы кератогиалина и кератина. В центральных отделах тельца Гассалья клетки дегенерируют.

*Гематотимусный барьер.* В тимусе происходят антигеннезависимая пролиферация и дифференцировка Т-лимфоцитов, эти процессы должны осуществляться без доступа антигенов. Для препятствия проникновения антигенов в тимусе имеется один из гистогематических барьеров: гематотимусный барьер.

Состав гематотимусного барьера:

- 1) стенка капилляра – эндотелиоцит, базальная мембрана;
- 2) перикапиллярное пространство: макрофаги, лимфоциты, тканевая жидкость, базальная мембрана периваскулярных ретикулоэпителиоцитов, клетки-няньки.

Гематотимусный барьер проницаем для воды и электролитов, кислорода и углекислого газа, модифицированных в ретикулоэпителиоцитах трофических мономеров углеводного, белкового и жирового метаболизма и непроницаем для антигенов.

Функции тимуса:

1. Созревание и антигеннезависимая дифференцировка Т-лимфоцитов.
2. Селекция Т-лимфоцитов (удаление клеток, способных активироваться антигенами собственного организма).
3. Продукция гормонов (тимозин, тимопоэтин, тимотаксин, тималин и т. д.).

В течение жизни тимус подвергается обратному развитию – возрастной инволюции. При стрессах и под действием глюкокортикоидных гормонов происходит быстрая или акцидентальная инволюция тимуса. Оба вида инволюции заключаются в гибели (путем апоптоза) лимфоидных клеток, уменьшении массы органа и замещении паренхимы соединительной тканью.

Кровоснабжение: тимические артерии, отходящие от внутренней грудной, нижних и верхних щитовидных артерий. Венозный отток в одноименные вены, а затем в непарные и полунепарные вены. Лимфоотток в трахеобронхиальные и парастерильные лимфатические узлы. Иннервация: из шейных грудных ганглиев (симпатический отдел вегетативной нервной системы). А также диафрагмальным и блуждающим нервами (парасимпатический отдел).

### **Периферические органы кроветворения**

***Лимфатические узлы*** – это образования округлой формы, размером 0,5—1,0 см. Располагаются группами по ходу лимфатических и кровеносных сосудов, в воротах внутренних органах, подмышеч-

ной, подколенной, локтевой ямках, в паховой области. В них происходят антигензависимая дифференцировка лимфоцитов и элиминация антигенов из лимфы.

С выпуклой стороны в лимфатический узел входят многочисленные приносящие лимфатические сосуды, с противоположной стороны из ворот узла выходят 1—2 выносящих лимфатических сосуда.

Лимфатические узлы покрыты соединительно-тканной капсулой, отдающей в паренхиму нежные перегородки. Мягкую строму лимфатических узлов образует ретикулярная ткань.

В паренхиме лимфатического узла различают корковое и мозговое вещество. На границе – тимусзависимая паракортикальная зона. Паракортикальная зона – это область локализации посткапиллярных венул с кубическими эндотелиоцитами, через которые происходит хоминг лимфоцитов – поступление из циркулирующей крови Т- и В-лимфоцитов.

Корковое вещество – В-клеточная зона, где локализуются лимфоидные фолликулы. Каждый из них состоит из светлого центра размножения, или реактивного центра, и более темной периферической зоны. Здесь же есть дендритные клетки и плазматические клетки.

Мозговое вещество содержит мозговые тяжи и синусы.

Синусы – пространства, по которым протекает лимфа. Различают краевые, промежуточные, мозговые синусы. Стенки синусов выстланы эндотелиоэпителиальными и береговыми клетками (макрофагами), которые механически очищают лимфу от чужеродных веществ.

Функции лимфатических узлов:

- 1) пролиферация и антигензависимая дифференцировка В-лимфоцитов;
- 2) защитная;
- 3) депо лимфы;
- 4) участие в обмене липидов;
- 5) участие в лимфогенном метастазировании при злокачественных новообразованиях в других органах.

**Селезёнка (*lien, splen*).** Представляет собой паренхиматозный орган, расположенный в брюшной полости слева, на уровне IX—XI ребра. Масса селезенки составляет 150—190 г. Различают диафрагмальную и переднемедиальную поверхности селезенки. На переднемедиальной поверхности имеются ворота, через которые в селезенку входят артериальные сосуды, нервы, выходят вены и лимфатические сосу-

ды. С поверхности селезенка полностью покрыта брюшиной, под которой находится плотная фиброзная капсула, отдающая внутрь органа мощные перегородки. В состав капсулы и перегородок входят гладкие миоциты. В паренхиме селезенки различают белую и красную пульпу.

*Белая пульпа* – совокупность лимфоидной ткани, представленной скоплениями Т-лимфоцитов вокруг артерий, выходящих из трабекул, а также обычными лимфоидными фолликулами. В белой пульпе происходит антигензависимая дифференцировка Т- и В-лимфоцитов.

*Красная пульпа* – это кровь, которая находится в синусоидах и перисинусоидальных пространствах. Здесь есть ретикулярные клетки, макрофаги, эритроциты, тромбоциты, гранулоциты, лимфоциты, плазматические клетки.

*Кровоснабжение селезенки.* Селезеночная артерия – сегментарная артерия – трабекулярная артерия – пульпарная артерия – центральная артерия – кисточковая артериола (с эллипсоидами) – короткие капилляры. Далее кровь может течь по 2 путям: венозный синусоидный капилляр – непосредственно в пульпу – пульпарная вена – трабекулярная вена – сегментарные вены – селезеночная вена.

Функции селезенки:

- 1) продукция иммуноглобулинов;
- 2) образ гуморальные факторы, влияющие на систему мононуклеарных фагоцитов (тафтсин, спленин);
- 3) фагоцитоз старых эритроцитов и тромбоцитов;
- 4) депо эритроцитов, гранулоцитов и тромбоцитов.

*Миндалины.* Это скопления лимфоидной ткани в собственной пластинке слизистой оболочки полости рта и глотки (лимфоэпителиальное кольцо Пирогова).

Лимфоидная ткань миндалин, как и всех других периферических органов иммунологической защиты, представлена лимфатическими фолликулами, состоящими из более светлого реактивного центра, в котором пролиферируют и дифференцируются лимфоциты, и более темной – короны, расположенной на периферии. В обоих отделах фолликула располагаются лимфоциты.

Строма миндалин образована ретикулярной тканью, в которой имеются дендритные клетки, участвующие в антигензависимой дифференцировке В-лимфоцитов, и интердигитирующие клетки, участвующие в антигензависимой дифференцировке Т-лимфоцитов.

*Лимфоидная ткань слизистых оболочек.* В слизистых оболочках желудочно-кишечного тракта, воздухоносных и мочевыделительных путей имеются многочисленные лимфоидные фолликулы, имеющие такое же строение, как фолликулы миндалин или лимфатических узлов. Функция этих образований – пролиферация и антигензависимая дифференцировка Т- и В-лимфоцитов.

Кровоснабжение: селезеночная артерия (ветвь чревного ствола). Венозный отток в одноименные вены, а затем в воротную вену печени. Лимфооток в околосолезеночные лимфатические узлы. Иннервация: соматические и вегетативные нервы.

## Лекция 7

### ЭНДОКРИННАЯ СИСТЕМА

Эндокринная система относится к интегрирующим системам организма (вместе с сердечно-сосудистой, нервной, иммунной). Согласно морфофункциональной классификации, эндокринная система включает: высшее звено (гипоталамус), центральное звено (гипофиз, эпифиз), периферическое звено (аденогипофиззависимые и аденогипофизнезависимые железы): щитовидная, паращитовидная железа, надпочечники; половые железы; эндокринные отделы неэндокринных желез: поджелудочная железа, печень, почки, слюнные железы; одиночные гормонпродуцирующие клетки дисперсной эндокринной системы.

Общие принципы структурно-функциональной организации эндокринных органов:

- 1) отсутствие выводных протоков;
- 2) обильное кровоснабжение;
- 3) капилляры фенестрированного или синусоидного типа;
- 4) образованы эпителиальной тканью;
- 5) вырабатывают гормоны – биологически активные вещества, оказывающие эффекты в малых дозах.

Гормоны («hormeo» – погонять, возбуждать), продуцируемые эндокринными железами, осуществляют межклеточные взаимодействия информационного и регуляторного характера.

По химическому строению гормоны подразделяются на:

- 1) олигопептиды (нейропептиды);
- 2) полипептиды (инсулин);
- 3) гликопротеины (тиреотропин);
- 4) стероиды (половые гормоны, альдостерон, кортизол);
- 5) производные тирозина (йодсодержащие гормоны щитовидной железы).

## Общие понятия

*Виды гормональной регуляции:* 1) эндокринная или дистантная – гормон секретируется во внутреннюю среду и разносится по организму кровью или лимфой; 2) паракринная – гормон действует на клетки, расположенные поблизости; 3) аутокринная – гормон действует на саму, его производящую клетку; 4) юкстакринная – действие посредством прикрепления, адгезии.

*Клетка-мишень* – это клетка, способная при помощи рецепторов регистрировать наличие гормона и отвечать соответствующим образом.

*Рецептор* – группа молекул, специфически связывающих гормон; рецепторы могут локализоваться на ядре, плазмолемме, а могут вызывать образование вторичных посредников.

*Рилизинг-гормоны* – это гормоны, синтезируемые в нейронах гипоталамической области мозга. Их мишенями являются эндокринные клетки передней доли гипофиза. Рилизинг-гормоны делятся на либерины (усиливающие секрецию тропных гормонов передней доли гипофиза) и статины (ослабляющие её).

*Тропные гормоны* – это гормоны передней доли гипофиза, клетками-мишенями для которых являются другие эндокринные клетки.

*Гипоталамус* – это центральный регулятор вегетативных функций и высший эндокринный центр. Является частью промежуточного мозга. В нем различают 3 морфофункциональные зоны: 1) передний гипоталамус – супраоптические и паравентрикулярные нейросекреторные ядра; 2) средний гипоталамус – аркуатные, дорзомедиальные и вентромедиальные ядра; 3) задний гипоталамус – мамиллярные ядра.

Гипоталамус реализует свои функции 3 путями: трансденогипофизарным, транснейрогипофизарным, парагипофизарным (путем проведения нервных импульсов по аксонам симпатических и парасимпатических нейронов непосредственно к эндокринным клеткам-мишеням, минуя гипофиз).

Клетки парных супраоптических и паравентрикулярных ядер секретируют 2 гормона: вазопрессин и окситоцин. Вазопрессин суживает кровеносные сосуды; усиливает обратное всасывание воды из почечных канальцев. Окситоцин сокращает миоэпителиоциты молочных желез, усиливая молокоотдачу; сокращает мускулатуру мат-



ки; сокращает гладкую мускулатуру семявыносящих путей, является гормоном привязанности.

Вазопрессин и окситоцин по аксонам нейросекреторных клеток гипоталамических ядер транспортируются в заднюю долю гипофиза, откуда поступают в кровеносное русло.

Ядра среднего гипоталамуса продуцируют и выделяют в кровь либерины и статины. Либерины, поступая в кровь, стимулируют секрецию соответствующих гормонов гипофиза (например, люлиберин стимулирует секрецию лютеинизирующего гормона, люстанин, напротив, её подавляет).

Ядра заднего гипоталамуса участвуют в регуляции количества глюкозы в крови и контролируют некоторые поведенческие реакции.

Таким образом, гипоталамус является высшим регулирующим звеном эндокринной системы, высшим ассоциативным центром вегетативной нервной системы, центром координации вегетативной и эндокринной систем, центром регуляции гомеостаза.

*Гипофиз*, или нижний придаток мозга, относится к промежуточному мозгу и представляет собой образование округлой формы, 12—15—10 мм, массой 0,5—0,6 г. Состоит из аденогипофиза (передняя доля) и нейрогипофиза (задняя доля), между которыми располагается промежуточная доля, слабо развитая у человека.

Гипофиз с поверхности покрыт рыхлой неоформленной соединительной тканью, от которой внутрь гипофиза отходят нежные перегородки. Паренхима передней доли гипофиза представлена аденоцитами, формирующими трабекулы. Среди аденоцитов различают хромофобные и хромофильные. Хромофобные аденоциты представляют собой молодые клетки, находящиеся в начале секреторного цикла или закончившие его.

Хромофильные аденоциты подразделяются на ацидофильные и базофильные. Ацидофильные аденоциты – это соматотропоциты и маммотропоциты. Соматотропоциты продуцируют соматотропный гормон (СТГ), секреторные гранулы в аденоцитах составляют около 400 нм в диаметре. Маммотропоциты (лактотропоциты) содержат гранулы диаметром около 200 нм, в которых находится пролактин.

Базофильные аденоциты представлены тиротропоцитами, гонадотропоцитами, кортикотропоцитами и меланотропоцитами.

Соматотропоциты продуцируют соматотропный гормон, активирующий митотическую активность соматических клеток и биосинтеза белка.

Маммотропоциты продуцируют пролактин, стимулирующий развитие и функцию молочных желез и желтого тела.

Гонадотропоциты продуцируют фолликулостимулирующий и лютеинизирующий гормоны. Оба гормона контролируют развитие и деятельность половых желез.

Тиротропоциты секретируют тиротропин, стимулирующий секрецию йодсодержащих гормонов щитовидной железы.

Кортикотропоциты выделяют адренокортикотропный гормон (АКТГ), стимулирующий секрецию гормонов клетками пучковой и сетчатой зон надпочечника.

Задняя доля гипофиза (нейрогипофиз) состоит из глиальных клеток (питуицитов), нервных волокон гипоталамо-нейрогипофизарного тракта, накопительных телец и аксовазальных синапсов. Сюда поступают гормоны вазопрессин и окситоцин.

Передняя доля гипофиза кровоснабжается верхней и средней гипофизарными артериями из системы внутренней сонной артерии; задняя доля – нижней гипофизарной артерией. Гипофиз находится вне гематоэнцефалического барьера. Венозный отток – в кавернозный синус.

*Эпифиз* (шишковидная железа, gl. pineale). Эпифиз называют верхним придатком мозга, он относится к эпителиальной части промежуточного мозга; размеры: 8—10•6 мм, масса 0,2 г. С поверхности покрыт мягкой мозговой оболочкой, образующей капсулу эпифиза, прослойки которой делят железу на дольки. В дольках – 2 вида клеток: пинеалоциты и поддерживающие глиоциты. Различают светлые (менее активные) и темные (более активные) пинеалоциты. Пинеалоциты имеют длинные извилистые отростки, которые подходят к сосудам и заканчиваются расширенными участками. Астроциты также имеют отростки. В их цитоплазме есть промежуточные филаменты диаметром 10 нм. Пинеалоциты – содержат крупное ядро, эндоплазматическую сеть, комплекс Гольджи, микротрубочки и микрофиламенты. Многочисленные отростки пинеалоцитов образуют аксовазальные синапсы. Пинеалоциты синтезируют мелатонин и серотонин. В интерстиции присутствуют отложения солей кальция – «мозговой песок».

### Функции эпифиза:

- Гормональный контроль за процессами, протекающими в организме циклически (продукция мелатонина).
- Эпифиз тормозит преждевременное половое созревание; модулирует активность иммунной системы.

*Надпочечник, gl. Suprarenale.* Парный орган, расположенный на верхнем полюсе почки. Масса – 4—5 г. С поверхности покрыт капсулой из соединительной ткани. В надпочечнике имеется строма и паренхима. Паренхима представлена совокупностью эпителиоцитов, группирующихся в корковое и мозговое вещество.

Правый надпочечник – трехгранная пирамида, левый – полумесяц. Располагаются на уровне XI–XII грудных позвонков ретроперитонеально.

Иногда участки коркового и мозгового вещества надпочечников могут располагаться за пределами железы. Корковое вещество надпочечника состоит из упорядоченных зон гормонпродуцирующих клеток. Зоны коркового вещества надпочечника: клубочковая, пучковая, сетчатая.

- Клубочковая зона (15 %) – самая поверхностная, клетки в ней образуют клубочки; продуцируют минералокортикоиды (альдостерон), которые регулируют гомеостаз натрия.
- Пучковая зона (75 %) образована параллельными тяжами клеток, идущими перпендикулярно поверхности органа; здесь продуцируются глюкокортикоидные гормоны (кортизол, кортизон, кортикостерон).
- Сетчатая зона продуцирует тестостерон.

#### Гормоны корковой зоны надпочечников

В клубочковой зоне продуцируется альдостерон, усиливающий реабсорбцию Na, Cl, карбонатов в почечных канальцах.

В пучковой зоне – синтезируются глюкокортикоиды (кортизол, кортизон, кортикостерон). Эти гормоны регулируют обмен углеводов, белков, липидов, активируют глюконеогенез, ослабляют воспалительные реакции, участвуют в стресс-реакциях.

Паренхима мозгового вещества надпочечников состоит из светлых эндокриноцитов, секретирующих адреналин или эпинефрин (эпинефроцитов) и темных эндокриноцитов, продуцирующих норэпинефрин или норэпинефрин (норэпинефроцитов).

Источники кровоснабжения надпочечников: верхняя надпочечниковая артерия (из нижней диафрагмальной артерии), средняя надпочечниковая артерия (из аорты), нижняя надпочечниковая артерия из почечной артерии.

Венозный отток – в надпочечниковые вены, впадающие в нижнюю полую вену.

Отток лимфы происходит в чревные и поясничные лимфатические узлы.

Иннервация: симпатическая – из чревного сплетения, парасимпатическая – из ветвей блуждающего нерва.

Функции надпочечников определяются продуцируемыми им гормонами (участие в поддержании гомеостаза и реализации стресс-реакций).

*Щитовидная железа, gl. Thyroidea.* Непарный орган, состоящий из долей, соединенных перешейком. Масса 0,05 % от общей массы тела, в среднем 25—30 г. Располагается в передней части шеи. Покрыта 2 капсулами, между которыми лежат сосуды и нервы. Внутри железы – прослойки соединительной ткани.

Паренхима железы представлена фолликулами, замкнутыми пузырьками, заполненными коллоидом. Фолликулов в железе взрослого человека – около 30 млн.

Фолликулы имеют округлую или овальную форму, средний диаметр 0,15 мм. Между ними располагаются межфолликулярные островки, образованные тиреоцитами или парафолликулярными клетками. Стенка фолликула состоит из одного слоя железистых клеток, расположенных на базальной мембране. В полости фолликула располагается коллоид, имеющий полужидкую консистенцию.

Парафолликулярные клетки (С-клетки) располагаются в межфолликулярных островках или в стенке фолликула, апикальными частями не достигая его просвета. Образуют кальцитонин (снижающий уровень Са в крови), мелатонин, серотонин.

#### Биосинтез тиреоидных гормонов

Тиреоидными гормонами являются тироксин (Т<sub>4</sub>) и трийодтиронин (Т<sub>3</sub>). Молекулы каждого из них состоит из тирозина и йода. Образование тиреоидных гормонов протекает в тиреоцитах в несколько стадий: 1) поглощение исходных продуктов – йода и тирозина тиреоцитом; 2) на мембранах гранулярной эндоплазматической сети синтезируется тиреоглобулин, он поступает в комплекс Гольджи, а затем в

коллоид; 3) тиреоциты поглощают йод в виде ионов и превращают его в атомарный йод, который также направляется в коллоид; 4) йодирование тиреоглобулина происходит в просвете фолликула и катализируется пероксидазой; 5) протеолиз тиреоглобулина и высвобождение из него гормонов.

### Кровоснабжение щитовидной железы

Артериальная кровь из верхней щитовидной артерии (ветвь наружной сонной артерии), нижней щитовидной артерии (из щитошейного ствола), собственная щитовидная артерия (из плечеголового ствола). Венозный отток от щитовидной железы осуществляется в яремные вены и плечеголовые вены.

Отток лимфы – в щитовидные, паратрахеальные и глубокие латеральные шейные узлы.

Иннервация – симпатическая – из шейных симпатических стволов, парасимпатическая – из блуждающего нерва.

*Паращитовидные (околощитовидные) железы.* Обычно их 4, располагаются на задней поверхности щитовидной железы, между двумя её капсулами. Масса 0,5 г. Размеры 6•4•2 мм. В железе различают строму и паренхиму. Паренхима образована тяжами и островками клеток 2 типов: главных и оксифильных.

Главные клетки – мелкие, полигональной формы, слегка ацидофильная цитоплазма. При помощи электронного микроскопа в них выявляются гранулы (200—400 нм) паратгормона.

Оксифильных клеток меньше. В их цитоплазме – множество митохондрий с многочисленными кристами. Функция этих клеток неизвестна. С возрастом секреторные клетки замещаются адипоцитами.

Функции околощитовидных желез – это продукция паратгормона, который имеет рецепторы на остеобластах. Последние при этом начинают вырабатывать фактор, стимулирующий активность остеокластов, которые усиленно резорбируют костную ткань и способствуют увеличению количества кальция в крови.

Кальцитонин, вырабатываемый С-клетками щитовидной железой, также влияет на остеокласты, угнетая их резорбтивную функцию и снижают выделение Са в кровь.

Паратгормон снижает концентрацию фосфора в крови, действуя на клетки почечных канальцев и вызывая усиление экскреции фосфатов с мочой.

## Лекция 8

### ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Условием жизни является потребление энергетических и пластических веществ. Организм человека не способен ассимилировать белки, жиры и углеводы без их предварительной обработки. Эту функцию выполняет система пищеварения. Совокупность органов, образующих пищеварительную систему или пищеварительный канал, начинаются ротовым, а заканчиваются анальным отверстием. Длина пищеварительного канала у взрослого человека – 8–12 м.

Пищеварительный канал подразделяется на 3 отдела:

- 1) передний отдел – ротовая полость и её содержимое, слюнные железы, глотка, пищевод;
- 2) средний отдел – желудок, тонкий и толстый кишечник, печень, поджелудочная железа, печень;
- 3) задний отдел – каудальная (анальная) часть прямой кишки.

По внутреннему строению органы пищеварения подразделяются на 3 группы:

- 1) трубчатые (полые) – пищевод, желудок, тонкий и толстый кишечник, желчный пузырь;
- 2) паренхиматозные – печень, поджелудочная железа, слюнные железы;
- 3) со специфическим строением – язык, зубы.

Трубчатые органы пищеварения характеризуются общими чертами строения с некоторыми исключениями. Стенка трубчатых органов состоит из 4 оболочек: слизистой, подслизистой, мышечной и адвентициальной (или серозной).

Слизистая оболочка в ротовой полости состоит из 2 слоев (эпителия и собственной пластинки), в остальной части пищеварительного канала – из 3 слоев (эпителия, собственной пластинки и мышечной пластинки).

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

Железы пищеварительной трубки могут располагаться в эпителии слизистой (бокаловидные клетки тонкой и толстой кишок); в собственной пластинке слизистой оболочки (кардиальные железы пищевода, железы желудка, крипты тонкой и толстой кишок); в подслизистой оболочке (в пищеводе, двенадцатиперстной кишке) и за пределами стенки пищеварительного канала (слюнные железы, печень, поджелудочная железа).

Собственная пластинка слизистой оболочки лежит под базальной мембраной, состоит из рыхлой соединительной ткани с большим количеством кровеносных и лимфатических сосудов, нервов, лимфоидных элементов.

Мышечная пластинка слизистой оболочки состоит из 1—3 слоев гладких миоцитов.

Рельеф слизистой оболочки может быть гладким, образовывать продольные и поперечные складки. Микроскопический рельеф может быть образован ямками, ворсинками, криптами.

Подслизистая оболочка представлена рыхлой волокнистой соединительной тканью, в которой имеются артериальные, венозные, нервные сплетения, сплетения лимфатических сосудов, лимфатические узелки. В подслизистой оболочке пищевода и двенадцатиперстной кишки находятся железы.

Мышечная оболочка состоит из 2 слоев гладкой мышечной ткани (в желудке – из 3 слоев). Гладкие миоциты внутреннего слоя ориентированы циркулярно, наружного – продольно.

Наружная оболочка пищеварительных органов может быть либо адвентициальной (в наддиафрагмальной части пищевода и заднем отделе пищеварительной трубки), образована рыхлой волокнистой соединительной тканью, либо серозной – рыхлая соединительная ткань, покрытая мезотелием.

Нервные элементы в пищеварительном канале образуют мощные интрамуральные сплетения – подслизистое (мейснерово) и межмышечное (ауэрбаховское). Они представлены парасимпатическими и симпатическими волокнами и ганглиями, состоящими из клеток Догеля всех трех типов.

Функции пищеварительной системы:

1) пищеварительная (механическая обработка пищи; транспорт пищевого комка; ферментативная обработка пищевых компонентов;

реабсорбция продуктов расщепления); 2) секреторная (экзокринная, эндокринная); 3) экскреторная; 4) защитная.

**Полость рта.** Полость рта – нижний отдел лицевого черепа, ограниченный снизу диафрагмой рта, образованной парной *m. mylohyoideus*, сверху – нёбом, спереди – губами, латерально – щеками. Слизистая оболочка полости рта не имеет подслизистой оболочки и непосредственно срастается с подлежащими тканями.

К ротовой полости относятся: губы, щеки, десны, твердое и мягкое нёбо, язык, миндалины, слюнные железы, зубы.

В полости рта выделяют: 1) преддверие рта (*vestibulum oris*); 2) собственно полость рта (*cavum oris proprium*).

Преддверие рта (передненаружная часть) – это пространство, расположенное между губами и щеками снаружи, зубами и деснами изнутри. Собственно полость рта (задневнутренняя часть) простирается от зубов спереди и до входа в глотку сзади. Дно полости рта образовано его диафрагмой, состоящей из парных *m. mylohyoideus*.

Верхнюю стенку полости рта образует твердое и мягкое нёбо.

Твердое нёбо, *palatum durum* (передняя часть неба), имеет костную основу – костное нёбо, *palatum osseum*. Костная основа образуется небными отростками верхних челюстей и горизонтальными пластинками небных костей. Слизистая оболочка плотно сращена с надкостницей.

Мягкое небо, *palatum molle* (задняя часть неба) – дубликатура слизистой оболочки, в толще которой располагаются мышцы (*m. palatoglossus et m. palatopharyngeus*). В мягком нёбе различают: 1) переднюю часть; 2) горизонтальную часть; 3) заднюю часть, так называемую небную занавеску, *velum palatinum*.

Небная занавеска посередине вытягивается в небольшой конической формы язычок, *uvula*. С каждой стороны небная занавеска переходит в две дужки: небно-язычную – направляется к корню языка; небно-глоточную – переходит в слизистую оболочку боковой стенки глотки. Между дужками располагается миндаликовая ямка, а в ней – нёбная миндалина. Полость рта сообщается с глоткой зевом – *isthmus faucium*.

**Язык (*lingua, glossus*).** Анатомически в языке различают верхушку, тело и корень. Основу языка составляют собственные и скелетные поперечно-полосатые мышцы.



Скелетные: 1) подбородочно-язычная (m. genioglossus); 2) подъязычно-язычная (m. hyoglossus); 3) шилоязычная (m. styloglossus).

Собственные: 1) верхняя и нижняя продольные (m. longitudinalis superior et inferior); 2) поперечная мышца языка (m. transversus linguae); 3) вертикальная мышца языка (m. verticalis linguae).

В толще языка располагается большое количество слюнных желез, выводные протоки которых открываются на поверхность слизистой оболочки. Белковые слюнные железы – простые трубчатые разветвленные, их протоки открываются в желобки желобоватых сосочков и между листовидными сосочками.

Слизистые железы языка простые альвеолярно-трубчатые разветвленные, располагаются по краю языка и в его корне. Их протоки открываются в крипты язычной миндалины.

Смешанные железы располагаются в толще кончика языка. Их выводные протоки открываются на нижней поверхности языка.

Поверхность языка покрыта многослойным плоским частично ороговевающим эпителием. Характер слизистой оболочки различен на верхней, боковой и нижней поверхностях языка. Верхняя и боковая поверхности имеют микроскопические выросты – сосочки. В этих отделах отсутствует подслизистая оболочка и слизистая оболочка непосредственно срастается с мышечной основой языка. На нижней поверхности языка сосочки отсутствуют.

Сосочки языка делятся на четыре группы: 1) нитевидные сосочки, papillae filiformes, находятся на верхней поверхности тела языка; 2) грибовидные сосочки, papillae fungiformes, числом от 150 до 200, рассеяны главным образом по спинке языка; 3) желобовидные сосочки, papillae vallatae, самые крупные, но маловыдающиеся над поверхностью, числом от 7 до 11, расположены на границе между телом и корнем языка; 4) листовидные сосочки, papillae foliatae, располагаются на боковых отделах языка.

Основу каждого сосочка составляет выпячивание соединительной ткани собственной пластинки слизистой оболочки. В этом выпячивании различают первичный соединительно-тканый сосочек и 2—3 вторичных сосочка, отходящих от первичного. Нитевидные сосочки покрыты многослойным плоским ороговевающим эпителием, все остальные – многослойным плоским неороговевающим эпителием.

На боковых поверхностях сосочков в толще эпителия располагаются вкусовые луковицы – периферические отделы вкусового анализатора.

В толще языка имеется большое количество мелких слюнных желез, белковых (железы Эбнера) и смешанных (железы Нуна), выводные протоки которых открываются на поверхности языка.

Кровоснабжение языка – из ветвей *a. carotis externa*.

Венозный отток – по язычным венам в яремную вену.

Иннервация языка: а) афферентная (общая чувствительность) передних 2/3 языка язычный нерв из нижнечелюстного нерва; задняя 1/3 – из языкоглоточного нерва; рвотный рефлекс – по ветвям блуждающего нерва; б) афферентная иннервация (вкусовая) передние 2/3 языка – барабанная струна из лицевого нерва, задняя 1/3 – ветви языкоглоточного нерва; в) эфферентная иннервация (все мышцы языка) – подъязычный нерв; г) симпатическая иннервация – из верхнего шейного узла симпатического ствола по артериальным ветвям; д) парасимпатическая иннервация – от подъязычного узла из барабанной струны в составе язычного нерва.

Функции языка:

- 1) реализация акта жевания;
- 2) речеобразующая функция;
- 3) вкусовая рецепция.

*Зубы.* Зубы располагаются в ячейках альвеолярных отростков верхней и нижней челюстей. Соединены со стенками при помощи вколачивания, *gomphosis*. Слизистая оболочка, покрывающая альвеолярные отростки, называется десной – *gingiva*.

В каждом зубе различают: коронку зуба, *corona dentis*; шейку зуба, *collum (cervix) dentis*; корень зуба, *radix dentis*. Коронка выдается над десной, шейка ею охватывается, а корень погружен в зубную альвеолу и заканчивается верхушкой, на ней имеется отверстие, через которое в зуб входят сосуды и нервы.

Корень зуба покрыт надкостницей – периодонтом, волокна которого вплетаются в кость альвеолярного отростка и в зубной цемент. Внутри зуба имеется полость, заполненная зубной мякотью, *pulpa dentis*, богатой сосудами и нервами.

Зубные корни плотно срастаются с поверхностью зубных ячеек верхней и нижней челюстей посредством альвеолярной надкостницы – периодонта.

Каждый зуб состоит из твердой и мягкой частей. К твердым частям зуба относятся эмаль, дентин, цемент.

Эмаль состоит из органических (3 %) и неорганических (97 %) веществ. Последние представлены солями кальция – апатитами. Основу эмали составляют эмалевые призмы толщиной 3—5 мкм. Эмалевые призмы – это фибриллы амелогенина толщиной 200—1000 нм, в ячейках которых располагаются кристаллы апатита. Эмаль проницаема для биологически активных веществ.

Дентин на 28 % состоит из органических, на 72 % – из фосфорно-кислого кальция и магния. Органический компонент представлен коллагеновыми фибриллами. Между фибриллами регулярно располагаются дентинные трубочки, в которые погружены отростки клеток – одонтобластов, расположенных в зубной пульпе.

Цемент покрывает корень и шейку зуба. Состоит на 70 % из неорганических (фосфорно-кислый и углекислый кальций) и на 30 % – из органических веществ. Различают 2 вида цемента: бесклеточный – покрывает шейку и прилежащую часть корня и клеточный – покрывает верхушку корня зуба. Клеточный цемент сходен с грубоволокнистой костью. Бесклеточный цемент состоит из коллагеновых волокон, имеющих радиальное направление. Внутренним концом волокна внедряются в дентин, наружным – переходят в волокна периодонта и вплетаются в стенку лунки альвеолярного отростка челюсти, образуя циркулярную связку зуба.

Пульпа зуба, или зубная мякоть, состоит из рыхлой волокнистой соединительной ткани. В пульпе различают периферический, промежуточный и центральный слои. *Периферический слой* пульпы представлен несколькими рядами отросчатых клеток грушевидной формы – одонтобластов (30•6 мкм). Длинные отростки этих клеток погружены в дентинные каналы. *Промежуточный слой* пульпы представлен преколлагеновыми волокнами и мелкими недифференцированными клетками, могущими превращаться в одонтобласты. *Центральный слой* пульпы – это рыхло лежащие клетки, волокна, сосуды, нервы.

Прорезывание молочных зубов происходит на 6—7-м месяце постнатальной жизни. Начиная с 7-летнего возраста молочные зубы (*dentes decidui*) заменяются на постоянные (*dentes permanentes*). В стоматологической практике принято пользоваться зубной форму-

лой, обозначающей число и порядковый номер зубов в правой и левой половинах верхней и нижней челюстей.

Зубная формула молочных зубов

2.0.1.2.            2.1.0.2.

2.0.1.2.            2.1.0.2.

Зубная формула постоянных зубов

3.2.1.2.            2.1.2.3

3.2.1.2.            2.1.2.3

Зубы разрывают и измельчают пищу. Резцы создают давление 11—25 кг, моляры – 29—90 кг.

В ротовой полости пища находится в течение 15—18 секунд, измельчается, смачивается слюной, перемешивается с ней. В ротовой полости возникают вкусовые ощущения: сладкое и кислое – передней, переднебоковой поверхностью и кончиком языка. Горькое и соленое воспринимают вкусовые луковицы в области основания языка. На составляющие пищевого комка в ротовой полости начинают действовать ферменты слюны, в частности амилаза.

Акт жевания является рефлекторным. Пищевой комок объемом 5—15 см<sup>3</sup> при проглатывании поступает в глотку. При этом мягкое небо поднимается и прикрывает вход в полость носа, а надгортанник опускается и прикрывает вход в гортань.

Артериальное кровоснабжение зубы получают из ветвей верхнечелюстной артерии. Венозный отток – во внутреннюю яремную вену.

Иннервация (афферентная) – из ветвей верхнечелюстного и нижнечелюстного нервов (ветви тройничного нерва).

Отток лимфы происходит в подбородочные, подчелюстные, поднижнечелюстные и глубокие шейные узлы.

*Слюнные железы.* В ротовую полость открываются протоки 3 пар больших слюнных желез и более 250 мелких слюнных желез языка, слизистой оболочки щёк, губ и нёба. К большим слюнным железам относятся парные околоушные, подчелюстные и подъязычные железы. Объем 0,5—2 л/сутки, рН 5,8—7,4. Состав слюны: на 99 % слюна состоит из воды, в её состав входят неорганические (K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Li<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Fe<sup>2+</sup>) и органические вещества (альбумины, глобулины, мочевины, аммиак, креатинин). Слюна содержит ферменты: α-амилазу, мальтазу, липазы, кислую и щелочную фосфатазу, лизоцим, калликреин.

### Общий план строения больших слюнных желез.

Каждая большая слюнная железа покрыта соединительно-тканной капсулой, от которой внутрь органа отходят перегородки – трабекулы, разделяющие железу на дольки.

Состав дольки: концевые отделы (серозные – в околоушной; серозные и серозно-мукозные – в подчелюстной; серозные, серозно-мукозные и мукозные в подъязычной) открываются в выводные протоки.

Выводные протоки: вставочные, исчерченные, внутридольковые, междольковые, главный выводной проток.

*Околоушная железа, glandula parotis.* Имеет массу – 20—30 г. Располагается спереди и книзу от ушной раковины, лежит на *m. masseter*. Сзади доходит до наружного слухового прохода и переднего края *m. sternocleidomastoideus*. Выводной проток, *ductus parotideus* (стенонов), длиной 5—6 см, идет по поверхности *m. masseter*, огибает его спереди, прободает жировую ткань щеки и *m. buccinator*. Открывается на уровне второго большого коренного зуба сверху.

Околоушная железа является сложной разветвленной альвеолярной железой, которая вырабатывает белковый секрет. Каждая железистая долька состоит из совокупности белковых (серозных) концевых отделов – ацинусов. Клетки ацинусов – сероциты – имеют пирамидальную форму и являются эпителиальными клетками, обладающими секреторной активностью. Ацинусы околоушной железы окружены миоэпителиальными клетками и вместе с сероцитами располагаются на базальной мембране. Сокращение миоэпителиоцитов вызывает выделение секрета из просвета ацинуса и поступление его в систему выводных протоков. От просветов ацинусов берут начало вставочные выводные протоки, выстланные однослойным кубическим эпителием. Вставочные выводные протоки, сливаясь, образуют внутридольковые или исчерченные выводные протоки, выстланные однослойным цилиндрическим эпителием с базальной исчерченностью. Последние, сливаясь между собой, образуют главный выводной проток, *ductus parotideus*, который открывается в ротовую полость на уровне большого коренного зуба сверху. Стенонов проток выстлан многослойным плоским эпителием.

*Поднижнечелюстные железы (gl. submandibularis)* – сложные, разветвленные, альвеолярно-трубчатые железы, продуцируют смешанную белково-слизистую слюну. Железа располагается в подчелю-

стной ямке, выводной проток открывается отверстием под языком. С поверхности железа покрыта соединительно-тканной капсулой, отдающей внутрь железы прослойки, делящие её на дольки. В дольках железы имеются белковые и белково-слизистые концевые отделы, вставочные и исчерченные выводные протоки. Строение белковых концевых отделов подчелюстной железы сходно с их строением в околоушной железе.

Белково-слизистые (смешанные) концевые отделы состоят из слизистых клеток – мукоцитов, сероцитов и миоэпителиоцитов. Мукоциты продуцируют слизистый секрет – муцин, они расположены в центральной части концевых отделов, сероциты – по периферии в виде белковых полулуний Джигануцци. Между белковыми полулуниями и базальной мембраной ацинусов располагаются миоэпителиоциты.

Система выводных протоков в поднижнечелюстных слюнных железах включает в себя вставочные, внутридольковые (исчерченные) и междольковые выводные протоки, открывающиеся в главный, вартонов проток, который открывается отверстием под языком.

*Подъязычная слюнная железа (gl. sublinguales).* Располагается под языком, на *m. mylohyoideus*, покрыта капсулой, имеет дольчатое строение. В дольках имеется 3 вида концевых отделов: белковые, белково-слизистые, слизистые. Белковые и белково-слизистые концевые отделы по строению аналогичны таковым в околоушных и подчелюстных железах. Слизистые концевые отделы представлены группами слизистых секреторных клеток – мукоцитов, имеющих коническую форму, снаружи от которых располагаются миоэпителиоциты. Система выводных протоков представлена вставочными, внутридольковыми (но не исчерченными), междольковыми и главным выводным протоком, открывающимся отверстием под языком рядом с протоком подчелюстной железы.

#### Функции слюнных желез

- 1) экзокринная;
- 2) эндокринная;
- 3) экскреторная.

*Сосуды и нервы слюнных желез.* Артерии околоушной железы – *r. r. parotidei* – ветви наружной сонной артерии. Венозный отток осуществляется по одноименным венам во внутреннюю яремную вену.

Околоушная железа имеет афферентную, симпатическую и парасимпатическую иннервацию. Афферентные нервы – из n. mandibularis.

Симпатические нервы из g. cervicale superius truncus sympaticus по ходу артерий, снабжающих кровью железу. Парасимпатическая иннервация: преганглионарные волокна от g. oticum из n. petrosus minor и n. tympanicus (ветвь n. glossopharyngeus).

Отток лимфы – в околоушные и сосцевидные узлы, оттуда – в глубокие шейные узлы.

Артерии поднижнечелюстной железы из лицевой артерии (ветвь наружной сонной артерии). Венозный отток по венам в лицевую вену (приток внутренней яремной вены).

Иннервация поднижнечелюстной железы: 1) афферентная из язычного и нижнечелюстного нервов (ветви тройничного нерва); 2) симпатическая иннервация осуществляется от верхнего шейного узла симпатического ствола по сосудам, кровоснабжающим железу; 3) парасимпатическая иннервация: постганглионарные волокна от g. submandibulare из chorda tympani (ветвь n. facialis).

Отток лимфы – в подчелюстные узлы и далее – в глубокие шейные узлы.

*Артерии подъязычной железы* – это многочисленные ветви язычной и лицевой артерий (из наружной сонной артерии).

Венозный отток осуществляется во внутреннюю яремную вену.

Иннервация подчелюстной железы: 1) афферентная – нижнечелюстной нерв (ветвь тройничного нерва); 2) симпатическая иннервация – по артериям из верхнего шейного узла симпатического ствола; 3) парасимпатическая иннервация: постганглионарные волокна от g. sublinguale из chorda tympani, которая проходит в составе язычного нерва.

Отток лимфы осуществляется в подчелюстные узлы, из них – в глубокие шейные.

При повышении тонуса симпатической системы выделяется густая слюна, содержащая много муцина. При гипертонусе парасимпатической системы увеличивается продукция жидкой слюны, содержащей большое количество белка.

В полости рта пищевой комок измельчается зубами, пробуется на вкус (вкусовые луковицы в сосочках слизистой оболочки языка), смачивается слюной и продвигается в дистальные отделы пищевари-

тельной системы. Продвижение в глотку и пищевод осуществляется благодаря акту глотания. И жевание, и глотание – рефлекторные акты, центры которых локализованы в ретикулярной формации ствола мозга.

*Глотка (pharynx).* Глотка является частью пищеварительной трубки, по которой пищевой комок из полости рта перемещается в пищевод. В то же время глотка является путем, по которому проходит воздух из полости носа в гортань и обратно. Представляет собой воронкообразный слизисто-мышечный канал длиной 11—12 см. Глотка простирается от основания черепа до нижнего края VI шейного позвонка. Кпереди от глотки расположена полость носа, полость рта, гортань, кзади – глубокие мышцы шеи, покрытые предпозвоночной пластинкой собственной фасции шеи, по бокам располагается сосудисто-нервный пучок шеи.

Глотка представляет собой воронкообразный канал длиной 11—12 см. Она обращена основанием кверху, сплющена в передне-заднем направлении. Верхняя стенка глотки сращена с основанием черепа. В глотке различают 3 части: носоглотка; ротоглотка; гортанная часть глотки.

В полость глотки открывается 7 отверстий (2 парных и 3 непарных): 1) хоаны – парные отверстия, которые соединяют глотку с полостью носа; 2) отверстия слуховой трубы – парные отверстия, соединяющие глотку с полостью среднего уха через слуховые трубы; 3) отверстие зева – непарное располагается на задней стенке ротовой полости и соединяет глотку с полостью рта; 4) пищеводное отверстие – непарное соединяет полость глотки с полостью пищевода; 5) гортанное отверстие – непарное, соединяет полость глотки с гортанью.

Стенка глотки состоит из 4 слоев: 1) слизистая оболочка; 2) глоточно-базиллярная мембрана; 3) мышечный слой (мышцы, состоящие из поперечно-полосатой мышечной ткани, имеющие продольное и поперечное направление); 4) наружная оболочка.

На границе ротовой полости и глотки располагается лимфоэпителиальное глоточное кольцо Пирогова. Оно составлено скоплением миндалин – лимфоидной тканью, обладающей способностью вырабатывать антитела при контакте с инфекционными агентами. Лимфоидное кольцо включает в себя язычную миндалину, небные миндалины, трубные миндалины, глоточную миндалину.



Слизистая оболочка глотки – многослойный плоский неороговевающий эпителий. Собственная пластинка слизистой оболочки срастается с фиброзной оболочкой (глоточно-базиллярной мембраной). Мышцы глотки (поперечно-полосатые) располагаются в продольном (шилоглоточная, небно-глоточная мышца) и циркулярном направлении (верхний, средний, нижний констрикторы). Мышечный слой в глотке формирует продольные и циркулярные волокна.

К продольным волокнам относятся: 1) шилоглоточная мышца (*m. stylopharyngeus*); 2) небно-глоточная мышца (*m. palatopharyngeus*).

Продольные волокна осуществляют дилатацию и поднятие глотки.

Циркулярный слой состоит из 3 мышц: 1) верхний констриктор глотки (*constrictor pharyngis superior*); 2) средний констриктор глотки (*constrictor pharyngis medius*); 3) нижний констриктор глотки (*constrictor pharyngis inferior*).

#### Сосуды и нервы глотки

Артериальную кровь глотка получает из нескольких источников: 1) из *a. facialis* (*a. pharyngea ascendens*, *a. palatina ascendens*, *r. tonsillaris*);

2) из *a. maxillaris* (*a. palatina descendens*);

3) из *a. carotis externa* (*a. thyroidea superior*);

4) из *a. subclavia* (*a. thyroidea inferior*). Венозный отток осуществляется по *v. v. pharyngeales* (ветви внутренней яремной и плечеголовной вен).

Отток лимфы – во внутренние шейные и заглоточные узлы.

Иннервация глотки:

1) афферентная и парасимпатическая – по ветвям блуждающего и языкоглоточного нервов;

2) эфферентная иннервация – шилоглоточная мышца – из ветвей языкоглоточного нерва, остальные мышцы – из блуждающего нерва;

3) симпатическая иннервация – от верхнего шейного узла симпатического ствола.

Функции глотки: 1) реализация акта глотания; 2) продвижение пищи из ротовой полости в пищевод.

## Лекция 9

# ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

**Пищевод (*esophagus*).** Пищевод располагается в области шеи, грудной и брюшной полостях, его протяженность у взрослого человека составляет 23—25 см. Начинается на уровне верхнего края VII шейного позвонка и заканчивается на уровне XI-XII грудного. Шейная часть пищевода находится позади трахеи, кпереди от позвоночного столба. На уровне Th III позвонка пищевод располагается кпереди дуги аорты, на уровне Th IX – аорта позади пищевода. Пищевод имеет 3 отдела (шейный, грудной и брюшной) и 3 сужения: фарингеальное (у начала пищевода), бронхиальное (на уровне бифуркации трахеи), диафрагмальное (в месте перехода пищевода через диафрагму).

Слизистая оболочка выстлана многослойным плоским неороговевающим эпителием. Под базальной мембраной – собственная и мышечная пластинки слизистой оболочки. В собственной пластинке слизистой оболочки пищевода располагаются кардиальные железы. Их всего 2 группы: первая локализуется в области проекции перстневидного хряща гортани, вторая – у входа в желудок. Железы эти простые, разветвленные, трубчатые, эпителиоциты кубической или цилиндрической формы, продуцируют муцины.

Подслизистая оболочка пищевода представлена рыхлой волокнистой соединительной тканью и формирует продольные складки слизистой оболочки. В подслизистой оболочке пищевода локализуются собственные железы пищевода – сложные, разветвленные, альвеолярно-трубчатые, продуцирующие слизь.

Мышечная оболочка представлена внутренним циркулярным и наружным продольными слоями. В верхней 1/3 пищевода мышечная оболочка состоит из поперечно-полосатой мышечной ткани, в нижних отделах она замещается гладкой мышечной тканью.

Наружная оболочка – адвентициальная (рыхлая волокнистая соединительная ткань), в абдоминальном отделе пищевод снаружи по-

крыт висцеральным листком брюшины и, таким образом, имеет серозную оболочку.

#### Иннервация и кровоснабжение пищевода

Артериальную кровь пищевод получает из пищеводных ветвей следующих артерий: 1) в шейном отделе – ветви *a. thyreoidea inferior* из щитошейного ствола (ветвь подключичной артерии); 2) в грудном отделе – ветви грудной аорты; 3) в брюшном отделе – *a. gastrica sinistra* из чревного ствола, а также *a. a. phrenicae inferiores* (ветвь брюшной аорты).

Венозный отток осуществляется по соименным венам: 1) в шейном отделе – *v. v. thyroideae inferiores* (притоки плечеголовных вен); 2) в грудном отделе – в *v. azygos et hemiazygos* (в верхнюю полую вену); 3) в брюшном отделе – *v. gastrica sinistra* (приток воротной вены).

Афферентная иннервация пищевода осуществляется пищеводными ветвями блуждающего нерва, сегментарная – от передних ветвей грудных спинномозговых нервов.

Симпатическая иннервация обеспечивается волокнами грудного отдела симпатического ствола по ходу артерий, снабжающих орган кровью. Парасимпатическая – волокнами блуждающего нерва.

Отток лимфы от пищевода происходит в шейном отделе – в глубокие лимфатические узлы шеи, в грудном – в паратрахеальные, трахеобронхиальные и задние средостенные узлы. От брюшного отдела пищевода лимфа оттекает в левые желудочные, селезеночные и кардиальные лимфатические узлы.

Функция пищевода, главным образом, транспортная.

**Желудок (*ventriculus, gaster*).** Желудок располагается в левой подреберной и эпигастральной областях брюшной полости. Кардиальное отверстие проецируется на Th XI-XII позвонки, пилорическое – на Th XII – L I. Передняя поверхность желудка прилежит к печени, диафрагме, передней брюшной стенке, задняя – соприкасается с селезенкой, поджелудочной железой, левой почкой, аортой, нижней поллой веной.

Анатомически в желудке различают переднюю и заднюю поверхности, большую и малую кривизну и 4 отдела: кардиальный отдел (*pars cardiaca*), дно (*fundus*), тело (*corpus*), привратник (*pylorus*). Желудок сообщается с пищеводом кардиальным отверстием, а с две-

надцатиперстной кишкой – пилорическим отверстием. На внутренней поверхности желудка визуально определяются складки, поля и ямки.

Стенка желудка состоит из 4 оболочек: слизистой, подслизистой, мышечной и серозной. Слизистая оболочка (её толщина в желудке составляет от 0,25 до 1,5 мм) выстлана однослойным цилиндрическим сецернирующим эпителием.

Поверхность слизистой оболочки желудка у взрослого человека составляет 530—825 см<sup>2</sup>, объем желудка колеблется от 20 до 3000 см<sup>3</sup>. Собственная пластинка слизистой оболочки представлена рыхлой волокнистой соединительной тканью, мышечная пластинка представлена гладкими миоцитами. В слизистой оболочке локализуются желудочные железы (от 4 до 25 млн). Железы желудка подразделяются на кардиальные, собственные (главные или фундальные) и пилорические.

Собственные железы желудка (их 38,2 % от общей массы желудочных желез, а общее количество в слизистой желудка составляет 15 млн) – простые, трубчатые, неразветвленные. Длина железы равна 0,65 мм, диаметр колеблется от 30 до 50 мкм. В каждой железе различают шейку, тело, дно. Фундальные железы располагаются в слизистой оболочке дна и тела желудка. Клеточный состав фундальной железы представлен главными (40 %), обкладочными (12 %), добавочными и шеечными (43 %), эндокринными (4 %) и блуждающими (1 %) клетками.

Главные клетки являются продуцентами пепсиногена и желудочной липазы, их цитоплазма обладает базофилией, ультраструктура характеризуется наличием хорошо развитого белоксинтетического аппарата.

Обкладочные (париетальные) клетки продуцируют соляную кислоту и антианемический фактор Кастла (внешний фактор Кастла). Их цитоплазма оксифильна, на ультраструктурном уровне в клетках выявляются большое количество митохондрий и система внутриклеточных канальцев.

Добавочные клетки локализуются в верхнем отделе тела железы, они продуцируют муцины. Шеечные клетки локализованы в шейке железы и являются камбиальными.

Эндокриноциты фундальных желез желудка представлены, главным образом, гастрин- и серотонинпродуцирующими клетками.

Пилорические железы располагаются в слизистой оболочке пилорического или антрального отдела желудка и являются простыми, трубчатыми, разветвленными. Ямки в пилорических железах глубокие, занимают почти половину толщины всей слизистой оболочки. Главная клеточная популяция – слизеобразующие glanduloциты. В пилорических железах имеется значительное количество эндокриноцитов.

Кардиальные железы занимают около 0,5—4,0 см слизистой оболочки желудка у кардиального отверстия. Это простые трубчатые железы с разветвленными концевыми отделами.

Собственная пластинка слизистой оболочки – межжелезистая соединительная ткань, богатая сосудами и содержащая большое количество лимфоидных, плазматических, тучных клеток, гранулоцитов и пр.

Мышечная пластинка слизистой оболочки желудка – это три слоя гладких миоцитов: внутренний и наружный слои имеют циркулярное направление, средний слой – продольный.

Подслизистая основа в желудке хорошо выражена и представлена рыхлой волокнистой соединительной тканью.

Мышечная оболочка желудка имеет 3 хорошо выраженных слоя, образованных гладкой мышечной тканью: внутренний косой, средний циркулярный и наружный продольный. Такое строение мышечной оболочки позволяет желудку осуществлять 2 вида движений: перистолу и перистальтику. Перистола – это способность желудка охватывать пищевой комок любого объема. Перистальтика – периодически (каждые 20 минут) возникающие в области дна желудка волны сокращений циркулярного слоя миоцитов, распространяющиеся от дна желудка к привратнику.

Снаружи желудок покрыт серозной оболочкой. Желудок располагается интраперитонеально.

Желудочные железы продуцируют желудочный сок – бесцветную, слегка опалесцирующую жидкость, рН 1,5—1,8 из-за наличия соляной кислоты. За 1 сутки у человека продуцируется от 2,0 до 2,5 л желудочного сока. В его состав входят пепсин, гастрин, мочевины, аммиак, хлориды, сульфаты, бикарбонаты и т. д.

#### Сосуды и нервы желудка

Артериальное кровообращение желудка осуществляется из 1) пищеводной ветви грудной аорты; 2) левой желудочной артерии; 3)

правой желудочной артерии – ветви общей печеночной артерии; 4) коротких желудочных ветвей чревного ствола.

Венозный отток по многочисленным соименным венам осуществляется в воротную вену.

Отток лимфы от желудка происходит в правые и левые желудочные лимфатические узлы, пилорические, препилорические, селезеночные, печеночные, панкреато-дуоденальные и правые подключичные лимфузлы.

#### Иннервация желудка:

1) афферентная – передними ветвями нижних грудных спинномозговых нервов (спинальная иннервация) и желудочными ветвями блуждающего нерва (бульбарная иннервация);

2) симпатическая иннервация обеспечивается волокнами *plexus gastricus*, которое формируется из солнечного сплетения по ходу артерий, снабжающих желудок кровью;

3) парасимпатическая иннервация обеспечивается ветвями блуждающего нерва.

В стенке желудка имеются нервные сплетения: подслизистое (мейснерово), межмышечное (ауэрбахово) и адвентициальное.

#### Функции желудка:

1) секреторная – желудочные железы секретируют желудочный сок;

2) механическая и эвакуаторная – перемешивание пищевого комка и продвижение его в дистальном направлении;

3) антианемическая – продукция антианемического фактора Кастла;

4) всасывательная – вода и спирт реабсорбируются в желудке;

5) экскреторная – экскретируются аммиак, мочевины и др.;

6) эндокринная – за счет деятельности клеток дисперсной эндокринной системы;

7) защитная – в слизистой и подслизистой оболочках располагаются лимфоидные фолликулы.

## Лекция 10

# ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

**Тонкий кишечник (*intestinum tenue*).** Тонкий кишечник является самым протяженным участком пищеварительной трубки, начинаясь от пилорического отверстия желудка и заканчиваясь у илеоцекальной заслонки. Тонкий кишечник подразделяется на 3 отдела: двенадцатиперстная кишка (*duodenum*) представляет собой безбрыжеечный отдел тонкого кишечника; тощая (*jejunum*) и подвздошная кишка (*ileum*), последние 2 отдела относятся к брыжеечному отделу.

Макроскопически в двенадцатиперстной кишке различают 4 части: луковицу, нисходящую, горизонтальную и восходящую. Последняя без резкой границы переходит в тощую кишку.

Луковица двенадцатиперстной кишки соприкасается с печенью, жёлчным пузырём, поперечной ободочной кишкой, нисходящий отдел прилежит к правой почке и брыжейке поперечной ободочной кишки, в «подкову» нисходящей части двенадцатиперстной кишки вставлена головка поджелудочной железы, кзади от горизонтальной части расположены аорта и нижняя полая вена.

Стенка любого участка тонкой кишки состоит из 4 оболочек: слизистой, подслизистой, мышечной и серозной. Слизистая и подслизистая оболочки формируют макроскопический рельеф – циркулярные складки. В нисходящей части двенадцатиперстной кишки определяются 1—2 продольных складки, которые заканчиваются сосочками (большим и малым). На верхушках сосочков видны отверстия – места выхода общего печеночного и панкреатического протоков.

Микроскопический рельеф слизистой оболочки тонкого кишечника представлен ворсинками и криптами. Эпителий, выстилающий слизистую оболочку тонкого кишечника, – однослойный, цилиндрический, каемчатый. Ворсинки – выпячивания слизистой оболочки, их формируют все слои слизистой. На 1 мм<sup>2</sup> слизистой насчитывается от 22 до 40 ворсинок. Высота ворсинок двенадцатиперстной кишки

составляет 0,3—0,5 мм, тощей и подвздошной – до 1,5 мм. Крипты – простые, трубчатые неразветвленные железы.

Клеточный состав ворсинок представлен каемчатыми, бокаловидными, эндокринными, бескаемчатыми и мигрирующими клетками.

Каемчатые клетки – самая представительная популяция клеток, выстилающих ворсинки. На их апикальной поверхности располагаются регулярные выпячивания плазмолеммы высотой до 1 мкм и диаметром 0,1 мкм. На одном каемчатом энтероците может насчитываться от 1500 до 3000 микроворсинок, в основе которых – элементы цитоскелета. Микроворсинка – структура, осуществляющая реабсорбцию компонентов пищи.

Клеточный состав крипт представлен каемчатыми, бескаемчатыми, бокаловидными, эндокринными клетками и клетками Панета.

Клетки Панета локализируются в глубине крипт и характеризуются наличием в цитоплазме яркой оксифильной зернистости. Известно, что эти клетки содержат цинк, продуцируют лизоцим и бикарбонаты, нейтрализующие соляную кислоту.

**Тонкий кишечник** – отдел пищеварительного канала, в котором осуществляется механическая и ферментативная обработка пищи до компонентов, лишенных видовой специфичности, и их всасывание.

Различают 4 типа пищеварения: 1) внеклеточное (полостное); 2) внутриклеточное; 3) мембранное; 4) пристеночное.

*Внеклеточное* (полостное) пищеварение осуществляется в полостях органов пищеварения за счет ферментов, выделяемых пищеварительными железами, аутолитических и симбионтных процессов. *Внутриклеточное* пищеварение – низкомолекулярные субстраты, проникающие в клетку путем эндоцитоза, перевариваются внутриклеточными ферментами. *Пристеночное* пищеварение происходит за счет ферментов слизи, покрывающей поверхность кишечника. Слой слизистых наложений сорбирует полостные ферменты и ферменты клеток, слущивающихся с поверхности ворсинок. Здесь же происходит первичная нейтрализация антигенов за счет секреторного IgA. *Мембранное* пищеварение обеспечивается ферментами мембраны микроворсинок.

Реабсорбция – это транспортировка в кровь и лимфу различных веществ из полости кишечника.



### Сосуды и нервы тонкой кишки

Двенадцатиперстная кишка получает кровоснабжение от ветвей чревного ствола, отходящего от аорты непосредственно после прохождения ею диафрагмы, а также от ветвей верхней брыжеечной артерии. Венозный отток происходит в воротную вену.

Лимфа от двенадцатиперстной кишки оттекает в поджелудочно-двенадцатиперстные, пилорические, брыжеечные и чревные лимфатические узлы.

Иннервация двенадцатиперстной кишки:

а) афферентная иннервация обеспечивается передними ветвями нижних грудных спинномозговых нервов (спинальная иннервация), а также дуоденальными ветвями блуждающего нерва (бульбарная иннервация);

б) симпатическая иннервация обеспечивается волокнами дуоденального сплетения, которое формируется из солнечного сплетения по ходу артерий, снабжающих орган кровью;

в) парасимпатическая иннервация обеспечивается ветвями блуждающего нерва.

### Сосуды и нервы тощей и подвздошной кишок

Артериальное кровоснабжение обоих отделов тонкого кишечника происходит из ветвей верхней брыжеечной артерии, которая отходит от брюшной аорты.

Венозный отток осуществляется по соименным венам, которые вливаются в верхнюю брыжеечную вену и далее – в воротную вену.

Отток лимфы от тощей и подвздошной кишок идет к верхним брыжеечным и чревным узлам.

Иннервация тощей и подвздошной кишок:

а) афферентная спинальная иннервация осуществляется передними ветвями нижних грудных и верхних поясничных спинномозговых нервов, а также кишечными ветвями блуждающего нерва *rr. intestinales n. vagi*. (бульбарная иннервация);

б) симпатическая иннервация обеспечивается волокнами кишечного сплетения, *plexus intestinalis*, формирующегося из солнечного сплетения по ходу артерий, снабжающих орган кровью; в) парасимпатическая иннервация обеспечивается ветвями блуждающего нерва, *rr. intestinales n. vagi*.

**Толстый кишечник (*intestinum crassum*).** Длина толстого кишечника составляет 1,0—1,5 м, в нём различают 3 отдела: 1) слепая

кишка с червеобразным отростком; 2) ободочная кишка (восходящая, поперечная, нисходящая и сигмовидная); 3) прямая кишка.

Толстый кишечник характеризуется особенностями, позволяющими визуально идентифицировать этот участок пищеварительной трубки: 3 мышечные ленты, имеющие продольное направление и представляющие собой расщепленный наружный мышечный продольный слой; утолщения кишечной стенки – гаустры (вздутия); жировые аппендиксы – локальные скопления жировой ткани под брюшиной; цвет толстой кишки зеленовато-серый, в отличие от розового тонкого кишечника.

*Слепая кишка* располагается в правой подвздошной ямке, интраперитонеально, хотя не имеет брыжейки. В ней различают илеоцекальное отверстие, ограниченное двумя складками слизистой оболочки – баугиниевой заслонкой и отверстием аппендикса. Аппендикс (червеобразный отросток) располагается интраперитонеально, имеет собственную брыжейку.

*Восходящая ободочная кишка* располагается в правой боковой области живота, поднимается вверх от слепой кишки, достигает правой подреберной области, соприкасается с правой почкой. По отношению к брюшине располагается мезоперитонеально.

*Поперечная ободочная кишка* тянется справа налево в подреберной области. В левом подреберье к этому участку кишки прилежат левая почка и селезенка, верхний край кишки соприкасается с печенью и желудком, сзади к ней прилежат поджелудочная железа и двенадцатиперстная кишка, снизу – петли тонкого кишечника. Поперечная ободочная кишка располагается интраперитонеально, имеет собственную брыжейку.

*Нисходящая ободочная кишка* находится в левой боковой области живота, соприкасается с передней брюшной стенкой, лежит мезоперитонеально.

*Сигмовидная кишка* располагается интраперитонеально в левой подвздошной ямке и простирается от подвздошного гребня до левого крестцово-подвздошного сустава.

Стенка толстого кишечника состоит из 4 слоев: слизистой, подслизистой, мышечной и серозной оболочек. Слизистая оболочка формирует поперечные складки, поверхность её выстлана однослойным цилиндрическим эпителием. Микроскопический рельеф слизистой оболочки сформирован криптами – простыми трубчатыми желе-

зами. Клеточный состав крипт представлен бокаловидными, цилиндрическими каемчатыми, бескаемчатыми, эндокринными клетками и клетками с ацидофильной зернистостью.

В слизистой и подслизистой оболочках толстой кишки в больших количествах располагаются одиночные и групповые лимфоидные фолликулы (пейеровы бляшки).

Мышечная оболочка толстого кишечника представлена сплошным внутренним циркулярным слоем гладких миоцитов и тремя продольными лентами наружного слоя.

Наружная оболочка – серозная в тех отделах толстого кишечника, которые полностью покрыты брюшиной, и адвентициальная там, где брюшина отсутствует.

*Прямая кишка (rectum).* Самым дистальным отделом толстого кишечника является прямая кишка. Мышечные ленты и вздутия в прямой кишке отсутствуют. Прямая кишка располагается в области малого таза от левого крестцово-подвздошного сочленения до промежности. Кпереди от прямой кишки у мужчин расположен мочевого пузырь, семенные пузырьки и предстательная железа, у женщин – матка и влагалище, сзади – крестец, сбоку – подвздошные сосуды.

Макроскопически в прямой кишке различают 3 части: 1) надампулярная часть; 2) ампула; 3) анальный канал, заканчивается анальным отверстием.

Прямая кишка имеет 2 изгиба: крестцовый и промежностный. Верхняя треть прямой кишки расположена интраперитонеально и имеет брыжейку, средняя треть расположена мезоперитонеально, нижняя – экстраперитонеально.

В надампулярной части и ампуле прямой кишки имеются поперечные складки, тогда как в анальном канале – продольные, так называемые анальные столбы или колонки Морганьи, между которыми лежат анальные синусы.

На границе ампулы и анального отверстия располагается зубчатая линия, по ходу которой однослойный цилиндрический эпителий заменяется на многослойный плоский неороговевающий, дистально переходящий в многослойный плоский ороговевающий эпителий кожи.

Пространство между синусами и анальным отверстием называется геморроидальной зоной. Здесь в подслизистой оболочке расположено мощное венозное (геморроидальное) сплетение. Оно подраз-

деляется на 2 отдела: внутреннее – в подслизистой оболочке анальных колонок, наружное – расположенное в зоне анального отверстия.

Мышечная оболочка прямой кишки представлена внутренним циркулярным слоем и непрерывным наружным продольным. В области анального канала циркулярный гладкомышечный слой образует внутренний сфинктер заднего прохода, наружный анальный сфинктер формируется поперечно-полосатой мускулатурой промежности.

#### Сосуды и нервы толстой кишки

Толстая кишка, кроме прямой, получает артериальную кровь из следующих источников: 1) слепая кишка из а. ileocolica (ветвь верхней брыжеечной артерии); 2) восходящая ободочная кишка из правой кишечной артерии ветви верхней брыжеечной артерии; 3) поперечная ободочная кишка из анастомоза, образованного ветвями верхней и нижней брыжеечных артерий; 4) нисходящая ободочная и сигмовидная кишка получают кровь из нижней брыжеечной артерии.

Венозный отток от толстого кишечника осуществляется в воротную вену.

Отток лимфы происходит в чревные, верхние брыжеечные, правые и левые поясничные, сигмовидные, нижние брыжеечные лимфатические узлы.

#### Иннервация толстой кишки:

а) афферентная иннервация: сегментарная спинальная иннервация обеспечивается передними ветвями нижних грудных и верхних поясничных спинномозговых нервов; бульбарная иннервация от блуждающего нерва – только для правой половины толстой кишки;

б) симпатическая иннервация обеспечивается волокнами чревного ствола по ходу артерий, снабжающих орган кровью;

в) парасимпатическая иннервация обеспечивается ветвями блуждающего нерва и внутренностными тазовыми нервами от сакральных парасимпатических ядер.

#### Сосуды и нервы прямой кишки

Артериальное кровоснабжение прямой кишки происходит из верхней, средней и нижней прямокишечной, которые берут начало от нижней брыжеечной и внутренней подвздошной артерий соответственно.

Венозный отток происходит по нижней брыжеечной артерии в воротную вену; по средней и нижней прямокишечным венам – в нижнюю полую вену.

### Иннервация прямой кишки:

а) афферентная иннервация обеспечивается волокнами крестцовых спинномозговых нервов, область анального отверстия – волокнами nn. anales из n. pudendus;

б) симпатическая иннервация обеспечивается волокнами plexus hypogastricus inferior по ходу артерий, снабжающих орган кровью;

в) парасимпатическая иннервация обеспечивается nn. splanchnici pelvini крестцовых парасимпатических ядер;

г) эфферентная иннервация наружного анального сфинктера обеспечивается волокнами n. pudendus.

Отток лимфы от прямой кишки осуществляется в верхние, средние, нижние, параректальные, крестцовые, левые толстокишечные, нижние брыжеечные лимфатические узлы. От области анального отверстия – в паховые лимфатические узлы.

### Функции толстого кишечника:

1) всасывание воды, электролитов, спирта из химуса и формирование каловых масс;

2) всасывание соединений, образующихся вследствие гидролитической активности микрофлоры кишечника: витаминов групп В и К, продуктов переваривания клетчатки;

3) моторная функция обеспечивает продвижение каловых масс в дистальном направлении;

4) экскреторная функция – выведение каловых масс;

5) эндокринная – ввиду наличия элементов дисперсной эндокринной системы в толстом кишечнике продуцируются гормоны, обладающие местным и системным действием;

6) иммунная – обеспечивается наличием диффузных и объединенных в фолликулы (единичные и групповые) лимфоидных элементов.

## Лекция 11

### ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

*Поджелудочная железа, pancreas.* Поджелудочная железа располагается ретроперитонеально в левом подреберье, находится позади желудка, на задней стенке живота, на уровне нижних грудных (Th XI- XII) и верхних поясничных (L I-II) позвонков. Головка поджелудочной железы окружена двенадцатиперстной кишкой и соприкасается с телом и пилорической частью желудка, диафрагмой, воротной веной, общим желчным протоком, брюшной аортой, левой почкой и селезенкой. Масса поджелудочной железы составляет около 70—90 г, длина – 12—15 см. Снаружи поджелудочная железа покрыта тонкой соединительно-тканной капсулой, а с передней поверхности – висцеральным листком брюшины.

В поджелудочной железе различают 3 поверхности (передняя, задняя, нижняя), 3 края (верхний, передний, нижний) и 3 части: головка, тело и хвост.

Паренхима поджелудочной железы делится соединительно-тканными перегородками на дольки. В каждой дольке различают экзокринную и эндокринную части.

Экзокринная часть поджелудочной железы составляет 97 % объема железы. Поджелудочная железа является сложной альвеолярно-трубчатой железой. Структурно-функциональной единицей дольки поджелудочной железы является ацинус, который состоит из концевого (секреторного) отдела и вставочного выводного протока. Концевой отдел образован секреторными клетками – экзокринными панкреоцитами (ациноцитами). На поперечном разрезе в каждом ацинусе насчитывается 8—12 клеток. Клетки (панкреоциты) имеют форму усеченного конуса, обращены расширенным основанием к базальной мембране, а апикальной частью – в центр ацинуса. Каждый панкреоцит полярно дифференцирован и имеет базальную (базофильная, го-

могенная) и апикальную (оксифильная, зимогенная) части. В апикальной зоне содержатся зимогенные гранулы, содержащие ферменты, синтезируемые панкреоцитами. Ядро панкреоцита располагается ближе к базальной части, имеет округлую форму. В базальной части панкреоцита располагаются гранулярная эндоплазматическая сеть, свободные рибосомы и митохондрии. Область между зимогенными гранулами и ядром занимает комплекс Гольджи. Апикальная зона панкреоцита в межпищеварительный период заполнена секреторными (зимогенными) гранулами. Плазматические мембраны соседних ацинозных клеток в апикальной части соединены при помощи плотных контактов, десмосом и щелевых контактов.

#### Система выводных протоков

Экзокринный отдел поджелудочной железы продуцирует панкреатический сок, который по системе выводных протоков поступает в двенадцатиперстную кишку. Система выводных протоков поджелудочной железы начинается в просвете ацинуса centroацинозными протоковыми клетками.

Вставочные протоки – образованы однослойным кубическим эпителием, межацинозные – низким кубическим эпителием.

Внутридольковые протоки выстланы однослойным кубическим эпителием.

Междольковые протоки, общий проток поджелудочной железы – вирсунгов – выстланы слизистой оболочкой, состоящей из однослойного призматического эпителия и собственной пластинки слизистой, в устье общего протока имеется гладкомышечный сфинктер.

Эпителиальные клетки вставочных, межацинозных и внутридольковых и междольковых выводных протоков секретируют бикарбонаты, придающие щелочную реакцию панкреатическому соку. Образованный в панкреоцитах секрет поступает в систему выводных протоков и следует по ним следующим маршрутом: вставочные протоки – межацинарные протоки – внутридольковые – междольковые – вирсунгов проток (открывается отверстием на большом, а иногда и дополнительном, малом дуоденальном сосочке).

*Панкреатический сок* – это бесцветная жидкость, рН 7,8—8,4. Объем – 2,0 литра в сутки. Основные компоненты: вода, ферменты (пептидаза, амилаза, липаза), много бикарбонатов. Функции: переваривание белков, жиров, углеводов, то есть всех компонентов пищи.

*Эндокринный отдел поджелудочной железы.* Панкреатические островки (островки Лангерганса) были открыты и описаны в 1869 г. студентом Берлинского университета П. Лангергансом, который работал под руководством Р. Вирхова.

Панкреатические островки расположены между ацинусами поджелудочной железы без какой-либо закономерности. Размеры их сильно варьируют (от 2—3 до сотен клеток), количество островков в железе колеблется от 200 тысяч до 1,8 млн. Считается, что максимальное количество островков локализовано в хвостовой части поджелудочной железы. Строма островка состоит из тонкой сети ретикулярных волокон и капилляров. Паренхима эндокринного отдела представлена панкреатическими эндокриноцитами или инсулоцитами. Островковые клетки представлены 5 популяциями.

А-клетки (альфа-клетки), или ацидофильные инсулоциты, составляют 20—25 % от всех островковых клеток. Цитоплазма при обработке солями серебра проявляет аргирофилию. Продуцирует глюкагон – гормон, активирующий гликогенолиз (расщепление гликогена) и липолиз. Глюкагон повышает концентрацию глюкозы в крови.

В-клетки (бета-клетки), базофильные инсулоциты, популяция составляет 70—75% от всех островковых клеток. Продуцируют инсулин – гормон, способствующий переходу глюкозы из крови в клетки.

Д-клетки (дельта-клетки) составляют 5 % островковых клеток. Продуцируют гормон соматостатин, который тормозит продукцию инсулина и глюкагона, а также снижает продукцию соматотропного гормона гипофиза.

ВИП-клетки (аргирофильные) продуцируют вазоактивный интестинальный полипептид. Он снижает артериальное давление, расширяет сосуды, снижает секрецию соляной кислоты в желудке, стимулирует секрецию инсулина и глюкагона.

РР- клетки продуцируют панкреатический полипептид – гормон, регулирующий секрецию экзокринной части поджелудочной железы.

#### Сосуды и нервы поджелудочной железы

Артериальную кровь поджелудочная железа получает из ветвей чревного ствола и верхней брыжеечной артерии. Венозный отток осуществляется в воротную вену.

#### Иннервация поджелудочной железы:

1) афферентная иннервация обеспечивается передними ветвями нижних грудных спинномозговых нервов, а также волокнами п.



phrenicus (спинальная иннервация), а также rr. pancreatici n. vagi (бульбарная иннервация);

2) симпатическая иннервация – из поджелудочного сплетения, которое формируется из чревного сплетения по ходу артериальных сосудов;

3) парасимпатическая иннервация обеспечивается rr. pancreatici n. vagi.

Отток лимфы от поджелудочной железы осуществляется в панкреатические, панкреато-дуоденальные, селезеночные и чревные лимфатические узлы.

#### Функции поджелудочной железы

Переваривание белков, липидов, углеводов и нуклеиновых кислот. Панкреатический сок вызывает нейтрализацию кислого содержимого, поступающего из желудка в двенадцатиперстную кишку; создает оптимальные условия для работы ферментов. Продукция широкого круга биологически активных веществ: инсулина, глюкагона, соматостатина, гастрин, панкреатического полипептида.

**Печень, *hepar*.** Занимает правую подреберную область, располагается мезоперитонеально. Верхний край проецируется на V–VI ребро, нижний – на VIII–IX. К левой доле прилежит желудок, к заднему краю – пищевод, к правой доле – ободочная кишка, правая почка, надпочечник, двенадцатиперстная кишка. Масса печени составляет 1,5–2 кг. В печени различают две доли – правую (большую) и левую (меньшую); 2 поверхности (диафрагмальную и висцеральную), 2 края (нижний и задний). На висцеральной поверхности дополнительно выделяют хвостатую и квадратную доли. На висцеральной поверхности печени имеются ворота, через которые в печень входят: воротная вена (70 % притекающей к органу крови), собственная печеночная артерия (30 %), нервы и выходят: общий желчный проток, лимфатические сосуды. С поверхности печень покрыта плотной глиссоновой капсулой. В печени различают строму и паренхиму.

Паренхима состоит из рыхлой, волокнистой, неоформленной соединительной ткани; коллагены I, III, IV, V типов, фибронектин, ламинин, гликопротеины и протеогликаны образуют строму.

Паренхима печени с помощью соединительно-тканых перегородок разделена на участки шестигранной формы до 1,5 мм в основании, называемые печеночными дольками. Центром дольки является центральная вена. Печеночные дольки на 60 % состоят из гепатоци-

тов. Гепатоциты формируют печеночные пластинки, радиально сходящиеся от периферии дольки к её центру. Между пластинками гепатоцитов находятся синусоидные капилляры. На периферии дольки, в области стыков нескольких печеночных долек расположены триады. Всего в печени примерно 500 тысяч долек. Гепатоциты (20—25 мкм) – клетки полигональной формы с округлым ядром в центре, имеющим 1—2 ядрышка. Около 20—25 % клеток имеют 2 ядра. Цитоплазма гепатоцитов содержит все органеллы общего назначения – гранулярную и агранулярную эндоплазматическую сеть, митохондрии, лизосомы, пероксисомы, комплекс Гольджи, включения.

В гепатоците различают 3 типа поверхностей: 1) синусоидальную, отделенную от стенки капилляра пространством Диссе; 2) билиарную – поверхность, образующую стенку желчных капилляров; 3) латеральную (межклеточную) – для контакта с соседними клетками.

Гепатоциты – уникальные клетки, осуществляющие одновременно экзокринную и эндокринную функции. Эндокринная функция гепатоцитов: 1) гликоген-депонирующая; 2) синтез альбуминов, глобулинов и фибриногена; 3) регуляция липидного состава плазмы крови; 4) детоксикация ксенобиотиков. Экзокринная функция гепатоцитов: желчеобразующая.

#### Особенности кровообращения в печени

Кровь поступает в печень по воротной вене и печеночной артерии. Кровоток интенсивный (через 100 г печени за 1 минуту протекает 84 мл крови) и медленный. Артериальная и венозная кровь смешивается в синусоидных капиллярах печеночных долек.

В цитоплазме эндотелиоцитов содержатся многочисленные пиноцитозные пузырьки и лизосомы, базальная мембрана прерывиста и местами отсутствует.

*Клетки Купфера* (звездчатые макрофаги) относятся к системе мононуклеарных фагоцитов; располагаются между эндотелиальными клетками в составе стенки синусоида; их плазмолемма образует многочисленные микроворсинки; эти клетки выполняют роль сфинктеров синусоидных капилляров. В цитоплазме присутствуют лизосомы с высокой активностью пероксидазы, фагосомы, включения железа и пигменты. Способны к фагоцитозу, при этом отходят от стенки капилляра, превращаясь в свободные макрофаги.

*Пространство Диссе* - ширина 0,2—1,0 мкм; заполнено тканевой жидкостью, богатой белками; в нем располагаются аргирофильные фибриллы, единичные фибробласты, клетки Ито.

*Клетки Ито* имеют отростчатую форму; локализуются в пространстве Диссе или между гепатоцитами; обладают способностью накапливать в цитоплазме липиды и депонировать жирорастворимые витамины; синтезируют и секретируют коллаген.

*Ямочные (pit-) клетки* – это большие гранулярные лимфоциты (натуральные киллеры, НК-клетки), располагающиеся на эндотелиальных клетках или между ними. Выделяют вещества, стимулирующие пролиферацию гепатоцитов.

*Жёлчные капилляры* слепо начинаются в центре дольки, на периферии переходят в холангиолу, а затем в междольковый жёлчный проток. Не имеет собственной стенки, представляет собой межклеточную щель, образованную плазмолеммой смежных гепатоцитов с многочисленными микроворсинками. Соприкасающиеся поверхности гепатоцитов образуют контакты типа замыкательных пластинок. В норме они очень прочные и желчь не может проникать в кровоток.

*Холангиола* образована одним слоем плоских эпителиоцитов. Междольковый желчный проток располагается на периферии дольки, входит в состав триады, выстлан однослойным кубическим эпителием. Даже после удаления в эксперименте более 70 % массы печени уже через 2 недели происходит полное её восстановление за счет митотического деления, полиплоидизации и гипертрофии гепатоцитов.

**Желчный пузырь** представляет собой мешкообразный резервуар для сбора и концентрации желчи. Желчный пузырь лежит на висцеральной поверхности печени в ямке желчного пузыря, расположен мезоперитонеально. Длина желчного пузыря колеблется от 8 до 14 см, ширина 3—5 см, вместимость его достигает 40—70 см<sup>3</sup>.

В желчном пузыре различают: дно, *fundus vesicae felleae*; тело, *corpus vesicae felleae*; шейку, *collum vesicae felleae*.

От шейки отходит пузырьный проток, сообщающий пузырь с общим печеночным протоком. От слияния обоих протоков образуется общий желчный проток, открывающийся в просвет двенадцатиперстной кишки. Слизистая оболочка желчного пузыря образует многочисленные складки, выстлана однослойным призматическим каемчатым эпителием. В составе эпителия встречаются единичные эндокриноциты и бокаловидные клетки.

*Жёлчь* – жидкость золотисто-желтого цвета, рН 7,3—8,0. Общее количество до 1200 мл/сут. В желчном пузыре жёлчь концентрируется в 5 раз. Основные компоненты жёлчи: желчные кислоты (холевая, дезоксихолевая кислоты), желчные пигменты (билирубин, биливердин), холестерин, мочевины, каталаза и др.

Функции желчи:

- 1) эмульгирует жиры, способствуя их более эффективному перевариванию;
- 2) усиливает действие панкреатических ферментов;
- 3) активизирует панкреатическую липазу;
- 4) обладает бактерицидным действием.

Кровоснабжение печени

Собственная печеночная артерия и воротная вена. В синусоидных капиллярах долек венозная и артериальная кровь смешивается.

Отток крови: по печеночным венам в нижнюю полую вену.

Иннервация печени:

- 1) афферентная – диафрагмальный нерв (разветвляется в капсуле); передние ветви нижних грудных спинномозговых нервов;
- 2) симпатическая иннервация – ветви печеночного сплетения, формирующегося из чревного сплетения;
- 3) парасимпатическая – печеночные ветви блуждающего нерва.

Отток лимфы – в чревные узлы, правые поясничные узлы, верхние и нижние диафрагмальные узлы.

Функции печени:

- 1) защитная функция;
- 2) участвует в метаболизме белков, жиров, углеводов;
- 3) депо витаминов и железа; 4) образование большей части факторов свертывания крови;
- 5) секреция желчи;
- 6) кроветворная.

**Брюшная полость. Брюшина.** Брюшная полость – это пространство, находящееся ниже диафрагмы и заполненное брюшными органами. Стенки брюшной полости: верхняя – диафрагма, нижняя – диафрагма таза, задняя – передняя поверхность позвоночника, боковые – мышцы живота, передняя – апоневротическое растяжение широких мышц живота.

Стенки брюшной полости и расположенные в ней органы покрыты серозной оболочкой – брюшиной (peritoneum). Брюшина со-

стоит из нескольких слоев: мезотелиальной выстилки, базальной мембраны, соединительно-тканной стромы, содержащей большое количество кровеносных и лимфатических сосудов и нервов.

Топографически брюшина подразделяется на париетальную (покрывает стенки брюшной полости) и висцеральную (покрывает органы брюшной полости).

В процессе эмбрионального развития органы брюшной полости закладываются и развиваются между брюшиной и задней стенкой будущей брюшной полости. При своем росте они отходят от дорзальной стенки зародыша, врастают в брюшину и вытягивают её за собой.

Висцеральная брюшина покрывает расположенные в брюшной полости органы неодинаково: интраперитонеально, мезоперитонеально, экстраперитонеально.

Интраперитонеально (покрыты брюшиной со всех сторон и, как правило, имеют брыжейку): желудок, тонкая кишка, кроме двенадцатиперстной, слепая кишка, поперечная ободочная, сигмовидная, начальный отдел прямой кишки.

Мезоперитонеально (покрыты брюшиной с трех сторон): восходящая ободочная кишка, нисходящая ободочная кишка, печень, наполненный мочевой пузырь, матка.

Экстраперитонеально (ретроперитонеально, брюшина покрывает орган с одной стороны, либо находятся в забрюшинном пространстве): двенадцатиперстная кишка, почки, надпочечники, мочеточники, поджелудочная железа.

На задней стенке брюшной полости между брюшиной и внутрибрюшной фасцией располагается забрюшинное пространство; в нем лежит двенадцатиперстная кишка, поджелудочная железа, надпочечники, почки, аорта, полая вена.

В области малого таза под брюшиной располагается подбрюшинное пространство, в котором располагаются анальный канал, семенные пузырьки и предстательная железа.

Полость брюшины или брюшинная полость – пространство неопределенной формы между париетальной и висцеральной брюшиной, заполненное серозной жидкостью.

Производные брюшины:

1) связки – участки брюшины в местах перехода париетальной брюшины в висцеральную, со стенки брюшной полости на орган или в местах перехода висцеральной брюшины с одного органа на другой;

2) брыжейки – дубликатуры брюшины, фиксирующей орган и являющейся проводником к органу сосудов и нервов; органы, имеющие брыжейку, располагаются интраперитонеально;

3) складки – дубликатура париетальной брюшины;

4) сальник – удлиненная брыжейка желудка, между листками которой имеются скопления жировой ткани.

Различают малый и большой сальники. Малый сальник – это двойной листок брюшины, натянутый между печенью, малой кривизной желудка и проксимальным отделом двенадцатиперстной кишки. Большой сальник – это удлинённая вентральная брыжейка желудка.

*Брыжейка* – это дубликатура брюшины, которая прикрепляет тонкий кишечник к задней стенке брюшной полости. Линия прикрепления брыжейки к задней стенке брюшной полости (15—17 см) называется корнем брыжейки, идет косо, слева от II поясничного позвонка до правой подвздошной ямки.

## Лекция 12

### ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Дыхательная система включает в себя воздухоносные пути и респираторный отдел. Воздухоносные пути включают в себя носовую полость, носоглотку, гортань, трахею, бронхиальное дерево (вне- и внутрилегочные бронхи).

*Респираторный отдел* образован респираторными бронхиолами, альвеолярными ходами, альвеолами.

*Носовая полость* включает в себя преддверие полости носа и собственно полость носа. Эти отделы состоят из слизистой оболочки и собственной пластинки слизистой. Слизистая оболочка преддверия полости носа состоит из многослойного плоского неороговевающего эпителия и собственной пластинки слизистой оболочки. Собственно полость носа выстлана однослойным, многорядным мерцательным эпителием. Собственная пластинка слизистой оболочки образована рыхлой, волокнистой соединительной тканью, в ней залегают простые трубчатые белково-слизистые железы, сосуды, нервы, нервные окончания и лимфатические фолликулы.

В собственно полости носа выделяют дыхательную и обонятельную части. Общая поверхность полости носа увеличивается за счет трех носовых раковин, которые образуют три носовых хода. В верхний носовой ход открываются ячейки решетчатой и клиновидных пазух. В средний носовой ход – ячейки решетчатой кости, лобная и верхнечелюстная пазухи. В нижний носовой ход открывается носослезный проток.

В верхней части носовой раковины слизистая оболочка желтоватая из-за наличия в поддерживающих клетках пигмента – липофусцина. В состав обонятельной области слизистой носа входят следующие типы клеток: 1) рецепторные (обонятельные) клетки; 2) поддерживающие; 3) базальные (малодифференцированные) эпителиоциты.

*Носоглотка* является продолжением дыхательной части полости носа и имеет сходное с ней строение. На задней поверхности носоглотки присутствует скопление лимфоидной ткани – глоточная миндалина. Но-

соглотка сообщается с полостью носа с помощью хоан, с полостью среднего уха через евстахиевы трубы.

Функции носовой полости и носоглотки:

- 1) проведение воздуха к респираторному отделу;
- 2) согревание, увлажнение, очистка воздушного потока;
- 3) барьерно-защитная (секреторный иммуноглобулин А, лизоцим и др.);
- 4) секреторная (выработка слизи).

*Гортань* расположена в области шеи на уровне С IV-VI ниже подъязычной кости. Кзади от гортани лежит глотка, с которой гортань сообщается специальным отверстием, называемым входом в гортань.

Основа гортани образована хрящами: 1) парными (черпаловидные, клиновидные, рожковидные); 2) непарными (перстневидный, щитовидный, надгортанник).

Между хрящами имеются парные суставы: перстнечерпаловидный, перстнещитовидный. Между щитовидным хрящом спереди, черпаловидным и перстневидным хрящом снизу натянута фиброзно-эластическая мембрана, которая формирует уплотнения, называемыми голосовыми складками в свободном крае, которых располагаются голосовые связки.

Напряжение голосовых связок приводит к изменению ширины голосовой щели, которая обусловлена работой трех групп мышц: 1) напрягатели голосовых связок (перстнещитовидная); 2) расширители голосовой щели (щитонадгортанная); 3) суживатели голосовой щели (перстнечерпаловидная, поперечно-черпаловидная).

Полость гортани открывается отверстием – входом в гортань, который прикрыт надгортанником. Полость гортани по форме напоминает песочные часы. В средней части гортани располагаются голосовые связки. Нижний отдел, суживаясь, переходит в трахею. Стенка гортани состоит из трех оболочек – слизистой, фиброзно-хрящевой и адвентициальной. Слизистая оболочка представлена однослойным многорядным мерцательным эпителием. Голосовые связки и надгортанник покрыты многослойным плоским неороговевающим эпителием. Фиброзно-хрящевая оболочка играет роль каркаса гортани и состоит из фиброзной и хрящевой тканей. Фиброзная ткань – это плотная волокнистая соединительная ткань, хрящевая ткань представлена гиалиновой и эластической хрящевыми тканями. Эта оболочка обра-



зует непосредственно связки и хрящи гортани. Все хрящи гортани, за исключением надгортанника, являются гиалиновыми.

Адвентициальная оболочка представлена рыхлой волокнистой соединительной тканью с кровеносными и лимфатическими сосудами.

Функции гортани:

- 1) проведение воздуха;
- 2) кондиционирование воздуха;
- 3) речеобразующая;
- 4) секреторная;
- 5) барьерно-защитная.

*Трахея или дыхательное горло* представляет собой трубку длиной около 11 см и диаметром около 2 см. Трахея располагается на уровне CVI–ThV, где располагается ее дихотомическое разделение – бифуркация.

Стенка трахеи состоит из слизистой, подслизистой, волокнисто-хрящевой и адвентициальной оболочек.

Слизистая оболочка представлена многорядным, призматическим мерцательным эпителием и собственной пластинкой слизистой оболочки.

В состав эпителия входят следующие типы клеток:

- 1) реснитчатые на апикальной поверхности содержат реснички, мерцание которых выводит слизь из дыхательных путей;
- 2) бокаловидные клетки относятся к одноклеточным слизистым железам;
- 3) низкие и высокие вставочные клетки, которые являются малодифференцированными элементами, выполняющие роль камбия;
- 4) эндокринные клетки имеют пирамидную форму и в базальной части содержат секреторные гранулы с биологически активными веществами.

В дыхательной системе выделяют следующие типы эндокринных клеток: I-клетки – холецистокинин, ЕС<sub>1</sub> – серотонин, ЕС<sub>2</sub> – мелатонин, D – соматостатин, D<sub>1</sub> – вазоактивный интестинальный пептид.

Собственная пластинка слизистой оболочки образована рыхлой волокнистой соединительной тканью.

Подслизистая оболочка – это рыхлая неоформленная соединительная ткань, в которой располагаются сложные железы слизисто-белкового характера.

Волокнисто-хрящевая оболочка представлена 16—20 незамкнутыми хрящевыми гиалиновыми кольцами. Незамкнутые части колец располагаются на задней поверхности трахеи, обращены в сторону пищевода и соединены пучками гладкомышечных клеток.

Адвентициальная оболочка образована рыхлой волокнистой соединительной тканью.

Функции трахеи:

- 1) проведение воздуха;
- 2) кондиционирование воздуха;
- 3) секреторная;
- 4) барьерно-защитная.

Совокупность *bronхов* разного калибра формирует *bronхиальное дерево*. В его состав входят главные бронхи (правый и левый), доле-вые (три в правом, два в левом), внутрилегочные сегментарные (десять в левом, одиннадцать в правом), субсегментарные, междолько-вые, внутридольковые, терминальные бронхи. Бронхиальное дерево начинается главными бронхами (правым и левым). Они делятся на доле-вые (три в правом, два в левом), затем на субсегментарные, междольковые, внутридольковые, терминальные бронхи.

Классификация бронхов по их диаметру:

- 1) крупные (15—50 мм) – к ним относятся главные и доле-вые бронхи;
- 2) средние (2—5 мм) – к ним относятся сегментарные и субсег-ментарные бронхи;
- 3) малые (1—2 мм) – к ним относятся междольковые, внутри-дольковые бронхи.

Стенка бронха состоит из 4 оболочек: слизистая, подслизистая, волокнисто-хрящевая, адвентициальная.

В состав слизистой оболочки входят однослойный многорядный мерцательный эпителий, собственная и мышечная пластинки слизи-стой.

В состав многорядного мерцательного эпителия входят следующие типы клеток: реснитчатые; безреснитчатые; бокаловидные; эн-докринные; секреторные (клетки Клара) преобладают в терминаль-ных бронхиолах и секретируют ферменты, разрушающие сурфактант.

Собственная пластинка слизистой оболочки представлена рых-лой волокнистой соединительной тканью, богатой эластическими во-локнами.

Мышечная пластинка образована гладкой мышечной тканью.

Подслизистая оболочка представлена рыхлой волокнистой соединительной тканью. В ней лежат концевые отделы смешанных белково-слизистых желез.

Волокнисто-хрящевая оболочка образована гиалиновой хрящевой тканью и плотной соединительной тканью.

Адвентициальная оболочка представлена рыхлой волокнистой соединительной тканью.

На протяжении всего бронхиального дерева строение оболочек меняется: 1) стенка главного бронха содержит замкнутые хрящевые кольца; 2) в стенках крупных бронхов хрящ образует несколько пластин; 3) в средних бронхах хрящевые пластины заменяются на «островки»; 4) в малых бронхах хрящевая ткань полностью отсутствует; 5) в крупных бронхах эпителий однослойный многорядный; 6) в терминальных бронхах эпителий однослойный однорядный кубический, с отсутствием бокаловидных клеток.

При уменьшении диаметра бронхов толщина собственной пластинки слизистой уменьшается, а мышечной, напротив, увеличивается.

В бронхах мелкого калибра исчезают бронхиальные железы и увеличивается мышечная оболочка.

Воздухоносные пути заканчиваются терминальными бронхиолами (диаметр 0,5 мм), которые выстланы однослойным кубическим эпителием. В этом эпителии присутствуют все клетки бронхов, за исключением бокаловидных. Средняя оболочка представлена отдельными мышечными пучками и эластическими волокнами.

*Легкие.* Легкое состоит из двух частей: 1) внутрилегочных бронхов (бронхиальное дерево); 2) многочисленных ацинусов, формирующих паренхиму легкого.

Структурно-функциональной единицей легкого является ацинус. Это респираторная (альвеолярная) бронхиола, альвеолярные ходы, альвеолярные мешочки, которые образованы альвеолами. В каждом легком насчитывается примерно 800 000 ацинусов, альвеолы которых образуют дыхательную поверхность площадью 80 м<sup>2</sup>. Респираторная (альвеолярная) бронхиола характеризуется уплощенным эпителием и отсутствием ресничек на нем, а также истонченной мышечной пластинкой.

Альвеола представляет собой открытый пузырек, выстлана однослойным плоским эпителием, расположенным на альвеолярно-капиллярной мембране. Альвеолы прилегают друг к другу, между ними находятся межальвеолярные стенки, в состав которых входят тонкие пластинки соединительной ткани с капиллярами, эластическими, коллагеновыми волокнами. В составе альвеол выделяют три типа клеток.

Пневмоциты I типа (респираторные). Основная их функция – газообмен и участие в образовании аэрогематического барьера.

Пневмоциты II типа (большие альвеолярные клетки). Они продуцируют сурфактант – вещество гликолипопротеиновой природы, которое уменьшает поверхностное натяжение альвеол и препятствует их спаданию, участвует в иммунологических реакциях и обладает бактерицидным действием.

Альвеолярные фагоциты являются фагоцитами, они участвуют в иммунологических реакциях и в работе сурфактант-антисурфактантной системы.

Функции легких:

- 1) участие в газообмене;
- 2) терморегуляторная;
- 3) участие в регуляции кислотно-щелочного равновесия;
- 4) регуляция свертывание крови (тканевой тромбопластин и гепарин);
- 5) регуляция водно-солевого обмена;
- 6) регуляция эритропоза путем продукции эритропоэтина;
- 7) иммунологическая;
- 8) участие в обмене липидов.

С поверхности легкое покрыто серозной оболочкой – плеврой. Различают висцеральный и париетальный листки плевры. Париетальный листок плевры срастается со стенками грудной полости, а висцеральный срастается с паренхимой легкого, заходя в борозду между долями легкого. Между висцеральным и париетальным листком плевры имеется плевральная полость.

Кровоснабжение: полости носа и носоглотки из клиновидно-небной артерии (ветвь верхнечелюстной артерии); гортани из верхних и нижних гортанных артерий (ветви щитовидных артерий); трахеи из нижних щитовидных бронхиальных и пищеводных артерий, бронхиальное дерево и легкие по бронхиальным артериям. Венозный

отток в одноименные вены, а затем в непарную и полунепарную вену. Лимфооток в заглочные, поднижнечелюстные, подбородочные, трахеальные, трахеобронхеальные, бронхолегочные лимфатические узлы. Иннервация: верхними, возвратными гортанными, бронхиальными и легочными нервами (ветви блуждающего нерва); симпатические волокна идут от шейных узлов симпатического ствола, а также от ветвей грудного аортального сплетения.

## Лекция 13

### МОЧЕВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

К мочевыделительной системе относятся: а) мочеобразующие органы – почки; б) мочевыводящие органы: мочеточники, мочевого пузыря, мочеиспускательный канал.

**Почка (ren, nephros)** – парный орган, располагается в поясничной области, забрюшинно, на уровне Th XII – L II позвонков.

Анатомически в почке различают: 2 поверхности (переднюю и заднюю), 2 края (латеральный и медиальный) и 2 полюса (верхний и нижний). Масса почки составляет 120—200 г, длина 10—12 см, ширина 5—6 см, толщина 4 см. Правая почка ниже левой на 1,0—1,5 см. Почки имеют бобовидную форму. В области медиального края почки имеется углубление – почечный синус, заполненный жировой клетчаткой и структурами почечной ножки.

*Почечная ножка* – это почечная артерия, почечная вена, мочеточник, лимфатические коллекторы и нервы.

*Ворота почки* – место проникновения в почку элементов почечной ножки.

*Фиксирующий аппарат почки:* 1) околопочечная жировая капсула (паранефральная клетчатка); 2) почечная фасция; 3) мышечное ложе почки; 4) ножка почки; 5) внутрибрюшное давление.

Снаружи почка покрыта фиброзной капсулой. В почке различают корковое и мозговое вещество.

Корковое вещество (толщина 4—7 мм) располагается под фиброзной капсулой. Мозговое вещество состоит из образований конической формы – почечных пирамид (10—15 в каждой почке).

Широкими основаниями пирамиды обращены в сторону коркового вещества, вершиной – в сторону ворот. Каждая пирамида заканчивается сосочком, которые окружены почечными чашечками и имеют многочисленные отверстия сосочковых протоков, по которым моча стекает в начальные отделы мочевыводящих путей.

Пирамида мозгового вещества с прилежащим к ней корковым веществом составляет долю почки. Строма почки представлена фиброзной капсулой и интерстициальной соединительной тканью. Паренхима почки представлена корковым и мозговым веществом. Структурно-функциональной единицей почки является нефрон. Каждая почка содержит 1—4 млн нефронов. Длина канальцев 1 нефрона равна 50 мм. Длина канальцев нефронов в обеих почках составляет около 100 км. Каждый нефрон состоит из почечного тельца, проксимального извитого канальца, тонкой и толстой частей петли Генле, дистального извитого канальца и собирательных трубочек.

Отделы нефрона: капсула, проксимальный извитой каналец, петля Генле, дистальный извитой каналец, собирательная трубочка.

Образование мочи состоит из 2 фаз: фазы фильтрации; фазы реабсорбции.

Фаза фильтрации протекает в почечном тельце. В фильтрат проходят: вода, низкомолекулярные белки, электролиты, продукты азотистого обмена, глюкоза.

Почечное тельце состоит из двустенной капсулы, окружающей клубочек капилляров. Диаметр почечного тельца составляет около 150–200 мкм.

Капсула клубочка (Шумлянско-Боумена) состоит из двух листков: наружного (париетального) и внутреннего (висцерального). Наружный листок представлен уплощенным или кубическим эпителием, переходящим в эпителий проксимального отдела нефрона. Внутренний листок образует складки, охватывающие каждую петлю капилляра клубочка. Между листками капсулы имеется полость, куда из просвета кровеносных капилляров поступает фильтрат (плазма крови), так называемая первичная моча. Полость капсулы сообщается с проксимальным извитым канальцем.

Клетки внутреннего листка капсулы: а) подоциты; б) мезангиоциты; в) гладкие миоциты.

Эндотелиальные клетки капилляров клубочка уплощены, за исключением области, содержащей ядро. Тонкая часть эндотелиоцитов пронизана фенестрами диаметром 50—100 нм. В результате плазма крови непосредственно контактирует с базальной мембраной. Базальная мембрана капилляров почечного тельца (толщиной 300 нм) формируется в основном за счет деятельности подоцитов и является общей для подоцитов и эндотелиоцитов капилляров клубочка.

Подоциты имеют ядро неправильной формы с глубокими инвагинациями, развитый комплекс Гольджи, микротрубочки и отростки. От тела подоцита отходят ветвящиеся отростки – цитоподии и цитотрабекулы – на поверхности капилляра они заканчиваются расширениями, вставленными в фенестры базальной мембраны клубочковых капилляров.

Промежутки между цитоподиями и цитотрабекулами подоцитов – фильтрационные щели. Они имеют ширину около 30—40 нм и затянуты фильтрационными диафрагмами (волоконистыми структурами). Размеры ячеек сети около 10 нм. Эффективный диаметр фильтрационных щелей таков, что через него могут проходить молекулы веществ с массой не более 50 кД.

Фильтрационный барьер образован эндотелием капилляров, базальной мембраной, фильтрационными диафрагмами между ножками подоцитов.

Мезангиальные клетки располагаются между теми участками капилляров клубочка, которые не покрыты внутренним листком капсулы. Мезангиальные клетки вырабатывают межклеточный матрикс, заполняющий межкапиллярное пространство, они способны сокращаться и стимулировать клубочковый кровоток, а также обладают фагоцитарной активностью.

Почечное тельце – та структура, где осуществляется фильтрация крови. Плазма фильтруется в фильтрационные щели и полость капсулы. Фильтрат изотоничен плазме крови. Это первичная моча, которой у человека в сутки образуется до 100 л. Поступая в другие отделы нефрона, первичная моча подвергается реабсорбции. В итоге образуется окончательная, дефинитивная, моча (1,5—2,0 л/сутки), которая выводится из организма по мочевыделительным путям.

Морфологическими предпосылками для осуществления фильтрации в почечном тельце являются: 1) разница диаметров приносящей и выносящей артериол; 2) структура фильтрационного барьера.

Наружный листок капсулы почечного тельца представлен плоскими клетками полигональной формы. Без резкой границы они продолжают в эпителиоциты проксимального извитого канальца.

Проксимальный извитой каналец выстлан однослойным кубическим каемчатым эпителием; цитоплазма содержит множество пиноцитозных пузырьков, вакуолей, включений; эпителиальные клетки на апикальной поверхности имеют микроворсинки и базальную исчер-



ченность на базальной поверхности. Из просвета проксимальных извитых канальцев в окружающие их кровеносные капилляры реабсорбируется 80 % ионов натрия и хлора, вода, глюкоза, белок.

*Петля нефрона (петля Генле).* Состоит из тонкого (плоские клетки) и толстого (высокие клетки) сегментов. В петле Генле реабсорбируется, главным образом, вода.

Дистальные извитые канальцы выстланы цилиндрическим эпителием и отличаются от проксимальных по ряду признаков: диаметр дистальных канальцев составляет 20—50 мкм, в эпителиоцитах отсутствует щеточная каемка, но определяется базальная исчерченность. Границы клеток определяются более четко, чем в проксимальных канальцах. В этом отделе нефрона продолжают реабсорбироваться электролиты и синтезируется калликреин.

Собирательные трубочки выстланы кубическим эпителием. В них имеются два вида клеток: светлые (преобладают) и темные. Светлые реабсорбируют воду и синтезируют простагландины, темные секретируют соляную кислоту для подкисления мочи.

Эндокринный аппарат почек включает в себя юкстагломерулярный, простагландиновый и калликреин-кининовым аппарат.

Юкстагломерулярный аппарат представлен плотным пятном (*macula densa*), юкстагломерулярными, юкставазкулярными клетками.

Плотное пятно образовано клетками дистального извитого канальца между приносящей и выносящей артериолами клубочка. Клетки плотного пятна высокоцилиндрические, имеют осморецепторы, регистрирующие изменения концентрации ионов Na в просвете извитого канальца и передающие информацию юкстагломерулярным клеткам. Юкстагломерулярные клетки – это видоизмененные гладкомышечные клетки средней оболочки приносящей артериолы. Содержат гранулы ренина. Ренин превращает ангиотензин I в ангиотензин 2, стимулирует секрецию альдостерона надпочечниками. Юкставазкулярные клетки (клетки Гурмагтига) образуют скопление между плотным пятном и клубочком в углублении между приносящей и выносящей артериолами. Продуцируют ангиотенгиназу, при истощении юкстагломерулярных клеток продуцируют ренин.

*Простагландиновый аппарат.* Простагландины снижают артериальное давление и реабсорбцию натрия из канальцев, усиливая диурез. Синтез простагландинов в почках осуществляется светлыми клетками собирательных трубочек, интерстициальными клетками и

нефроцитами дистальных канальцев. Интерстициальные клетки продуцируют также эритропоэтин, который, поступая в костный мозг, способствует образованию эритроцитов.

*Калликреин-кининовый аппарат.* В плазме крови циркулируют белки кининогены, а в клетках дистальных канальцев почек имеются ферменты калликреины, отщепляющие от кининогенов активные пептиды кинины, стимулирующие секрецию простагландинов.

Функции почек:

1) фильтруют плазму крови, очищают организм от конечных продуктов обмена и способствуют сохранению водно-электролитного и кислотно-щелочного баланса;

2) регулируют артериальное давление, синтезируют и выделяют в кровь ренин, простагландины, калликреин;

3) регулируют кроветворение образованием эритропоэтина.

*Мочеточник, ureter.* Представляет собой трубку длиной 30—35 см. Моча выделяется непрерывно и оттекает в мочевой пузырь ритмически 8—10 капель 2 раза в мин. Это парный орган, обеспечивающий проведение мочи из почечной лоханки в мочевой пузырь. Располагается в брюшной полости и полости малого таза на уровне LII-SIV. В воротах почки лежит позади сосудов. В малом тазу идет по стенкам таза ко дну мочевого пузыря. Части мочеточника: брюшная, тазовая, интрамуральная.

*Мочевой пузырь* – полый мышечный орган, располагается в полости малого таза. Макроскопические отделы мочевого пузыря: 1) верхушка – суженная передневерхняя часть; 2) тело – средняя часть; 3) дно – нижняя, несколько расширенная часть; 4) шейка – у входа в мочеиспускательный канал; имеет внутреннее отверстие мочеиспускательного канала.

Строение мочевого пузыря

1. Слизистая оболочка представлена переходным эпителием.

2. Подслизистая оболочка (отсутствует только в области треугольника Льео). Он расположен на задней стенке пузыря между отверстиями мочеточников и мочеиспускательным каналом.

3. Мышечная оболочка образована наружным продольным слоем, средним циркулярным слоем (образует внутренний сфинктер в области шейки мочевого пузыря) и внутренним продольным слоем. Мышечная оболочка мочевого пузыря образует мышцу – *detrusor urinae*.

Кровоснабжение: почки и мочеточник – почечная артерия (парная ветвь брюшной аорты); мочевого пузыря – верхняя и нижняя мочепузырная артерия (ветвь внутренней подвздошной артерии). Венозный отток в одноименные вены и в систему нижней подвздошной вены. Лимфооток в околопузырные, поясничные и подвздошные лимфатические узлы. Иннервация: соматические и вегетативные нервы.

## Лекция 14

### МУЖСКАЯ ПОЛОВАЯ СИСТЕМА

Мужские половые органы подразделяют на внутренние и наружные. К наружным половым органам относятся половой член и мошонка. Внутренними половыми органами являются семенники, выводные пути от яичка до наружного отверстия уретры, добавочные половые железы.

**Половой член** состоит из 3 пещеристых тел: 2 дорзальных и 1 вентрального. Дорзальные прикреплены к лобковым костям, в вентральном проходит уретра. Построены из пещеристой ткани – фиброэластических тяжей с примесью гладких миоцитов. При сексуальном возбуждении пещеры заполняются кровью, что приводит к увеличению размеров и твердости полового члена (эрекции).

**Яички, семенники (testis)**. Располагаются в мошонке. Являются парными органами, расположенными в мошонке. Обычно левое яичко располагается несколько ниже правого. Размеры 3•4 см, масса до 25 г. В каждом яичке различают медиальную и латеральную поверхности, передний и задний края, верхний и нижний концы.

**Оболочки яичка.** С поверхности семенники покрыты белочной оболочкой, по заднему краю она утолщается, образуя средостение. От средостения отходят перегородки, разделяющие яичко на дольки. Основу каждой дольки, её паренхиму, составляют 1—4 скрученных извитых семенных канальца. Длина одного канальца составляет 30—70 см, диаметр 150—200 мкм.

**Извитые семенные канальцы** – структуры, в которых с момента наступления полового созревания у мужчин постоянно развиваются сперматозоиды. Стенка канальца состоит из 3 слоев: базального, миоидного, волокнистого. Внутри извитых канальцев находятся клеточные элементы, представленные 2 клеточными дифферонами: 1) sustentоцитами; 2) сперматогенными клетками. Sustentоциты (клетки Сертоли) – это клетки пирамидной формы, с хорошо развитым

комплексом Гольджи и эндоплазматической сетью, с большим количеством митохондрий, лизосом и включений.

Широким основанием сустентоциты лежат на базальной мембране извитого канальца. Боковые поверхности сустентоцитов имеют углубления, в которых располагаются созревающие половые клетки.

Функции сустентоцитов:

1) выработка жидкого секрета, заполняющего просветы извитых семенных канальцев; 2) секреция ингибина, угнетающего синтез и секрецию фолликулостимулирующего гормона в гипофизе и фактора, стимулирующего деление сперматогоний; 3) трофическая функция; 4) барьерная функция; 5) фагоцитарная функция.

*Гематотестикулярный барьер.* Наличие этого барьера создает внутри извитого семенного канальца специфическую среду с высоким содержанием тестостерона и препятствует проникновению в просвет канальцев токсических продуктов.

Гематотестикулярный барьер представлен: 1) нефенестрированным эндотелием капилляра; 2) базальной мембраной капилляра; 3) стенкой извитого семенного канальца; 4) сустентоцитами.

Сперматогенез

Процессы сперматогенеза протекают в просвете извитых семенных канальцев с начала полового созревания и складываются из 4 стадий: 1) размножения; 2) роста; 3) созревания; 4) формирования.

Период от начала деления сперматогоний до формирования зрелых сперматозоидов составляет 75 суток.

Эндокринная функция семенников

В семенниках вырабатываются тестостерон, ингибин и фактор, стимулирующий размножение сперматогоний. Тестостерон вырабатывается интерстициальными glanduloцитами семенника (клетками Лейдига), расположенными вокруг кровеносных сосудов между извитыми семенными канальцами.

Клетки Лейдига имеют овальную форму, диаметр – 20 мкм, цитоплазма оксифильна, имеет большое количество включений в виде кристаллоидных структур, гликогена, липидов. Синтезируют и секретуют тестостерон. Находятся под влиянием лютеинизирующего гормона гипофиза.

## Регуляция функции семенников

Фолликулостимулирующий гормон стимулирует размножение сперматогенного эпителия; лютеинизирующий гормон стимулирует секрецию тестостерона клетками Лейдига.

**Семявыносящие пути.** Все семявыносящие пути построены по единому принципу. Их стенка состоит из 3 оболочек: слизистой, мышечной, адвентициальной.

В разных отделах они выстланы различным эпителием: 1) прямые каналы – призматическим; 2) сеть семенника – кубическим; 3) выносящие каналы – «гирляндным»; 4) проток придатка – однослойным двурядным; 5) семявыносящий проток – высоким цилиндрическим.

Проток придатка семенника служит резервуаром для спермиев; здесь они созревают; секрет протока придатка разжижает сперму. Семявыносящий и семяизвергающий протоки осуществляют сугубо транспортную функцию. На их гладких миоцитах имеются рецепторы к окситоцину, что имеет значение для содружественного сокращения мышечных клеток во время эякуляции.

Семявыносящий проток состоит из восходящего и нисходящего колена. Восходящее поднимается к выходу из мошонки, вступает в паховый канал и в составе семенного канатика идет в брюшную полость.

В брюшной полости проток изгибается, идет вниз к мочевому пузырю, огибает его, прободает предстательную железу, сливается с протоком семенных пузырьков, образует семяизвергающий проток, который открывается в мужскую уретру на уровне семенного бугорка.

**Добавочные железы мужской половой системы:** 1) семенные пузырьки; 2) предстательная железа; 3) бульбоуретральные железы.

Стенка семенных пузырьков состоит из 3 оболочек: слизистой, мышечной и адвентициальной.

Слизистая состоит из эпителия и собственной пластинки слизистой с железами, выделяющими секрет, богатый фруктозой, в просвет семенных пузырьков. Функция: разжижение спермы.

**Предстательная железа** – непарный орган плотной консистенции, располагается в полости малого таза, под мочевым пузырем, охватывая начало мочеиспускательного канала. Состоит из 2 долей –

правой и левой, между ними – средняя доля (непостоянна). Масса железы – 20 г. Длина – 3 см, ширина – 4 см, толщина – 2 см.

Строма представлена соединительной тканью с большой примесью гладких миоцитов. Паренхима представлена железистой тканью. Концевые отделы простатических желез образованы 2 видами эпителиоцитов: мукоцитами, выделяющими жидкий слизистый секрет, и базальными клетками, служащими источником регенерации.

Простата вырабатывает секрет, разжижающий сперму, а также продуцирует фактор роста нервов и фактор, воздействующий на функцию семенников. Является непроизвольным сфинктером мочеиспускательного канала. В эмбриональном периоде участвует в дифференцировке гипоталамуса по мужскому типу. Бульбоуретральные железы – это альвеолярно-трубчатые железы, протоки которых открываются в верхнюю часть мочеиспускательного канала. По характеру секрета – слизистые. Выделяют в мочеиспускательный канал жидкий слизистый секрет.

Кровоснабжение: из ветвей подвздошных артерий.

Иннервация: соматические и вегетативные нервы.

Лимфатический отток – в паховые лимфатические узлы.

## Лекция 15

### ЖЕНСКАЯ ПОЛОВАЯ СИСТЕМА

Женская половая система включает органы, обеспечивающие репродуктивную функцию организма, а также обладающие эндокринной активностью.

**Яичник** – парный паренхиматозный орган овальной формы, слегка уплощенный; длина 2,5–5 см, ширина 1,5–3 см, масса 5–8 г. Корковое вещество яичника образовано рыхлой соединительной тканью, в которой располагаются: 1) фолликулы разной степени зрелости, в том числе: примордиальные (покоящиеся); первичные (проснувшиеся); вторичные (растущие); третичные (зрелые); 2) атретические тела (невызревшие фолликулы); 3) жёлтое тело; 4) белое тело.

**Фолликулы** – структуры яичника, в которых созревают будущие яйцеклетки. Примордиальные фолликулы («спящие») располагаются группами под белочной оболочкой. В их состав входит: овоцит I порядка (20–30 мкм, округлой формы, находится в стадии диплотены); 1 слой плоских фолликулярных клеток; базальная мембрана. При рождении девочки в яичниках находится ~ 2 млн примордиальных фолликулов. К моменту полового созревания остаётся ~ 400 тыс. Стадии зрелости из них достигают только 2 %, т. е. ~ 400 штук. Отличительные черты первичного фолликула: увеличение размера (как фолликула, так и овоцита); уплотнение соединительной ткани вокруг фолликула; фолликулоциты кубической формы, на апикальной части имеют микроворсинки, ядро округлое, хорошо развит синтетический аппарат; они активно делятся и образуют 2 слоя; блестящая зона вокруг овоцита (состоит из гликозаминогликанов и структурных гликопротеинов).

Отличительные черты вторичного фолликула: увеличение размера; фолликулоциты делятся и образуют многослойность в виде зернистого слоя; отростки прилежащих к овоциту фолликулярных клеток формируют лучистый венец; фолликулярный эпителий выполняет барьерную, трофическую и секреторную функции, синтези-



руя и выделяя фолликулярную жидкость, содержащую протеолитические ферменты и эстрогены; в результате образуются множественные полости в фолликуле; вокруг фолликула формируется наружная соединительно-тканная оболочка – тека, состоящая из 2 слоёв внутреннего (сосудистого – текальные клетки и сосуды) и наружного (фиброзного – коллагеновые волокна, миофибробласты).

Текальные клетки (интерстициальные) овальной формы, имеют округлые ядра и хорошо развитые органеллы синтеза – агранулярную эндоплазматическую сеть, комплекс Гольджи. Клетки синтезируют тестостерон, который поступает в фолликулярные клетки, где подвергается ароматизации и превращается в эстроген.

На стадии вторичного фолликула появляется доминантный фолликул, опережающий в росте и развитии другие фолликулы. Его фолликулоциты синтезируют ингибин (гонадокринин), вызывающий гибель других созревающих фолликулов.

Отличительные черты зрелого фолликула: увеличение размера за счёт деления фолликулярных клеток и их синтетической активности; увеличение объёма фолликулярной полости; формирование яйценосного бугорка, содержащего овоцит, со смещением к периферическому полюсу фолликула; стенка фолликула вместе с элементами яйценосного холмика вокруг овоцита формируют гематофолликулярный барьер; фолликул выпячивается через набухающую в этом участке белочную оболочку яичника; в фолликулярной жидкости резко возрастает концентрация эстрогенов.

В связи с резким повышением давления в фолликулярной полости, обусловленным увеличением объёма фолликулярной жидкости с возрастающей концентрацией эстрогенов, стенка фолликула истончается и разрывается. Вместе с ней нарушается и целостность стенки яичника. Этот процесс называется овуляцией. Овоцит II порядка выходит в брюшную полость.

Факторы, обуславливающие овуляцию:

- 1) повышение внутрифолликулярного давления за счёт увеличения объёма жидкости в нём с нарастанием концентрации эстрогенов;
- 2) резкое увеличение уровня лютеинизирующего гормона в организме;
- 3) влияние простагландинов и протеолитических ферментов.

Атретический фолликул – фолликул, подвергающийся обратному развитию или атрезии.

Отличительные черты атретического тела: 1) сморщенная блестящая оболочка (резко оксифильна), 2) уменьшение объёма цитоплазмы, 3) кариопикноз; 4) гибель фолликулярных клеток; 5) резкое уменьшение объёма фолликулярной жидкости; 6) постепенное замещение соединительной тканью.

#### Значение атрезии

Предупреждение суперовуляции (т. е. происходит вызревание одного фолликула – наиболее полноценного).

#### Осуществление естественного отбора внутри организма

На месте лопнувшего граафова пузырька формируется новая единица яичника – жёлтое тело, которое существует 12—14 дней, а при беременности 4—5 месяцев.

#### Стадии развития жёлтого тела:

- 1) васкуляризация и пролиферация;
- 2) железистый метаморфоз;
- 3) расцвет жёлтого тела;
- 4) инволюция – формирование белого тела.

Стадия васкуляризации и пролиферации: на месте кровоизлияния из сосудов лопнувшего фолликула образуется сгусток крови, постепенно замещающийся соединительной тканью; фолликулярные клетки зернистого слоя бывшего фолликула делятся; между фолликулярными клетками вырастают новые сосуды.

В стадию железистого метаморфоза фолликулярные клетки превращаются в лютеиновые.

Лютеиновые клетки (лютеоциты) – крупные клетки округлой формы с ячеистой цитоплазмой, в которой накапливается жёлтый пигмент – лютеин (липид); ядро округлое, располагается эксцентрично. В стадию расцвета лютеиновые клетки интенсивно синтезируют прогестерон.

Если не произошло оплодотворения, жёлтое тело называется менструальным; его размер 1,5—2 см; если оплодотворение состоялось – истинным (жёлтое тело беременности); размер до 5 см.

В стадию инволюции происходят атрофия лютеоцитов, разрастание соединительной ткани, редукция сосудов, формирование белого тела (рубца).

#### **Женские половые гормоны**

*Эстрогены (эстрадиол, эстрон, эстриол)* – группа женских половых гормонов, стероидов, синтезирующихся, в основном, фоллику-

лярными клетками путём ароматизации андрогенов. Влияют на формирование вторичных половых признаков, стимулируют рост эндометрия и выводных протоков молочных желёз.

*Прогестины (прогестерон)* – женский половой гормон, синтезируются жёлтым телом и плацентой. Влияют на секреторную активность желёз эндометрия, стимулируют рост концевых отделов молочных желёз.

*Овогенез* – процесс созревания женских половых клеток. Основные черты и отличия от сперматогенеза.

Овогенез состоит из 3 стадий – размножения, роста, созревания (сперматогенез включает 4-ю стадию – формирования).

1. Стадия размножения происходит в эмбриогенезе (при сперматогенезе – после полового созревания).

2. Стадия роста начинается в эмбриональном периоде, подразделяется на периоды малого и большого роста (в сперматогенезе эта стадия происходит в половозрелом организме и протекает без фазности).

3. Первое деление мейоза происходит в яичнике, а второе деление – в маточной трубе (при сперматогенезе оба деления идут в одном месте – в извитых семенных канальцах). В результате из одного овоцита I порядка образуется 1 яйцеклетка и 3 редуционных тельца (при сперматогенезе из одной сперматогонии образуется 4 сперматозоида).

*Маточные трубы (фаллопиевы трубы)* – парные мышечные полые органы, длиной 14–20 см, диаметром 0,4–0,5 см, покрыты брюшиной.

Анатомически в маточной трубе выделяют 4 отдела: 1) интрамуральный (внутриматочный); 2) истмический (прилегает к матке); 3) ампулярный (самый длинный, место встречи половых клеток); 4) воронковый (расширяющийся конец трубы с бахромками – фимбриями).

Гистофизиологические особенности стенки фаллопиевой трубы

Состоит из 3 оболочек – слизистой, мышечной и серозной.

Слизистая имеет продольные глубокие многочисленные складки, закрывающие просвет трубы.

Слизистая оболочка маточной трубы включает:

1. Однослойный призматический мерцательный эпителий, включает 3 разновидности клеток: 1) призматические реснитчатые

клетки (30 мкм, полярны, на верхушке имеют реснички, которые мерцают по направлению к матке, ядро округлое, располагается в базальной части вместе с основными органеллами); 2) кубические железистые клетки (светлые слизеобразующие клетки); 3) базальные (камбиальный резерв).

2. Собственная пластинка слизистой (рыхлая волокнистая соединительная ткань, сосуды, нервы).

4. Мышечная оболочка состоит из 2 слоёв гладкой мышечной ткани: внутреннего – циркулярного и наружного – продольного.

5. Серозная оболочка – мезотелий и тонкая прослойка соединительной ткани.

6. К моменту овуляции наступает отёк слизистой воронки (за счёт усиленного кровенаполнения), фимбрии плотно охватывают яичник и захватывают овоцит II порядка, запускается перистальтика трубы в сторону матки.

**Матка** – полый мышечный орган грушевидной формы. Стенка матки состоит из 3 оболочек: эндометрия, миометрия, периметрия.

Эндометрий состоит из однослойного призматического эпителия и собственной пластинки слизистой. Клеточный состав эпителия: призматические реснитчатые клетки, железистые (слизеобразующие) клетки, базальные клетки. Собственная пластинка представлена рыхлой волокнистой соединительной тканью с децидуальными клетками, сосудами, нервами и маточными железами.

Децидуальные клетки – крупные клетки округлой формы, в цитоплазме содержат многочисленные включения гликогена или липопротеинов. Во время беременности продуцируют гормон релаксин, входят в состав плаценты, обладают высокой литической активностью и способствуют отторжению плаценты после родов.

Гистофизиология эндометрия зависит от гормонального статуса (концентрации эстрогенов и прогестерона). В связи с этим в эндометрии выделяют 2 слоя: 1) функциональный (подвергается ежемесячному отторжению); 2) базальный (постоянный, за счёт его камбиальных элементов происходит ежемесячное восстановление функционального слоя).

Гистофизиологические особенности шейки матки

Имеет цилиндрическую форму.

Спереди и около боковых поверхностей шейки имеются скопления жировой ткани – параметрий.

Влагалищная часть шейки выстлана многослойным плоским неороговевающим эпителием, канал – однослойным призматическим эпителием с железистыми клетками.

Собственная пластинка содержит слаборазветвлённые трубчатые слизистые железы, секрет которых скапливается в просвете канала, образуя слизистую пробку.

В слизистой оболочке сосуды обычного строения (нет спиралевидных артерий), поэтому в менструальную фазу она не отторгается.

Мышечная оболочка образует сфинктер из циркулярного слоя гладких миоцитов.

Влагалище представляет собой полую мышечную трубку, состоящую из 3 оболочек – слизистой, мышечной и адвентициальной.

Слизистая состоит из многослойного плоского неороговевающего эпителия и собственной соединительно-тканной пластинки.

Клетки поверхностных слоёв эпителия частично ороговевают и содержат гранулы кератогиалина и гликогена, в результате распада которых образуется молочная кислота.

Мышечная оболочка тонкая, состоит из 2 слоёв гладкой мышечной ткани: внутреннего – циркулярного и наружного – продольного.

Адвентициальная оболочка представлена рыхлой волокнистой соединительной тканью

*Овариально-менструальный цикл.* Временные морфофункциональные изменения в половой системе женщины, зависящие от концентрации гормонов в крови.

Овариальный цикл состоит из 2 фаз: фолликулярной (предовуляторной) и лютеиновой (постовуляторной). По времени каждая из них длится около 14 суток.

Параллельно с изменениями в яичнике идут активные процессы в эндометрии, вызванные действием женских половых гормонов – эстрогенов и прогестерона.

В матке изменения проходят в 3 фазы: пролиферации, секреции и десквамации. Также существует и акушерская терминология фаз: менструальная, постменструальная и предменструальная.

Изменения касаются и других органов половой системы – молочных желёз и влагалища.

Постменструальная, фолликулярная, пролиферативная фаза (1—14-е сутки).

Центральная регуляция: гонадолиберины гипоталамуса стимулируют гонадотропоциты аденогипофиза к синтезу фолликулостимулирующего гормона, который воздействует на фолликулы яичника (текальные и фолликулярные клетки).

Периферическая регуляция: фолликулярные клетки интенсивно ароматизируют андрогены и секретируют эстрогены в полость фолликула и в кровь. В яичнике начинают созревать фолликулы, среди растущих фолликулов появляется доминирующий, остальные подвергаются атрезии.

Отрицательная обратная связь: эстрогены и ингибин угнетают гонадотропоциты аденогипофиза, что приводит к снижению секреции фолликулостимулирующего гормона к концу фазы.

Положительная обратная связь: вместо фолликулостимулирующего гормона гонадотропоциты начинают продуцировать лютеинизирующий гормон, который подавляет деление фолликулярных клеток, инициируя синтез прогестерона и запуск синтеза ферментов, вызывающих истончение фолликулярной стенки.

Овуляция – происходит в последний день данной фазы (14-е сутки). Стенка зрелого фолликула набухает, наступает гиперемия, повышается проницаемость сосудистой стенки, распадаются межклеточные связи, происходит разрыхление теки. Повышается синтез простагландина F<sub>2α</sub> и возрастает активность протеолитических ферментов в фолликулярной жидкости. В крови пиковая концентрация эстрогенов и лютеинизирующего гормона.

Под воздействием эстрогенов происходит регенерация функционального слоя эндометрия за счёт клеток базального слоя. Сосуды собственной пластинки эндометрия прямые. Увеличивается длина маточных желез, они узкие, прямые, не секретируют.

В начале фазы эпителий влагалища истончается, но постепенно наращивает свои слои. В эпителиоцитах накапливается гликоген, используемый местной микрофлорой. В конце фазы в поверхностных слоях эпителия наблюдается частичная кератинизация.

Предменструальная, лютеиновая, секреторная фаза (14—25-е сутки).

Центральная регуляция: гонадолиберины гипоталамуса стимулируют гонадотропоциты аденогипофиза к синтезу лютеинизирующего гормона, который вызывает формирование жёлтого тела яичника на месте овулировавшего фолликула.

Периферическая регуляция: лютеиновые клетки секретируют прогестерон в кровь. Атрезирующие фолликулы продолжают выработку эстрогенов. В конце фазы наблюдается резкое снижение концентрации половых гормонов.

Отрицательная обратная связь: прогестерон, действуя на гонадотропоциты аденогипофиза, вызывает снижение секреции лютеинизирующего гормона на стадии расцвета жёлтого тела.

Положительная обратная связь: в конце фазы вместо лютеинизирующего гормона гонадотропоциты в небольших дозах начинают продуцировать фолликулостимулирующий гормон, инициируя созревание нового фолликула.

На месте лопнувшего фолликула в яичнике начинает формироваться жёлтое тело. Лютеоциты содержат большое количество липидных включений – эфиры холестерина, много митохондрий, специализированных для реакций гидроксилирования стероидов. Жёлтое тело производит прогестерон и простагландины. В конце фазы происходит инволюция жёлтого тела и образование белого тела. «Прорываются» примордиальные фолликулы.

Функциональный слой слизистой оболочки матки восстановлен, процессы деления прекращаются. Артерии приобретают извитой ход, становятся спиралевидными, в венах появляются синусоидные расширения. Сосуды максимально приближены к поверхности эндометрия. К концу фазы повышается проницаемость сосудистой стенки, развивается отёк. Железы длинные извилистые, расширенные. Секреторные клетки гипертрофированы, синтезируют муцин, гликоген и гликопротеины. Секрет заполняет устья желёз и выделяется в просвет матки.

Собственная пластинка имеет утолщенный отёчный вид, клетки накапливают включения гликогена и липидов, приобретают черты децидуальных клеток плаценты.

В молочных железах происходит незначительная пролиферация и дифференцировка паренхимы, железы немного увеличиваются в объёме.

В поверхностных слоях эпителия влагалища появляются роговые чешуйки и лейкоциты.

Менструальная, или фаза десквамации (25—28-е сутки)

В яичнике происходит регрессия жёлтого тела и атретических тел, которая продолжается в постменструальном периоде следующего

цикла. Из-за снятия блока со стороны жёлтого тела начинается развитие новых фолликулов и через некоторое время продукция ими эстрогенов.

В эндометрии наблюдаются дегенеративные и геморрагические изменения. Сосуды функционального слоя скручиваются, склерозируются, наступает их спазм, что приводит к тромбообразованию. Резкое ухудшение кровотока обуславливает ишемию и некроз функционального слоя. Затем спиралевидные артерии вновь расширяются, и напор крови способствует отторжению некротической ткани – десквамации функционального слоя. Возникает маточное кровотечение, продолжительность которого 3—5 дней. Средний объём кровопотери около 200 мл. В течение репродуктивного периода жизни женщина теряет до 40 л крови.

Под действием эстрогенов начинается пролиферация эпителия за счёт клеток базального слоя. В результате эпителизации поверхности эндометрия кровотечение прекращается.

Кровоснабжение: яичники – яичниковая артерия (парная ветвь брюшной части аорты); матка и маточные трубы из маточной артерии (ветвь внутренней подвздошной артерии). Венозный отток в одноименные вены и в систему внутренней подвздошной вены. Лимфоток от внутренних женских половых органов осуществляется в лимфатические узлы: поясничные, крестцовые, внутренние подвздошные. Иннервация: симпатическая и чувствительная иннервация внутренних женских половых органов осуществляется из нервных сплетений, формирующихся вокруг кровоснабжающих органовосудов (яичниковое, маточно-влагалищное, нижнее подчревное, чревное сплетения). Парасимпатическая иннервация – внутренностных тазовых нервов. Наружные половые органы иннервируются подвздошно-паховым, бедренно-половым и половым нервами (из поясничного сплетения).



## Лекция 16

### КОЖА И ЕЕ ПРОИЗВОДНЫЕ

**Кожа** – орган, покрывающий всю поверхность тела и состоящий из эпидермиса, дермы (собственно кожи) и подкожной жировой клетчатки. Площадь кожи взрослого человека ~ 1,5–2,0 м<sup>2</sup>. Масса ~ 0,5 кг. рН 5,0–6,5. Толщина в разных участках ~ 0,5–4,0 мм.

На 1 см<sup>2</sup> кожи насчитывается: 1) ~ 130 потовых желез (на ладонях и подошвах ~ 500); 2) ~ 100 сальных желез (на лице ~ 400—900); 3) ~ 9–300 волосяных фолликулов; 4) ~ 150–200 нервных окончаний.

Поверхность кожи покрыта водно-липидной пленкой следующего состава: 1) смесь секрета сальных и потовых желез (аминокислоты, мочевины, аммиак, молочная кислота, триацилглицериды, восковые эфиры, сквален, эфиры холестерина, холестерин, фосфолипиды); 2) эпидермальные липиды (церамиды, свободные жирные кислоты, холестерин и его эфиры, фосфолипиды).

Основная функция – барьерная, обуславливающая резистентность к микроорганизмам; стабилизацию рН; сохранение воды; механическую прочность.

Прочие функции кожи: 1) защитная (иммунная); 2) обменная (в том числе эндокринная); 3) терморегуляторная; 4) рецепторная.

#### Строение кожи

Кожа как орган образована эпидермисом (многослойный плоский эпителий) и собственно кожей или дермой (волокнистая соединительная ткань). Кожа содержит придатки (железы, ногти, волосы), сформированные из эпителиального и соединительно-тканного компонентов.

Кожу покрывает *эпидермис* – многослойный плоский ороговевающий эпителий. В зависимости от количества и выраженности слоёв, а соответственно и толщины эпидермиса различают кожу с большим ороговением («толстая» кожа) и кожу с малым ороговением («тонкая» кожа). В эпидермисе присутствуют разные по происхождению типы клеток – кератиноциты (эпидермальные эпителиоци-

ты), меланоциты, внутриэпидермальные макрофаги (клетки Лангерганса) и осязательные эпителиоциты (клетки Меркеля). Кератиноциты являются основными клетками эпидермиса, образуют все его слои. Остальные клеточные типы встречаются в небольшом количестве между кератиноцитами в глубоких слоях эпидермиса.

Эпидермис образован следующими слоями клеток (изнутри кнаружи): базальным, шиповатым, зернистым, блестящим, роговым.

В базальном слое находятся цилиндрические клетки – базальные кератиноциты. Следующий слой – шиповатый занимают клетки полигональной формы с многочисленными отростками. Над шиповатым находится зернистый слой, представленный уплощёнными клетками с крупными, маскирующими ядро гранулами кератогиалина. Выше располагается блестящий слой. В клетках этого слоя содержится так называемое светопреломляющее вещество элеидин, поэтому слой выглядит как блестящая гомогенная полоска. В самом поверхностном – роговом слое эпидермиса толстым пластом расположены роговые чешуйки (корнеоциты), совокупность которых образует в гистологическом препарате широкую равномерно окрашенную полосу.

*Кератиноцит* – основной клеточный тип эпидермиса – типичная эпителиальная клетка, соединяется с соседними клетками при помощи десмосом и прикрепляется к базальной мембране полудесмосомами. В формировании полудесмосомы участвуют трансмембранные белки интегрины и коллаген типа XVII.

Особенности кератиноцитов различных слоев эпидермиса

*Кератинизация* – процесс постепенной дегенерации кератиноцитов, заканчивающийся их превращением в роговые чешуйки.

Среди клеток базального слоя имеются стволовые клетки – родоначальницы пролиферативных единиц эпидермиса. Стволовая клетка характеризуется высокой митотической активностью, низкой вероятностью вступления в терминальную дифференцировку, выраженной экспрессией рецепторов для белков внеклеточного матрикса (интегринов) и адгезионной способностью. Её дочерний кератиноцит образует вторую субпопуляцию пролиферирующих клеток эпидермиса, проходит от 3 до 5 циклов деления с последующей дифференцировкой. Митотическая активность базальных клеток зависит от толщины эпителиального пласта и контролируется гормонами и факторами роста.

Клетки шиповатого слоя имеют многочисленные короткие отростки, десмосомы и характеризуются более низкой митотической активностью. Шиповатые клетки, расположенные ближе к зернистому слою, утрачивают способность делиться; в этих клетках находятся гранулы, окружённые мембраной (пластинчатые тельца) и появляется небольшое количество гранул кератогиалина, которые типичны для клеток зернистого слоя. Содержимое пластинчатых телец (гликосфинголипиды, фосфолипиды, церамиды) освобождается в межклеточное пространство и скрепляет клетки между собой.

Для клеток зернистого слоя характерно большое количество пластинчатых телец и кератогиалиновых гранул, ассоциированных с пучками промежуточных филаментов.

Гранулы кератогиалина не окружены мембраной и состоят преимущественно из белка профилагрина. В ходе дифференцировки клеток зернистого слоя количество гранул кератогиалина увеличивается, их содержимое высвобождается в цитоплазму; профилагрин подвергается дефосфорилированию и протеолитическому расщеплению, в результате образуется ряд пептидов, в том числе филагрин. Филагрин способствует формированию дисульфидных связей между промежуточными филаментами. Цитокератиновые нити быстро агрегируют в пучки (тонофибриллы) (кератинизация), что приводит к спадению зернистой клетки и её преобразованию в уплощённую безъядерную чешуйку (сквamu). Уплотняющиеся пучки цитокератиновых нитей объединяются поперечными связями. Филагрин – важнейший белок, способствующий дифференцировке роговых чешуек и поддержанию барьерной функции эпидермиса.

В состав гранул кератогиалина также входит лорикрин. Лорикрин первоначально появляется в клетках зернистого слоя и формирует совместно с профилагрином гранулы кератогиалина, но в терминально дифференцированных кератиноцитах рогового слоя локализуется в составе клеточной оболочки.

Пластинчатые тельца довольно многочисленны, секретируют гликолипид ацилгликозилцерамид, участвующий в формировании барьера проницаемости.

Блестящий слой – переходный слой, хорошо преломляющий свет, присутствует только в толстой коже подошв и ладоней.

Роговой слой представлен плотно упакованными роговыми чешуйками (корнеоциты), имеющими форму 14-гранной призмы (доде-

каэдра). Они постоянно слущиваются с поверхности эпидермиса. В слущивании участвует накапливаемая чешуйками кислая фосфатаза. Из всех слоёв эпидермиса наименее проницаем роговой слой. Наличие межклеточного липидного матрикса в роговом слое определяет проницаемость кожи для липофильных веществ.

*Эпидермальный дифферон (эпидермальная пролиферативная единица).* – совокупность постоянно обновляющихся кератиноцитов, митотическая активность которых обладает выраженным околосуточным ритмом.

По мере пролиферации и дифференцировки клетки от базального слоя смещаются к поверхности, образуя пролиферативную единицу, которая в виде колонки занимает определенный участок.

Кератиноциты относят к обновляющейся клеточной популяции. Их максимальная митотическая активность наблюдается ночью, а продолжительность жизни составляет 2–4 недели.

Промежуточные филаменты кератиноцитов содержат фибриллярный белок цитокератин – основной белковый компонент эпидермиса. Этот белок цитоскелета начинает формироваться в клетках базального слоя. Цитокератины присутствуют в клетках всех слоёв. Здесь, а также в волосяных фолликулах идентифицировано по крайней мере 10 молекулярных форм цитокератинов.

В различных слоях эпидермиса экспрессируются различные цитокератины. В ходе дифференцировки кератиноцитов от стволовой клетки базального слоя до кератиноцитов поверхностных слоёв происходит перепрограммирование синтеза цитокератинов с одного типа на другой. Кератиноциты базального слоя экспрессируют цитокератины 5 и 14, стволовые клетки – цитокератин 15. Кератиноциты в состоянии терминальной дифференцировки, локализованные в поверхностных слоях эпидермиса, содержат цитокератины 1 и 10. Для кератиноцитов промежуточной стадии дифференцировки характерно наличие цитокератинов 4 и 13.

Кератиноциты из различных областей кожи характеризуются наличием специфических типов цитокератина. Так, кератиноциты ладони и подошвы производят особые цитокератины, не встречающиеся в других частях тела. Маркёр терминальной дифференцировки клеток эпидермиса ладоней и подошв – цитокератин 9.

По физико-химическим свойствам различают твёрдый и мягкий кератины. Твёрдый кератин присутствует в корковом веществе и кути-

куле волоса. Эта разновидность кератина у человека встречается в волосах и ногтях. Он более прочен и в химическом отношении более стоек. Мягкий кератин наиболее распространён, присутствует в эпидермисе, в волосе локализуется в мозговом веществе и во внутреннем корневом влагалище; по сравнению с твёрдым содержит меньше цистина и дисульфидных связей.

В течение года у взрослого слущивается  $\sim 116\text{--}120$  г/м<sup>2</sup> эпителия. При этом гормоны щитовидной железы усиливают этот процесс, а гормоны надпочечников замедляют.

*Меланоциты* – пигментные клетки расположены в базальном слое, их количество значительно варьирует в различных участках кожи. При этом в среднем соблюдается отношение – 1 меланоцит: 35 кератиноцитов. Меланоциты происходят из нервного гребня и синтезируют пигменты (меланины), заключённые в специальные пузырьки – меланосомы.

В коже головы и верхних конечностей присутствует по крайней мере вдвое больше меланоцитов, чем в других областях тела, независимо от расы. Расовые различия пигментации кожи зависят от активности меланоцитов, но не от их абсолютного количества. Под влиянием ультрафиолетового облучения число активных меланоцитов увеличивается, однако неясно – это вновь образованные клетки или активированные предсуществующие. С другой стороны, меланоциты волосяного фолликула делятся в ходе цикла развития волоса. Уменьшение числа меланоцитов (в основном гибель клеток путём апоптоза) происходит каждые 10 лет примерно на 10 %, начиная с 30-летнего возраста.

Для меланоцитов характерен фермент – тирозиназа, катализирующая превращение тирозина в диоксифенилаланин (ДОФА). Тирозиназа содержит в активном центре медь и чувствительна к ультрафиолету. Недостаточное количество и активность тирозиназы или её блокирование в меланоцитах приводит к развитию разных форм альбинизма. Тирозиназа после синтеза на рибосомах гранулярной эндоплазматической сети поступает в комплекс Гольджи, где заключаются в пузырьки, которые затем сливаются с премеланосомами. ДОФА окисляется под действием ДОФА-оксидазы и в ходе последующих химических реакций превращается в меланин. Гистохимическая реакция на ДОФА позволяет идентифицировать меланоциты среди других клеток. Меланин образуется в меланосомах.

Длинные отростки меланоцитов распространяются в шиповатый слой. По ним транспортируются меланосомы, содержимое которых (меланин) выделяется из меланоцитов и захватывается кератиноцитами. Здесь меланин подвергается деградации под действием ферментов лизосом.

Меланин защищает подлежащие структуры от воздействия ультрафиолетового излучения. Наличие неспаренных электронов придает меланину свойства стабильных свободных радикалов. Неспаренные электроны способствуют более эффективному поглощению солнечной радиации, а также легко захватывают и обезвреживают высокоактивные свободные радикалы.

Таким образом, защитная функция меланина складывается из двух механизмов: 1) фильтрация (улавливание) ультрафиолета; 2) антиоксидантная реакция.

Приобретение загара свидетельствует об усилении выработки меланина под влиянием ультрафиолета. В коже человека присутствуют меланины двух типов – эумеланин (чёрный пигмент) и феомеланин (красный пигмент).

Эумеланин – фотопротектор, феомеланин, наоборот, может способствовать ультрафиолетовому повреждению кожи вследствие образования свободных радикалов в ответ на облучение. Люди с рыжими волосами, светлыми глазами и кожей содержат преимущественно феомеланин в волосах и коже, характеризуются сниженной способностью вырабатывать эумеланин, приобретают слабый загар и подвержены риску переоблучения ультрафиолетом.

Структура меланосомы коррелирует с типом продуцируемого меланина. Эумеланосомы имеют форму эллипса и содержат фибриллярный матрикс. Форма феомеланосом варьирует (преобладает округлая форма); феомеланосомы содержат везикуло-глобулярный матрикс. Эумеланогенные и феомеланогенные меланосомы могут сосуществовать в одной клетке.

В развитии меланосом различают 4 стадии.

Стадия I соответствует ранней организации матрикса в меланосоме. На стадии II матрикс уже организован, но без формирования меланина (эумеланосомы), тогда как в феомеланосомах на этой стадии меланин уже сформирован. На стадии III происходит накопление меланина. На стадии IV меланосомы полностью заполнены меланином. Процесс синтеза меланина регулируется меланоцитстимули-

рующим гормоном (мелатонином, меланотропином, МСГ) промежуточной доли гипофиза. Также МСГ стимулирует миграцию меланосом в отростки меланоцитов и передачу меланина кератиноцитам.

#### Типы меланоцитов

- Меланобласты – небольших размеров, округлой или овальной формы, содержат премеланосомы.
- «Молодые» меланоциты – крупных размеров, звездчатой формы, имеют много отростков; содержат премеланосомы, меланосомы, активность тирозиназы высокая.
- «Старые» меланоциты – крупные отросчатые клетки с большим количеством меланосом, без тирозиназной активности.

Клетки Лангерганса (эпидермальные макрофаги, белые отросчатые эпидермоциты), клетки моноцитарного происхождения. Внутриэпидермальные макрофаги составляют 3 % всех клеток эпидермиса. В эпидермисе эти клетки расположены преимущественно в шиповатом слое. Клетки содержат ядро неправильной формы, с инвагинациями, умеренно развитую гранулярную эндоплазматическую сеть, комплекс Гольджи, небольшое количество микротрубочек и специфические гранулы в форме теннисной ракетки и с продольной исчерченностью. Маркёр внутриэпидермальных макрофагов – гликопротеин лангерин.

Таким образом, клетки Лангерганса: 1) экспрессируют рецепторы МНС I и II классов; 2) осуществляют фагоцитоз и представляют процессированный антиген Т-хелперам; 3) обладают цитотоксической активностью; 4) вырабатывают ряд цитокинов (ИЛ-1, колоние-стимулирующие факторы), гидролитические ферменты, простагландины; 5) участвуют в регуляции процессов ороговения.

Клетки Меркеля (тактильные эпителиоциты) – нейроэктодермального происхождения. Тактильные эпителиоциты крупнее кератиноцитов, ядро вытянутое и дольчатое, цитоплазма светлее, в ней равномерно распределены и в умеренном количестве содержатся митохондрии, лизосомы, мультивезикулярные тельца, вакуоли, микрофиламенты. Эндоплазматическая сеть развита слабо. Встречаются отдельные рибосомы, иногда образующие скопления; гранулы гликогена, меланосомы и центриоли. Между органеллами рассеяно небольшое количество промежуточных филаментов, образующих компактные пучки в пальцевидных выростах.

Для тактильных эпителиоцитов характерны специфические осмиофильные гранулы размером от 80 до 200 нм. Они сосредоточены преимущественно в обращённых к нервной терминале участках цитоплазмы. На противоположной от ядра стороне расположен хорошо выраженный комплекс Гольджи, имеющий прямое отношение к формированию специфических гранул. В клетках Меркеля обнаружены пептиды и нейронспецифические вещества, что свидетельствует об эндокринной функции клеток и позволяет рассматривать их как компонент диффузной нейроэндокринной системы. Это метионин-энкефалин, вещество Р, пептид гистидин-изолейцин, нейронспецифическая енолаза, хромогранин А и др.

Тактильные эпителиоциты образуют медленно адаптирующиеся кожные механорецепторы, которые в ходе тактильного восприятия участвуют в распознавании формы объекта, его края, текстуры поверхности. Они составляют 25 % от всех тактильных рецепторов на руке с наибольшей плотностью в кончиках пальцев. Их компактные скопления выявлены также в губах и наружных половых органах. То есть располагаются в местах усиленной тактильной чувствительности. Тактильный эпителиоцит может нести позиционную информацию для определения места окончательной локализации терминали периферического отростка чувствительного нейрона в нейрогенезе или при регенерации нервов.

В ответ на осязательное раздражение клетка Меркеля передает сигнал дендриту чувствительного нейрона и выделяет специфические активные факторы в эпителий, сосуды, соединительную ткань.

*Дерма или собственно кожа (corium).* Соединительно-тканная часть кожи. Толщина 0,5–7 мм. В ней различают сосочковый и сетчатый слои. Условная граница между этими двумя слоями собственно кожи проходит на уровне расположения концевых отделов сальных желёз.

Сосочковый слой образован рыхлой волокнистой неоформленной соединительной тканью, формирующей сосочки, вдающиеся в эпидермис. На поверхности кожи они выглядят как линии и борозды, обуславливая папиллярный узор.

Клеточный состав дермы: фибробласты, макрофаги, тканевые базофилы, гладкие миоциты. Межклеточное вещество образовано коллагеновыми (коллаген I, IV, VII), эластическими, ретикулярными (коллаген III) волокнами.



Сетчатый слой представлен плотной неоформленной соединительной тканью.

Пучки коллагеновых и эластических волокон переплетаются в виде сети в параллельном и косом направлении к поверхности кожи.

В участках, подверженных сильному давлению (стопы, ладони), сеть волокон широкопетлистая; в областях, испытывающих постоянное растяжение (суставы, лицо) – переплетение узкопетлистое.

Дерма обеспечивает питание эпидермиса, придает коже прочность и содержит её производные.

Производные кожи – железы кожи (потовые и сальные), волосы и ногти.

*Потовые железы* – простые трубчатые неразветвлённые железы. Различают эккриновые (или мерокриновые) и апокриновые потовые железы.

Секреторные отделы многочисленных и распространённых по всей коже эккриновых желёз расположены глубоко в сетчатом слое, на границе с подкожной клетчаткой. Секреторный отдел содержит три типа клеток: тёмных, светлых и миоэпителиальных. Тёмные клетки ограничивают просвет секреторного отдела и содержат секреторные гранулы. Светлые клетки богаты митохондриями, гликогеном, расположены ближе к базальной мембране и образуют стенку межклеточных канальцев, открывающихся в просвет секреторного отдела. Миоэпителиальные клетки способствуют продвижению секрета. Выводной проток образован двухслойным кубическим эпителием, проходит по спирали через все слои к поверхности кожи, где открывается потовой порой. Адлюминальные (поверхностные) эпителиальные клетки выводного протока содержат множество кератиновых филаментов. Базальные клетки богаты митохондриями, имеют крупные ядра. Железы при потоотделении секретируют вазодилатор брадикинин, обладающий сосудорасширяющим действием (за исключением отдельных областей, где брадикинин вызывает сужение сосудов). Следовательно, железы участвуют в терморегуляции, влияя как на потоотделение, так и на интенсивность кровоснабжения кожи. Эккриновые потовые железы иннервируются волокнами симпатического отдела вегетативной нервной системы. При их возбуждении из варикозных расширений выделяются различные нейромедиаторы. Ацетилхолин прямо и опосредованно (через миоэпителиальные клетки) стимулирует потоотделение. VIP вызывает сопутствующую пото-

отделению вазодилатацию. Агонисты адренорецепторов снижают секреторную активность потовых желёз. Эпителиальные клетки потовых желёз – мишени альдостерона, который стимулирует реабсорбцию  $\text{Na}^+$ . При недостаточности альдостерона потоотделение может привести к гипонатриемии.

*Апокриновые железы* встречаются в подмышечной, паховой, перианальной областях, вокруг сосков; железы не функционируют до наступления половой зрелости, отвечают на гормональные воздействия. Железы имеют более крупные секреторные отделы, окружённые миоэпителиальными клетками. Их выводные протоки открываются в волосяную воронку выше устья выводных протоков сальных желёз. Секрет апокриновых желёз содержит больше белка, чем секрет эккриновых желёз. Апокриновые железы имеют выраженную адренергическую иннервацию. Разновидностью апокриновых потовых желёз являются железы наружного слухового прохода, выделяющие ушную серу, и железы век.

*Сальные железы* – простые альвеолярные разветвлённые. Сравнительно короткий выводной проток открывается в волосяную воронку. Содержание в коже  $\sim 100 \text{ см}^2$ , на коже лица 400—900  $\text{см}^2$ .

Клетки периферии секреторного отдела (себоциты) имеют плоскую форму и характеризуются низкой митотической активностью. Клетки, расположенные ближе к просвету конечного отдела, интенсивно размножаются и дифференцируются в секреторные клетки, накапливающие секреторный продукт. Далее клетки разрушаются, а продукт их секреции вместе со всеми клеточными компонентами входит в состав кожного сала. Такой тип секреции называют голокриновым.

Себоциты реагируют на нервные импульсы, температурное раздражение и концентрацию половых гормонов в кровотоке (андрогены усиливают секреторную активность, эстрогены подавляют).

Железы вырабатывают кожное сало, оно обладает бактерицидным действием, смягчает кожу и придаёт ей эластичность, защищает кожу от повреждения при перегревании покровов, играет определённую роль в поддержании температуры тела.

### **Волосы**

Волосы присутствуют в покровах почти везде, за исключением ладоней, подошв, ладонной поверхности пальцев, красной каймы губ, сосков, малых половых губ, головки полового члена, внутреннего ли-

стка крайней плоти и перианальной области. Волосистая часть кожи головы содержит 100—150 тысяч волос.

Различают длинные (голова, усы, борода, подмышечные впадины, наружные половые органы), щетинистые (брови, ресницы, наружный слуховой проход, преддверие носовой полости), пушковые (остальные участки кожного покрова) волосы.

*Строение волоса.* Стержень волоса находится над поверхностью кожи. Корень волоса залегает в толще кожи и состоит из мозгового вещества, коркового вещества и кутикулы волоса.

Эпителиальная часть волоса:

1. Мозговое вещество (только в длинных и щетинистых волосах) – внутренняя часть корня волоса, состоит из клеток полигональной формы, лежащих в виде монетных столбиков. Клетки содержат гранулы трихогиалина, пузырьки, пигмент. До уровня сальных желёз мозговое вещество состоит из частично ороговевших клеток.

2. Корковое вещество вблизи волосяной луковицы образовано не полностью ороговевшими клетками. Основная масса представлена плоскими роговыми чешуйками, содержащими твёрдый кератин и пигмент.

3. Кутикула волоса тесно прилегает к корковому веществу и состоит из слоя плоских клеток, ориентированных перпендикулярно его поверхности.

4. Волосяной фолликул (мешок, или мешочек) содержит корень волоса, состоит из внутреннего и наружного корневых влагалищ.

5. Внутреннее корневое влагалище в нижних отделах происходит из волосяной луковицы, сверху заканчивается на уровне протоков сальных желёз. В нижнем его отделе различают кутикулу, гранулосодержащий внутренний эпителиальный слой и бледный наружный эпителиальный слой. В среднем и верхнем отделах корня волоса эти слои сливаются в единый слой ороговевших клеток, содержащих мягкий кератин.

6. Наружное корневое влагалище является продолжением росткового слоя эпидермиса. Снаружи оно отделено от окружающей соединительной ткани волосяной сумки базальной (стекловидной) мембраной. Рост и регенерация волоса, а также физиологическая и репаративная регенерация эпидермиса кожи происходит за счёт стволовых клеток наружного корневого влагалища.

7. Волосая луковица – утолщённое основание корня волоса. Здесь объединяются корневые влагалища и происходит постоянное размножение клеток, из которых формируется волос. Поэтому эту область называют матрицей волоса. По мере дифференцировки клетки из волосаной луковицы переходят в мозговое и корковое вещество.

#### *Неэпителиальные части волоса*

Волосаной сосочек представлен соединительной тканью, вдающейся снизу в волосаную луковицу, содержит кровеносные капилляры.

Волосаная сумка – плотная соединительная ткань, окружающая волосаной фолликул.

Волосаная воронка – углубление в эпидермисе в области перехода корня в стержень волоса.

Мышца, поднимающая волос наиболее развита в длинных волосах, за исключением волос бороды и подмышечных впадин. Мышца построена из гладкомышечных клеток и проходит в косом направлении вблизи секреторных отделов сальных желёз. Одним концом мышца вплетается в волосаную сумку ниже середины фолликула, другим – в сосочковый слой кожи вблизи волосаной воронки. При её сокращении меняется угол между продольной осью корня и поверхностью кожи. Стержень волоса при этом слегка приподнимается над кожей. Кроме того, сокращение мышцы способствует выведению секрета из сальной железы в волосаную воронку. Мышца, поднимающая волос, иннервируется симпатическими волокнами.

Рост волос происходит за счёт деления эпителиальных клеток матрицы. Различают три основные стадии в росте волоса.

Анаген – анаболическая стадия роста фолликула. При этом стержень волоса удлиняется примерно на 0,4 мм в день. Фолликулы могут находиться на этой стадии год и более.

Катаген – катаболическая переходная стадия. Фолликул подвергается частичному разрушению и значительно уменьшается в размерах, так что нижняя (дистальная) часть фолликула представляет собой просто эпителиальный тяж.

Телоген – стадия покоящегося фолликула. При этом стержень волоса не растёт, но остаётся связанным с атрофированным фолликулом. Стержень волоса называется теперь «волос–клюшка» – по внешнему виду его дистального конца. На этой стадии волос выпадает.

Телоген продолжается в течение нескольких месяцев, после чего волосяной фолликул снова вступает в стадию анагена и начинается новый цикл. Регенерация фолликула во время следующей стадии анагена происходит за счёт стволовых клеток, локализованных в сохраняемом в ходе цикла развитии почковидном валике фолликула. Потомки стволовых клеток формируют новую фолликулярную матрицу во время раннего анагена, стержень волоса и внутреннее корневое влагалище происходят из этих недифференцированных клеток матрицы.

## Ногти

*Ноготь* – роговая пластинка, лежащая на эпителии концевых фаланг пальцев рук и ног. Этот эпителий вместе с подлежащей соединительной тканью образует ногтевое ложе.

Ногтевая пластинка представлена плотно упакованными роговыми чешуйками, содержащими твёрдый кератин.

Подногтевая пластинка – роговой слой эпителия под свободным краем ногтя, который выступает за пределы ногтевого ложа. Ногтевое ложе у основания ограничено проксимальным ногтевым валиком, а с боков – боковыми ногтевыми валиками.

*Надногтевая пластинка.* Основание ногтевой пластинки покрыто роговым слоем, «сползающим» с эпидермиса проксимального ногтевого валика и называемым надногтевой пластинкой. Здесь из-под проксимального ногтевого валика выступает небольшой светлый участок корня, имеющий форму полулуния – луночка ногтя.

*Корень ногтя* представлен задней частью ногтевой пластинки и расположен между эпителием задней части ногтевого ложа и эпителием проксимального ногтевого валика.

*Ногтевая матрица.* Эпителий задней части ногтевого ложа имеет наибольшее значение для роста ногтя и называется ногтевой матрицей.

## Иннервация кожи

Кожа имеет богатую чувствительную иннервацию. Наиболее мощное нервное сплетение расположено в подкожной клетчатке. От него отходят многочисленные нервные волокна к волосам и железам кожи, а также к нервному сплетению в сосочковом слое. Это сплетение представлено преимущественно миелиновыми волокнами, образующими чувствительные нервные окончания во всех слоях кожи.

Свободные нервные окончания в эпидермисе образуют механорецепторы, терморекцепторы и рецепторы болевой (ноцицептивной) чувствительности. Терморекцепторы подразделяют на рецепторы холодной (25–30 °С) и тепловой (40–42 °С) чувствительности. Их разветвлённые терминали проходят между клетками глубоких слоёв эпидермиса.

В базальном слое расположены комплексы осязательных эпителиоцитов с нервными терминалями. Этот тип механорецепторов обнаружен в коже ладоней и подошв.

Под эпидермисом в сосочковом слое кожи присутствуют осязательные тельца, наиболее многочисленные в коже ладонной и подошвенной поверхностей пальцев рук, ног, а также в коже губ, век, наружных половых органов и сосков молочной железы.

В собственно коже также находится другой тип инкапсулированных рецепторов – веретеновидные тельца. Они чаще встречаются в коже подошвенной поверхности стопы.

В сетчатом слое кожи располагаются концевые колбы Краузе – инкапсулированные механорецепторы, имеющие сходную структуру с тельцем Пачини, но меньшие размеры.

Пластинчатые тельца (тельца Фатера–Пачини) – самые крупные инкапсулированные рецепторы, расположены глубоко в коже и в подкожной клетчатке, преимущественно в пальцах, наружных половых органах и молочной железе.

Рецепторные поля различных кожных рецепторов варьируют по размерам. Пластинчатые тельца имеют максимально широкие рецепторные поля, тогда как поля осязательных телец и осязательных эпителиоцитов очень небольшие. Последние два ответственны за способность кончиков пальцев различать очень тонкие тактильные ощущения.

#### Кровоснабжение кожи

Артерии кожи отходят от сплетения, расположенного в подкожной клетчатке. Они имеют извилистый ход и кровоснабжают волосяные фолликулы, потовые и сальные железы. На границе сосочкового и сетчатого слоёв присутствует подсосочковая сеть, от которой к поверхности кожи отходят короткие артериальные ветви, снабжающие кровью группы сосочков. Кроме того, от подсосочковой сети отходят артерии для волос и сальных желёз. Поверхностная капиллярная сеть, имеющая большое значение в терморегуляции, расположена в непо-

средственной близости от эпидермиса. Капиллярные сплетения окружают также волосяные фолликулы, потовые и сальные железы.

Артерии, кровоснабжающие кожу, идут в подкожной клетчатке параллельно поверхности кожи. Ветви этих артерий заходят в кожу и участвуют в образовании кожного сплетения, давая разветвления для волосяных фолликулов, потовых и сальных желёз. В сетчатом слое присутствуют многочисленные артериовенозные анастомозы, но капилляры немногочисленны, они преимущественно связаны с придатками кожи. Подсосочковая сеть располагается на границе между сосочковым и сетчатым слоями и содержит более мелкие артерии и артериолы. От подсосочковой сети артериолы направляются к эпидермису и переходят в капилляры сосочков, которые участвуют в питании эпидермиса и терморегуляции.

*Молочная железа.* Молочная железа – производное эпидермиса и относится к железам кожи. Однако развитие железы и её функциональная активность зависят от половых гормонов.

Гистологическая картина молочной железы зависит от степени её зрелости и активности. Морфологические различия обнаруживаются в строении ювенильной железы, зрелой неактивной и зрелой функционирующей (лактатирующей) желёз.

*Ювенильная железа* представлена выводными междольковыми и внутридольковыми протоками, разделёнными соединительно-тканными перегородками; секреторные отделы отсутствуют.

*Зрелая неактивная железа.* При половом созревании под влиянием эстрогенов железа увеличивается в объёме. Выводные протоки становятся более разветвлёнными, а среди соединительно-тканых перегородок накапливается жировая ткань. Секреторные отделы, как и в ювенильной железе, отсутствуют.

Под влиянием прогестерона в сочетании с эстрогенами, пролактином и хорионическим соматомаммотропным гормоном индуцируется дифференцировка секреторных отделов молочной железы. Уже на третьем месяце беременности из растущих концевых отделов внутридольковых протоков формируются почки, дифференцирующиеся в секреторные отделы – альвеолы. Альвеолы выстланы кубическими секреторными клетками (альвеолярные клетки). Снаружи стенку альвеол и выводных протоков окружают миоэпителиальные клетки. Внутридольковые протоки выстланы однослойным кубическим эпителием, который в молочных протоках переходит в много-

слойный плоский. Соединительно-тканые перегородки, разделяющие дольки молочной железы, становятся менее выраженными.

Лактирующая молочная железа состоит из 15–20 отдельных сложных трубчато-альвеолярных желёз, каждая из которых открывается собственным выводным протоком (молочный проток) на вершине соска. Сосок состоит из плотной соединительной ткани с большим содержанием эластических волокон и гладкомышечных клеток, располагающихся циркулярно в основании соска и параллельно молочным протокам. Кожа вокруг соска содержит крупные сальные железы, образующие возвышения (бугорки околососкового кружка). Молочные протоки под ареолой образуют молочные синусы, резервуары для молока. Пигментация эпидермиса соска происходит в пубертатном периоде, кожа ареолы пигментируется при беременности.

В период лактации альвеолярные клетки секретируют жиры, казеин,  $\alpha$ -лактоальбумин, лактоферрин, сывороточный альбумин, лизоцим, лактозу. В состав молока также входят вода, соли, антитела. IgA из крови при помощи специфических рецепторов захватываются альвеолярными клетками и выделяются в просвет секреторного отдела железы. Материнские антитела обеспечивают гуморальный иммунитет новорождённого.

Молоко секретируется по апокриновому типу. Жиры высвобождаются вместе с фрагментами клеточной мембраны, остальные компоненты молока выделяются путём экзоцитоза.





## Список рекомендуемой литературы

### Основная:

1. Привес, М. Г. Анатомия человека: учебник / М. Г. Привес, Н. К. Лысенков, В. И. Бушкович. – 12-е изд., испр. и доп. – СПб.: Гиппократ, 2003. – 704 с.
2. Неттер, Ф. Атлас анатомии человека: учебник пер. с англ. / Ф. Неттер; ред.: Н. О. Бартош, Л. Л. Колесников. – 4-е изд. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. – 624 с.
3. Гайворонский, И. В. Нормальная анатомия человека в 2-х т.: учебник / И. В. Гайворонский. – 3-е изд. – СПб.: СпецЛит, 2009. – 560 с.
4. Кузнецов, С. Л. Лекции по гистологии, цитологии и эмбриологии: Учебное пособие / С. Л. Кузнецов, М. К. Пугачев. – М.: Медицинское информационное агентство, 2009. – 432 с.

### Дополнительная:

1. Атлас анатомии человека: учебное пособие для медицинских учебных заведений. – М.: Рипол Классик, 2007. – 528 с.
2. Билич, Г. Л. Атлас анатомии человека: в 3-х т. / Г. Л. Билич, В. А. Крыжановский. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009.
3. Сапин, М. Р. Атлас анатомии человека: в 3-х томах: учебное пособие для студентов медицинских вузов / М. Р. Сапин. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008.
4. Фейц, О. Наглядная анатомия: пер. с англ. / О. Фейц, Д. Моффет; ред. А. П. Киясов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. – 240 с.

## Оглавление

<b>Введение</b> .....	3
<b>Лекция 1.</b> Функциональная морфология сердца и магистральных сосудов .....	4
<b>Лекция 2.</b> Микроморфология сосудов человека .....	11
<b>Лекция 3.</b> Функциональная морфология артериального русла ...	23
<b>Лекция 4.</b> Функциональная морфология венозного русла .....	32
<b>Лекция 5.</b> Особенности кровообращения у плода. Функциональная морфология лимфатической системы .....	39
<b>Лекция 6.</b> Органы кроветворения и иммунологической защиты	44
<b>Лекция 7.</b> Эндокринная система .....	55
<b>Лекция 8.</b> Пищеварительная система .....	62
<b>Лекция 9.</b> Пищеварительная система (продолжение) .....	74
<b>Лекция 10.</b> Пищеварительная система (продолжение) .....	79
<b>Лекция 11.</b> Пищеварительная система (продолжение) .....	86
<b>Лекция 12.</b> Дыхательная система .....	95
<b>Лекция 13.</b> Мочевыделительная система .....	102
<b>Лекция 14.</b> Мужская половая система .....	108
<b>Лекция 15.</b> Женская половая система .....	112
<b>Лекция 16.</b> Кожа и ее производные .....	121
<b>Список рекомендуемой литературы</b> .....	137

Учебное издание

**Ирина Владимировна Суходоло**  
**Виталий Анатольевич Казаков**  
**Елена Андреевна Геренг**  
**Анна Николаевна Дзюман**  
**Иван Васильевич Мильто**

## **ЛЕКЦИИ ПО ВИСЦЕРОЛОГИИ**

Учебное пособие

На обложке:

Б. Евтахий в окружении своих учеников проводит вскрытие.  
Фрагмент титульного листа «Анатомических таблиц».

Взято из книги Н.И. Гончарова «Зримые фрагменты в истории анатомии»

Редактор Харитоновна Е.М.  
Оригинал-макет Забоевкова И.Г.  
Корректор Зеленская И.А.

Редакционно-издательский отдел СибГМУ  
634050, г. Томск, пр. Ленина, 107  
тел. 8(382-2) 51-41-53  
факс. 8(382-2) 51-53-15  
E-mail: [bulletin@bulletin.tomsk.ru](mailto:bulletin@bulletin.tomsk.ru)

---

Подписано в печать 10.04.2013 г.  
Формат 60x84  $\frac{1}{16}$ . Бумага офсетная.  
Печать ризограф. Гарнитура «Times». Печ. лист. 8,5  
Тираж 100 экз. Заказ № 75

---

Отпечатано в лаборатории оперативной полиграфии СибГМУ  
634050, Томск, ул. Московский тракт, 2