

## **Сердечно-сосудистая система**

(лектор - д.м.н., доцент С.В. Диндяев)

Заболевания сердечно-сосудистой системы занимают ведущее место в патологии внутренних органов.

Сердечно-сосудистая система включает в себя сердце, кровеносные и лимфатические сосуды.

Сосуды представляют собой систему полых эластичных трубок различного строения, диаметра и механических свойств, заполненных кровью.

В зависимости от направления движения крови сосуды делятся на: артерии, по которым кровь отводится от сердца и поступает к органам, и вены - сосуды, кровь в которых течёт по направлению к сердцу и сосуды мцр. Общая длина всех сосудов - 100 000 км

Функции и развитие ссс - материалы на сайте

### **Общий план строения стенки артерий и вен**

Стенка всех артерий, так же как и вен, состоит из трех оболочек:

- 1) внутренней (tunica interna),
- 2) средней (tunica media) и
- 3) наружной (tunica externa).

Толщина, тканевой состав оболочек неодинаковы в сосудах разных типов.

Внутренняя оболочка всех сосудов выстлана **эндотелием**.

**Эндотелий (синонимы: ангиодермальний, сосудистый, однослойный плоский эпителий)**

Источник эмбрионального развития - мезенхима.

Локализация - Внутренняя выстилка:

- эндокарда сердца
- кровеносных и лимфатических сосудов
- синусов твердой мозговой оболочки

Функции: - материала на сайте

### Строение

1. **Эндотелиоциты** - уплощенные полигональные клетки, распластаные по базальной мембране.

*Состоят из 2 зон:*

- выпуклой ядерной (содержит ядро и органеллы)
- уплощенной периферической (в зависимости от органной специфики содержит транспортные структуры: микропиноцитозные пузырьки, трансэндотелиальные каналы, фенестры, поры)

*Имеют 3 поверхности:*

- люминальную (контактирующую с кровью, имеет микроворсинки)
- базальную (контактирует с базальной мембраной)
- латеральную (участвует в формировании контактов с соседними эндотелиоцитами)

2. **Базальная мембрана** (отсутствует в некоторых органах - капилляры печени, в лимфатических капиллярах)

### **Артерии**

По артериям кровь течет от сердца к органам. Эта кровь насыщена кислородом, за исключением легочной артерии, в которой кровь венозная. Различают 3 **гистологических** типа артерий:

- 1) артерии эластического типа

2) артерии мышечного типа

3) артерии смешанного или мышечно-эластического типа –

Артерии эластического типа за счет большого количества эластических волокон и мембран. В качестве примера артерии эластического типа рассмотрим строение аорты.

*Внутренняя оболочка аорты* состоит из следующих элементов:

- 1) эндотелий,
- 2) подэндотелиальный слой- образован рвст, нет сосудов
- 3) сплетение эластических волокон, состоит из двух слоев
  - внутренний циркулярный,
  - наружный продольный.

*Средняя оболочка аорты* состоит из 40-50 эластических окончатых мембран. Мембраны связаны между собой эластическими волокнами и образуют вместе с эластическими элементами других оболочек единый эластический каркас. Между мембранами располагаются гладкие миоциты, фибробласты, сосуды сосудов, нервные элементы. Большое количество эластических элементов в стенке аорты позволяет ей растягиваться при систоле сердца и возвращаться в исходное положение во время диастолы. В таких артериях кровь протекает под большим давлением (120-130 мм рт.ст.) и с большой скоростью (0,5-1,3 м/с).

*Наружная оболочка аорты* образована рвст. В этой оболочке также имеются питающие сосуды, нервные элементы и жировые клетки.

Артерии мышечного типа - (сосуды среднего и малого калибра). Во внутренней оболочке вместо сплетения эластических волокон - внутренняя эластическая мембрана. В средней оболочке - преобладают гладкие миоциты, расположенные по пологой спирали. Спиральное расположение гладких миоцитов обеспечивает при их сокращении уменьшение объема сосуда и проталкивание крови в дистальные отделы. Эластические волокна на границе с внутренней и наружной оболочками сливаются с их эластическими элементами. За счет этого создается единый эластический каркас сосуда, обеспечивающий эластичность при растяжении и упругость при сдавлении, препятствует спадению артерий. На границе средней и наружной оболочек может формироваться наружная эластическая мембрана.

Артерии смешанного типа по строению и функциональным особенностям занимают промежуточное положение между сосудами эластического и мышечного типов (например, сонная и подключичная артерии).

## **Вены**

По венам кровь притекает к сердцу и содержит мало кислорода, кроме крови в легочных венах. В зависимости от степени развития мышечных элементов в стенке вен они классифицируются на 2 группы:

- 1) вены безмышечного (волокнистого) типа
- 2) вены мышечного типа, которые в свою очередь подразделяются на
  - вены со слабым развитием мышечных элементов (например, вены верхней части туловища, шеи, верхняя полая вена),
  - вены со средним развитием мышечных элементов (вены верхних конечностей, плечевая вена),
  - вены с сильным развитием мышечных элементов (пример: вены нижних конечностей, нижней части туловища).

### 1) вены безмышечного (волокнуистого) типа

В венах твердой и мягкой мозговых оболочек, сетчатки глаза кровь легко оттекает в более крупные сосуды под действием силы тяжести и присасывающего влияния сердца во время диастолы. Вены костей, селезенки, плаценты плотно сращены с плотными элементами органов и не спадаются, что способствует легкому оттоку крови по ним. Во внутренней оболочке этих вен имеются эндотелиальные клетки, базальная мембрана и тонкий слой рыхлой волокнистой соединительной ткани, которая срастается с окружающими тканями органа.

### 2) вены мышечного типа

#### 1. **Внутренняя оболочка**

- эндотелий
- подэндотелиальный слой (РВСТ, отдельные гладкие миоциты, миофибробласты
- сплетение эластических волокон (в венах со средним и сильным развитием мышечных элементов)
- клапаны (имеют полулунную форму, являются дубликатурой внутренней оболочки, наиболее развиты в венах, расположенных ниже уровня сердца)

#### 2. **Средняя оболочка**

- гладкая мышечная ткань различных степеней развития
- РВСТ и сосуды
- нервные сплетения

#### 3. **Наружная оболочка**

РВСТ, сосуды, нервные сплетения, жировая ткань, **гмк**

### **Микроциркуляторное русло**

Микроциркуляторное русло (МЦР) – это система мелких сосудов, которая обеспечивает регуляцию кровенаполнения органов, транскапиллярный обмен и дренажно-депонирующую функцию.

*Состав МЦР:*

- 1) артериолы, в т.ч. конечные артериолы (диаметр 50-100 мкм),
- 2) прекапилляры (диаметр 14-16 мкм),
- 3) гемокапилляры (кровеносные капилляры) (диаметр 3-40 мкм),
- 4) посткапилляры (диаметр 8-30 мкм),
- 5) вены (диаметр от 30 до 100 мкм),
- 6) артериоловеноулярные анастомозы,
- 7) лимфатические капилляры.

**Артериолы** – это наиболее мелкие артериальные сосуды мышечного типа. В них сохраняются три оболочки, но выражены они очень слабо.

Функции:

- 1) транспорт артериальной крови в МЦР,
- 2) перераспределение крови в МЦР,
- 3) регуляция кровенаполнения МЦР,
- 4) регуляция артериального давления.

Для артериол характерны следующие структурные особенности:

- относительно мощная мышечная оболочка,
- толщина стенки превалирует над диаметром просвета → способность к спазмированию,
- обилие клеточных рецепторов на эндотелии,
- перфорации в базальной мембране, обеспечивающие транспорт из крови к гладким миоцитам нейромедиаторов, гормонов и др. бав

- тесный контакт эндотелиоцитов и гладких миоцитов

**Прекапилляры** выполняют следующие функции:

- 1) транспорт артериальной крови в капилляры
- 2) ритмичное сокращение сфинктеров регулирует кровенаполнение отдельных групп

гемокапилляров

*Структурные особенности* прекапилляров:

- стенка теряет оболочечный тип строения
- стенка резко истончается
- гладкие миоциты расположены поодиночке
- сфинктеры в местах отхождения прекапилляров от артериол

- появляются одиночные перициты

**Гемокапилляры** – наиболее многочисленные (около 40 миллиардов) и тонкие сосуды, именно через их стенку осуществляется обмен веществ между кровью и тканями.

*Строение* гемокапилляров

В стенке гемокапилляров имеется три слоя (как аналоги трех оболочек рассмотренных ранее сосудов):

- 1) внутренний слой – представлен эндотелием с базальной мембраной;
- 2) средний слой – содержит перициты, лежащие дискретно (т.е. в определенных участках) в расщеплениях базальной мембраны и являющиеся камбиальными клетками;
- 3) наружный слой – состоит из адвентициальных клеток, тонких коллагеновых или ретикулярных волокон, аморфного вещества.

Классификация капилляров по строению:

1) **соматический тип** (с непрерывным эндотелием и непрерывной базальной мембраной) *Локализация: скелетные мышцы, мозг, легкие и др.*

2) **фенестрированный тип** (с фенестрами в эндотелии и непрерывной базальной мембраной)

*Локализация: эндокринные органы, почки*

3) **порозный тип** (со сквозными отверстиями в эндотелии и базальной мембране)

*Локализация: печень, кроветворные органы*

Строение и функции постакипилляров и венул - см. материалы на сайте

**Артериоловеноулярные анастомозы (АВА)** обеспечивают соединение артериального русла непосредственно с венозным в обход капилляров. Этим обеспечиваются:

- 1) перераспределение крови внутри органов,
- 2) шунтирование крови

*Классификация:*

1) истинные АВА (шунты) – по ним в венозную систему сбрасывается чистая артериальная кровь; подразделяются на две подгруппы:

- простые АВА – в них регуляция кровотока осуществляется гладкими миоцитами средней оболочки артериолы;

- АВА со специальными сократительными структурами в виде валиков или подушек в подэндотелиальном слое, образованными гладкими миоцитами. К этой же группе относятся АВА эпителиоидного типа (простые и сложные). В средней оболочке простых АВА имеются овальные светлые клетки (Е-клетки), похожие на эпителиоциты и способные к набуханию, тем самым регулируя просвет сосуда.

2) атипичные АВА (полушунты) – по ним течет смешанная кровь, т.к. представлены коротким гемокапилляром.

Строение и функции лимфатических сосудов - см. материалы на сайте

## **Сердце**

Источники развития, функции - материалы на сайте

### **Строение стенки сердца**

#### **1. Эндокард**

- эндотелиальный слой (эндотелий на базальной мембране)
- подэндотелиальный слой (РВСТ)
- мышечно-эластический слой (гладкие миоциты, РВСТ)
- наружный соединительнотканый слой (РВСТ, могут быть одиночные кровеносные сосуды)

Дубликатурой эндокарда являются *клапаны* (створчатые и полулунные)

2. **Миокард** (сократительные, секреторные и проводящие кардиомиоциты, РВСТ, жировая ткань, сосуды, нервный аппарат)

3-4. **Эпикард и перикард** (имеют сходный структурный состав: мезотелий, РВСТ, жировая ткань, сосуды, нервный аппарат. Между ними находится *перикардальная полость*)

В сердце имеется также **фиброзный каркас** (фиброзные кольца, треугольники, мембраны). Эти структуры построены из РВСТ (может встречаться хрящевая ткань).

### **Проводящая система сердца (ПСС)**

**Общая функция** – обеспечение автоматического режима сокращения миокарда по принципу «иерархии соподчинения»

#### **Типы кардиомиоцитов ПСС и их функциональное назначение**

1. **Р-клетки** (пейсмекеры, водители ритма первого порядка) → генерация потенциала действия (ПД) с частотой 60-90 имп/мин.

2. **Переходные** (водители ритма второго порядка) → генерация ПД с частотой 40-50 имп/мин

3. **Проводящие** (собственно проводящие, клетки Пуркинье, водители ритма третьего и четвертого порядков):

- малые клетки Пуркинье → генерация ПД с частотой 30-40 имп/мин
- большие клетки Пуркинье → генерация ПД с частотой 20-30 имп/мин

#### **Структурные компоненты ПСС**

1. **Синусно-предсердный узел** - основной водитель ритма сокращений (60-90 имп/мин.) (Р-клетки, переходные клетки, РВСТ, сосуды, капсула, нервный аппарат)

2. **Атрио-вентрикулярный узел** - передача импульса к пучку Гиса, резервный водитель ритма (переходные клетки, Р-клетки, РВСТ, сосуды, капсула, нервный аппарат)

3. **Пучок Гиса** - (малые клетки Пуркинье, РВСТ, сосуды, капсула, нервный аппарат)

4. **Ножки пучка Гиса и их ветвления** (большие клетки Пуркинье)

Ф-ции двух последних - передача импульса к сократительным кардиомиоцитам, резервные водители ритма

5. Диффузные («молчащие») пейсмекеры – не обязательный компонент ПСС - могут не функционировать, вызывают экстрасистолы