

# РЕГИОНАРНЫЙ КРОВОТОК

Малый круг кровообращения

Коронарный кровоток

Кровоснабжение головного мозга

Ликвор

Лимфатическая система

## Распределение органов в зависимости от особенностей кровоснабжения

- А. Кровоток в органе должен точно соответствовать его функциональной активности (*ЦНС, сердце*).
- Б. В покое кровоток с избытком, так как он обеспечивает трофику и функцию. [*Это органы депо крови – в случае необходимости (мышечная работа или кровопотеря) кровоток снижается и часть крови перераспределяется к органам п.№ А*].
- В. При интенсивной функции орган некоторое время может работать «в долг» (*скелетные мышцы*).

# Скелетные мышцы

- В покое через мышцы (30-40% массы тела) проходит 900-1200 мл/мин. из 5 л.
- При выполнении интенсивной нагрузки до 20 л/мин. из 25 л.
- МОК растет за счет увеличения ЧСС и УО.
- Перераспределение кровотока (относительность депо). Меньше крови поступает во внутренние органы и в вены.

# Гемодинамика малого круга кровообращения

- Артерии – эластического типа
- В стенке артериол – мало гладких мышц (*не являются регуляторами кровотока!*)
- Капилляры – диаметр более 8 мкм (*низкое давление – что бы не вызывать отека легких! См. водный обмен в капилляре.*)

Т. е. – ОПС в 6-8 раз ниже, чем в большом круге: *поэтому правый желудочек сокращается слабее (АД 20-24 мм рт.ст.).*

- Функция – *газообмен*
- МОК правого желудочка = МОК левого

# Малый круг кровообращения

- АД:  $P_c$  - 20-24 мм рт.ст.
- $P_d$  – 6-12 мм рт.ст.
- $P_k$  (в капилляре) – 6,5 мм рт.ст.

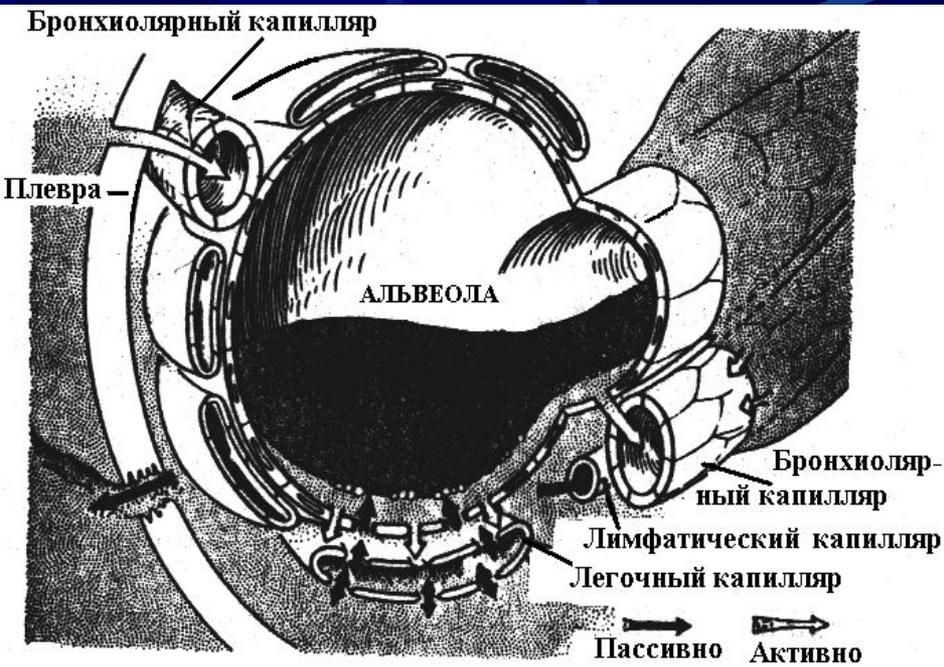


$P_{он}$  - онкотическое давление

$P_{ГТ}$  - гидростатическое д. в тканях

$P_{ГК}$  - гидростатическое д. крови

# Микроциркуляторное русло



- Капилляры малого круга кровообращения - большего диаметра и овальные (низкое давление), а большого круга – круглые.

# Гемодинамика малого круга кровообращения

- Трансмуральное давление:

перепад от вершины к основанию – 5-6 мм.рт.ст.

Неравномерность кровоснабжения: к верхним отделам легких крови поступает меньше, а в нижних больше.

Это приводит к соответствующему участию этих участков в газообмене.

Вдох – кровенаполнение возрастает (присасывающий эффект),

Выдох – кровенаполнение уменьшается.

При одышке кровенаполнение различных частей легких более равномерное.

# ОСОБЕННОСТИ РЕГУЛЯЦИИ

- Менее чувствительные механизмы (*иначе бы реагировали на изменение внутриплеврального давления при дыхании*)
- Рефлекторная регуляция (артерии и вены)
- Участие в перераспределении крови (*депо*)
- Гуморальные (сужение сосудов вызывают – А, НА, серотонин, ангиотензин II)
- (простагландины Е - расширение)

# Мозговой кровоток

## МОРФОЛОГИЯ:

- Артерии (4)
- Микроциркуляторное русло пиальных сосудов
- Гематоэнцефалический барьер
- Вены (жесткие стенки)

# Мозговой кровоток

- Особенности ФУНКЦИЙ
- МОК (постоянная) 13% ОЦК (*исключение при эпилептическом припадке – резко возрастает в связи с нарушением регуляции*)
- Гематоэнцефалический барьер
- Пиальные сосуды обеспечивают перераспределение кровотока

# Мозговой кровоток

- Особенности РЕГУЛЯЦИИ
- Регуляция на входе (З – «рубежа»):
  - каротидный синус;
  - сосуды вилизиева круга, пиальные;
  - микроциркуляторное русло.

## Мозговой кровоток

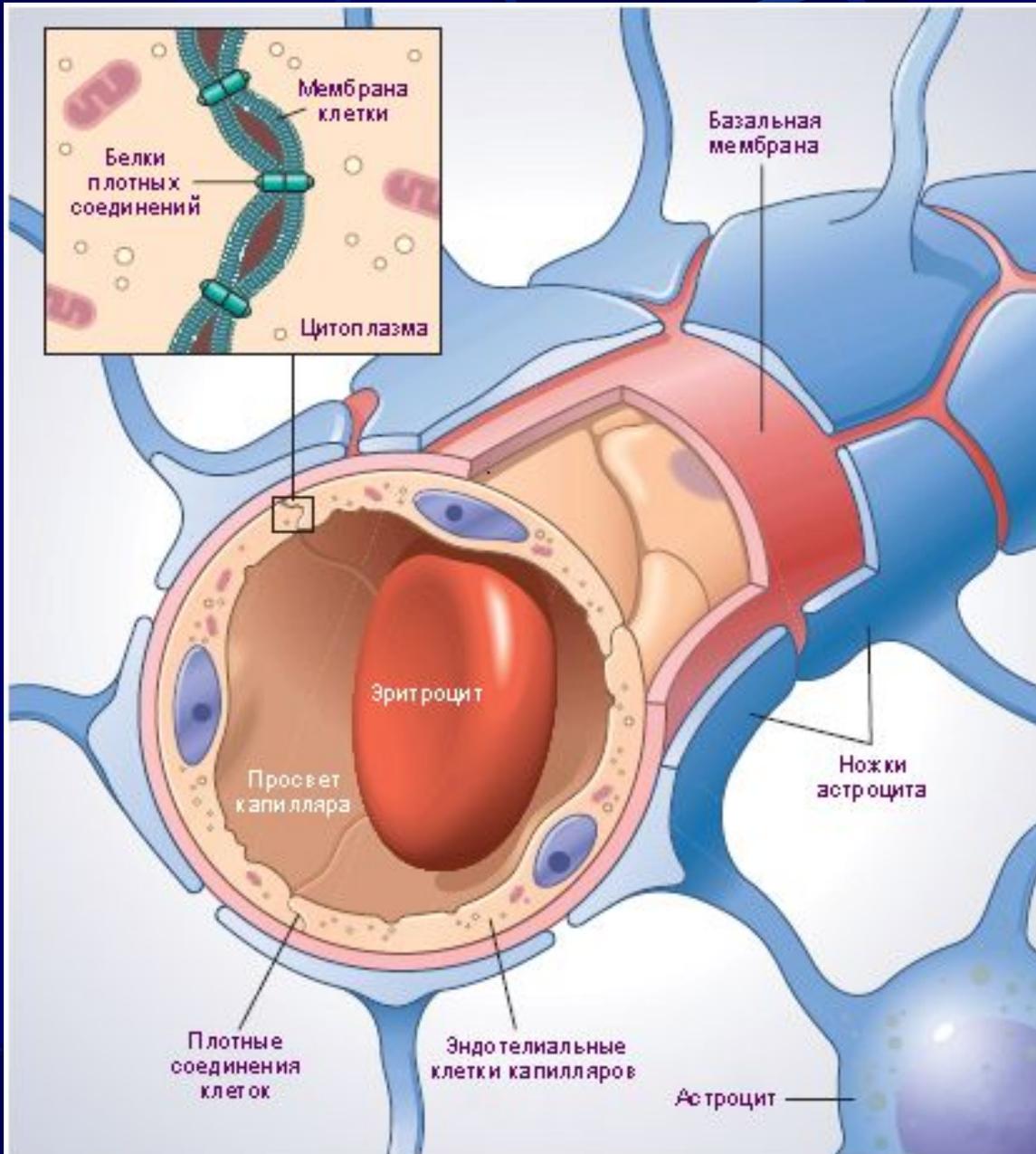
- Регуляция: 3 «этажа» (контура) регуляции
- Метаболические механизмы,
- Нервно-рефлекторный:  
(хемо- и барорецепторы),
- гуморальный (метаболиты нейронной активности - *аденозин,  $K^+$ ,  $Ca^{++}$ , pH,  $CO_2$* )

## Три «этажа» регуляции

- Уровень каротидного синуса (АД и рН)
- Уровень вилизиева круга
- Пиальные сосуды (перераспределение крови к активным зонам мозга)

# Гемато-энцефалический барьер

- Снижается проницаемость капиллярного русла. Тем самым поддерживается некоторая автономия окружающей нейроны среды.



# Ликвор

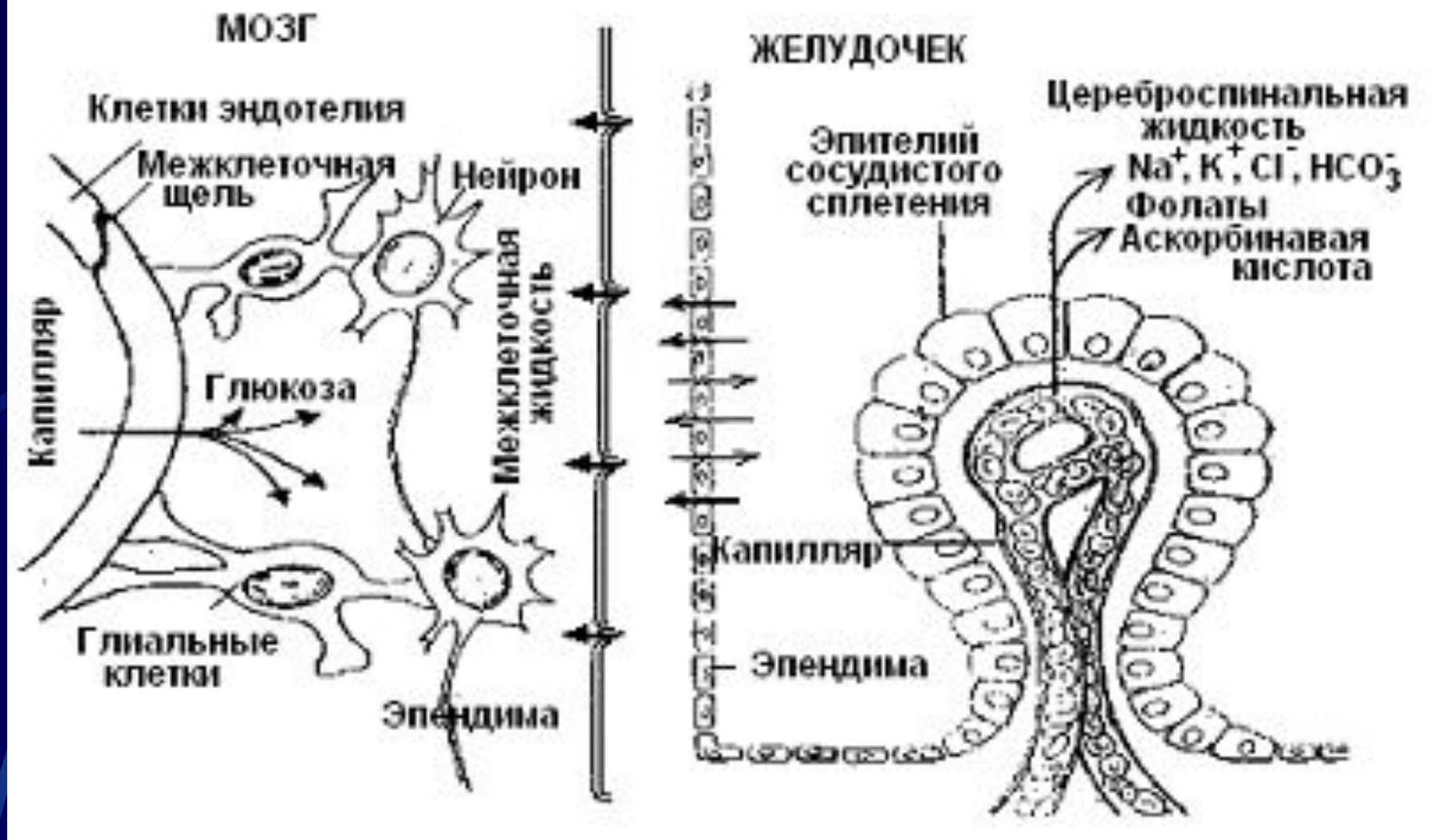
- **Образование внутренней среды мозга.**
- Ликвор выполняет функцию *гидравлического амортизатора*, предотвращающего травмирование мозга и облегчающего его вес.
- Кроме того, обмениваясь с межклеточной жидкостью, он поддерживает осмотический состав мозга, поставляет ряд питательных веществ, уносит отходы метаболизма.
- Сосудистое сплетение желудочков, синтезируя СМЖ, выполняет функцию *выделения*, то есть играет как бы роль почек для мозга.
- Скорость секреции СМЖ такова, что она полностью обновляется через 3-4 часа.

# Ликвор

- В желудочках находится 30-40 мл, а в подпаутинном пространстве 100-120 мл прозрачного, бесцветного ликвора.
- По мере образования новые порции СМЖ оттесняют прежнюю из мозговых желудочков вначале в спинномозговой канал, а затем и в субарахноидальное пространство. Через арахноидальные ворсинки в верхнем синусе ликвор изливается в кровь.
- Давление ликвора 65-195 мм вод. ст.

В среднем около 130 мм вод. ст.

Клапан открывается при превышении давления на 20 мм вод. ст. (1,5 мм рт.ст.).



- **Анатомической основой сосудистых сплетений являются листовидные отростки, в которых имеются мелкая артерия и капилляры. Отростки окружены однослойными, плотно контактирующими эпителиальными клетками. Практически все обменные процессы совершаются через сами эпителиальные**

# Образование ликвора

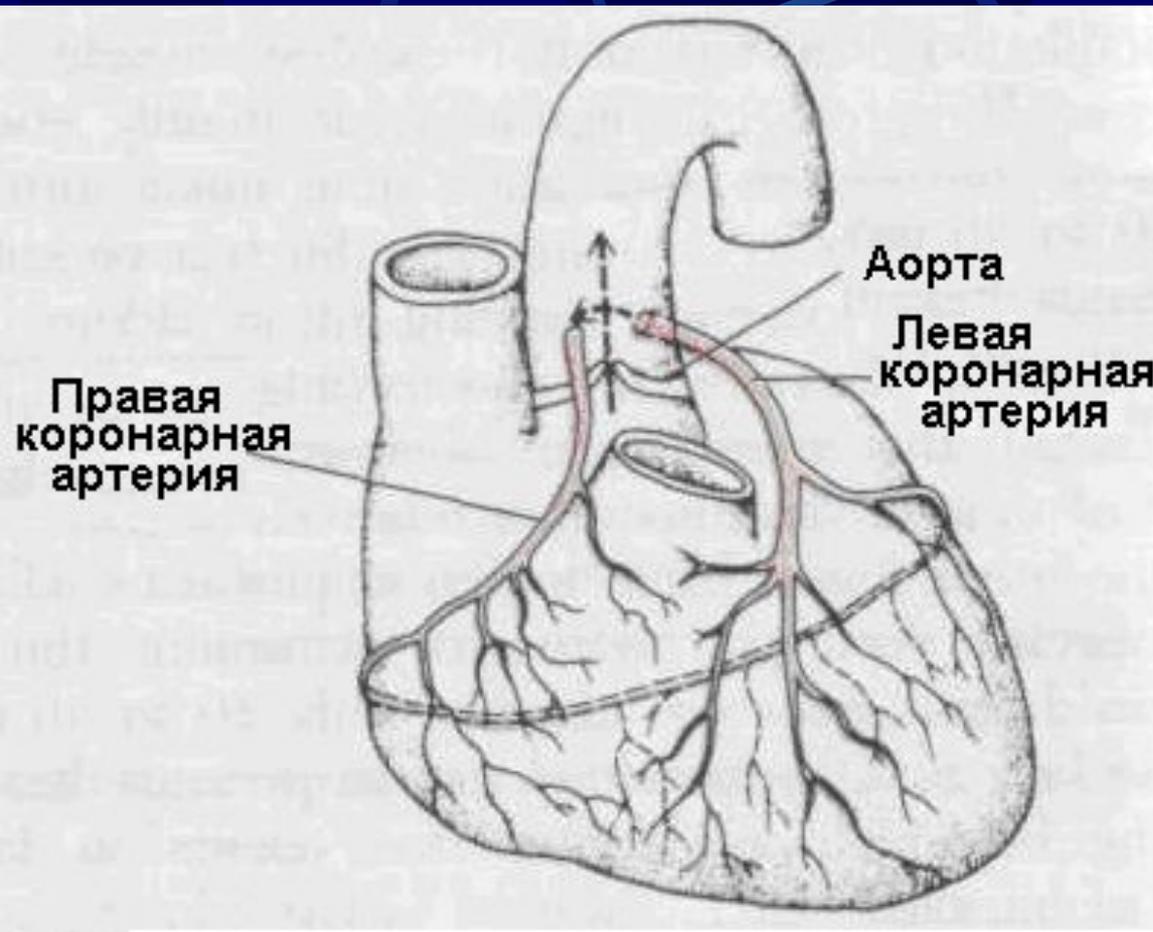
- Активная секреция многих соединений.
- Пассивная фильтрация плазмы крови.

Вначале вода поступает по осмотическому градиенту вслед за ионами внутрь эпителиальных клеток. На апикальной мембране клеток  $\text{Na}^+$  активно с помощью  $\text{Na,K}$  помпы откачивается в СМЖ. По электрохимическому градиенту вслед за  $\text{Na}^+$  поступают  $\text{Cl}^-$  и бикарбонаты. Бикарбонаты в клетке образуются из  $\text{H}^+$  и  $\text{CO}_2$ .

В СМЖ многие ионы, такие как  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ , находятся на постоянном уровне. Это свидетельствует о том, что здесь содержание этих ионов регулируется.

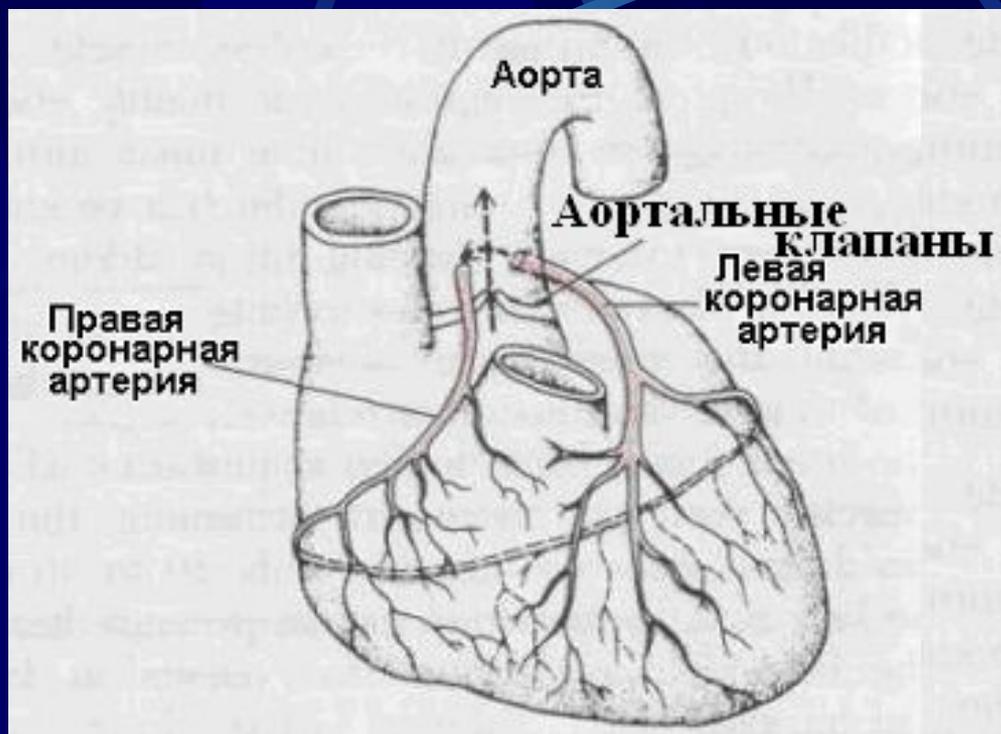
Через гематоэнцефалический барьер из кровеносных капилляров в ликвор большинство соединений поступают селективно (избирательно). Легче всего поступают те вещества, которые мозг использует весьма активно: глюкоза, лактат, аминокислоты, рибонуклеазы, ряд витаминов. Для этого в эндотелии сосудов существуют специализированные переносчики.

# Коронарный кровоток



- Артерии
- Микроциркуляторное русло
- Вены

# Влияние фаз сердечного цикла на коронарный кровоток



В систолу кровь не может поступать в артерии, так как сокращение сердца пережимает их (поэтому артерии проходят снаружи). В период систолы желудочка устья коронарных артерий прикрываются открывающимися аортальными клапанами.

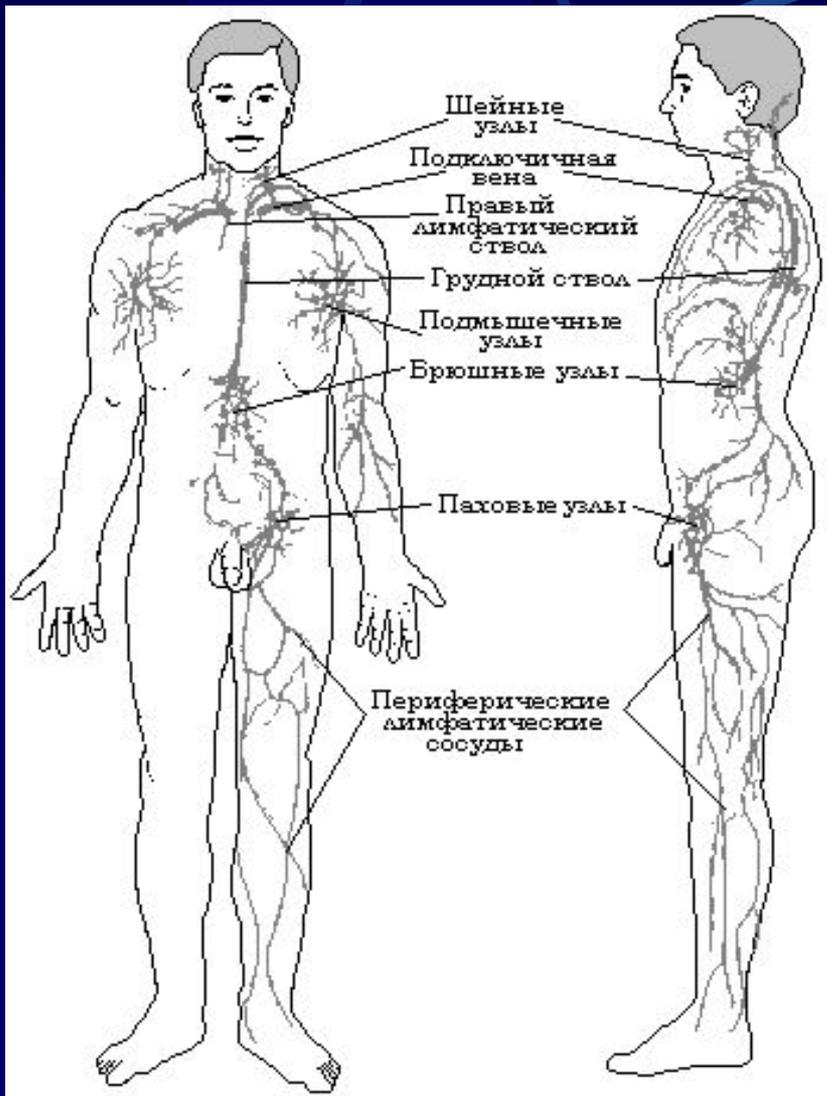
# Коронарный кровоток

- 5% МОК (*ПОСТОЯННО!*)
- В покое около 250 мл/мин
- При интенсивной физической нагрузке, когда МОК возрастает до 25 л/мин – 1250 мл/мин.

# Регуляция коронарного кровотока

- Иннервация – симпатические и парасимпатические нервы
- В сосудах имеются альфа и  $\beta$ -адренорецепторы
- Модуляция чувствительности рецепторов
- Гуморальная регуляция (метаболиты и т. д.)
- При интенсивной работе под влиянием местных метаболитов, когда МОК растет под влиянием симпатической стимуляции, снижается чувствительность к НА и А альфа-адренорецепторов (растет чувствительность  $\beta$ - и сосуды расширяются).

# Лимфатическая система



- Участвует в:
  - резорбции воды и метаболитов из органов и тканей;
  - абсорбции жидкости из серозных и синовиальных полостей;
  - всасывании жиров и других веществ в кишечнике;
  - образовании и переносе лимфоцитов;
  - защитной функции.

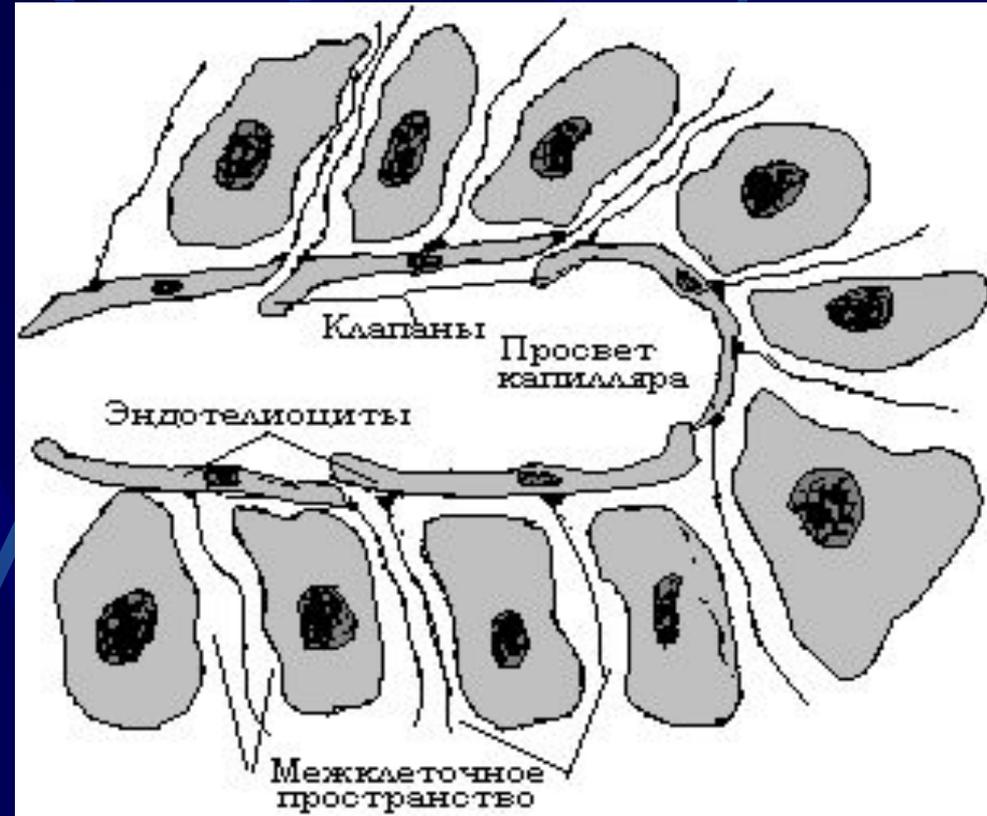
# Лимфа

- Основой образования лимфы являются те 2 л воды плазмы крови, которые, фильтруясь в тканях, не реабсорбируются кровеносными капиллярами. В зависимости от функционального состояния органа количество образующейся воды, а значит и лимфы может изменяться. При росте фильтрационного давления в кровеносных капиллярах лимфообразование повышается. Увеличение осмотического давления тканевой жидкости и самой лимфы при поступлении значительного количества продуктов диссимиляции так же ускоряет лимфообразование.

# Лимфатические капилляры

В лимфе нет эритроцитов, но есть небольшое количество нейтрофилов, поступающих из тканей, а также лимфоцитов, образующихся в лимфатических узлах.

Состав лимфы, оттекающей от органов, различается в зависимости от особенностей обмена веществ и функциональной активности его. Так, оттекающая от печени лимфа содержит больше белков, а от эндокринных



- **Резорбционная функция лимфы** заключается во всасывании из тканей и органов белков и их метаболитов, липидов, клеток и их фрагментов, инородных частиц и т.п. Высокая проницаемость лимфатических капилляров (щели пропускают частицы до 100 нм, а иногда и более) обеспечивают освобождение тканей от крупных метаболитов, микроорганизмов, чужеродных частиц.
- В тесном взаимодействии с указанной находится **барьерная функция лимфатических узлов**, а также лимфоидных элементов, расположенных в большом количестве в слизистых оболочках кишечника.
- **Абсорбционная функция** связана с поступлением воды в лимфатические сосуды в силу разности онкотического давления, что особенно проявляется при “откачивании” жидкости из серозных и синовиальных полостей.
- В лимфатические капилляры поступает часть жира, а также других переваренных веществ в ворсинках кишечника. Тем самым лимфатическая система

# Механизмы лимфотока

- Сам процесс образования лимфы способствует ее проталкиванию, так как она находится в замкнутой системе лимфатических сосудов.
- Периодические сокращения *гладкомышечных элементов* стенок лимфатических сосудов. В минуту проходит до 8-10 волн таких сокращений. Эти сокращения усиливаются под влиянием импульсов, поступающих по симпатическим нервам.

# Механизмы лимфотока - 2

- К дополнительным факторам, способствующим лимфотоку, относятся: сокращение скелетных мышц, сгибание суставов, а также пульсация близлежащих кровеносных сосудов. Односторонний ток лимфы обусловлен наличием клапанов в лимфатических сосудах.
- Передвижение лимфы по коллекторам, находящимся в грудной полости, во многом обеспечивается присасывающим действием отрицательного давления в грудной полости и дыхательными движениями.