

СПбГБПОУ «Фельдшерский колледж»

УП ОП 03. Анатомия и физиология  
человека

# Внутренние среды организма. Кровь.

Разработчик: к.б.н. Иовлева Н.Н.

2021

г.

# Цель и задачи лекции

**Цель:** ознакомиться с особенностями строения и функций внутренних сред организма.

**Задачи** – рассмотреть следующие вопросы:

- Гомеостаз и гомеостатические механизмы
- Кровь, лимфа и межтканевая жидкость как внутренние среды
- Форменные элементы крови и лимфы
- Белки плазмы крови
- Системы гемостаза
- Группы крови и правила переливания крови

# Гомеостаз

**Гомеостаз** – постоянство параметров внутренней среды организма.

## **Важнейшие показатели:**

- Ионный и молекулярный состав внутренних сред - концентрация  $O_2$  и  $CO_2$ , ионов  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Cl^-$ , белков, глюкозы и т.д.
- Кислотно-щелочной баланс (pH)
- Температура
- Артериальное давление

# Механизмы поддержания гомеостаза

- Гуморальные (эндокринные)
- Нервные (вегетативная нервная система)
- Пищеварительные
- Выделительные
- Барьерные
- Иммунные

# Внутренние среды организма

- **Кровь и лимфа** имеют сходный состав плазмы, но различаются по форменным элементам и концентрации белков и неорганических ионов.
- **Межтканевая жидкость** – мало белков и много ионов  $\text{Na}^+$
- **Внутриклеточная среда** – много белков и ионов  $\text{K}^+$  (состав белков зависит от функций клетки)

**Разница осмотического и онкотического давления обеспечивает обмен веществ между средами организма**

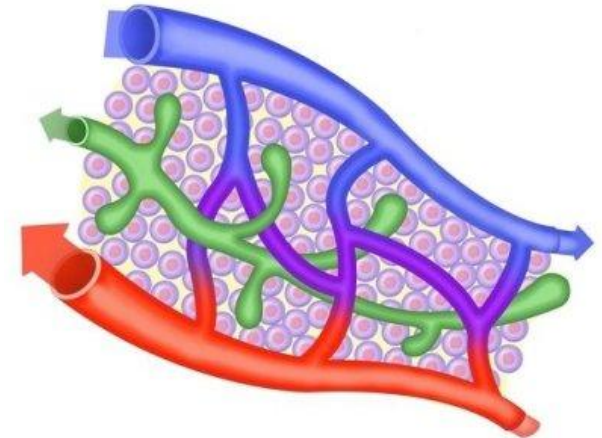
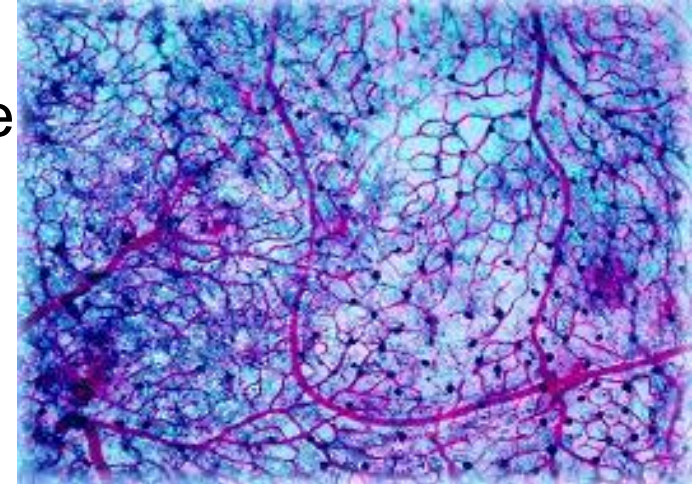
# Микроциркуляторное русло

## Лимфатическая часть:

- Лимфатические капилляры (слепые трубки)
- Лимфатические посткапилляры

## Кровеносная часть

- Артериолы
- Прекапиллярные артериолы
- Кровеносные капилляры
- Посткапиллярные венулы
- Венулы



**Микроциркуляторное русло –  
главная зона всех обменных  
реакций организма!**

# Нарушения обменных процессов

- **между внутренними средами**  
Нарушение осмотического давления (ионы  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Cl^-$  и др.) - отеки, обезвоживание, нарушение транспорта через клеточные мембраны.
- **Нарушение онкотического давления** (белки плазмы крови, функции печени) - отеки, плазморрагия, геморрагия.
- **Гипоксия** - недостаток кислорода приводит к снижению синтеза АТФ, страдают все функции клеток и тканей.
- **Гиперкапния** – повышенное содержание  $CO_2$ , ацидоз, нарушение ферментативных функций.

# Состав крови

**1. Форменные элементы (45%):** эритроциты, тромбоциты, лейкоциты (нейтрофилы, базофилы, эозинофилы, Т- и В- лимфоциты, моноциты)

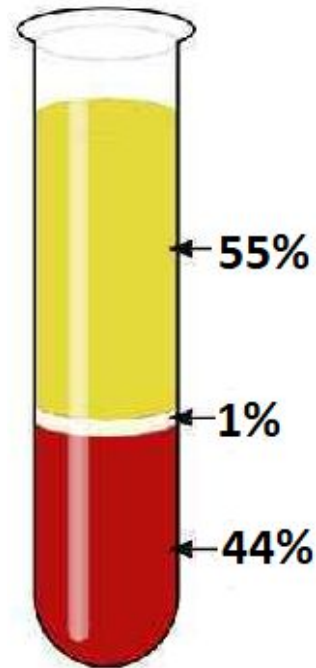
## Функции:

- Обеспечивают транспорт кислорода (эритроциты)
- Обеспечивают гемостаз (тромбоциты)
- Обеспечивает иммунные реакции (лейкоциты)

**2. Плазма (55%):** вода – 90%; 7-8% белка; 1% органические молекулы (глюкоза, аминокислоты и др.); 0,9% неорганические компоненты ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ , мочевины и др.)

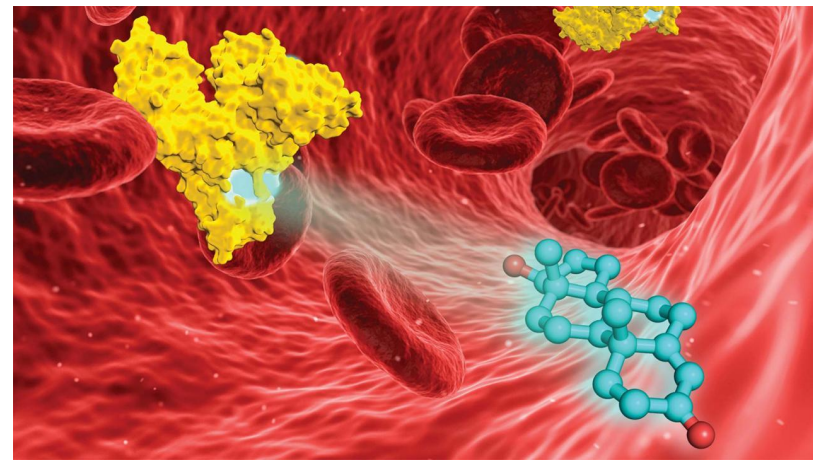
## Функции:

- Обеспечивает постоянство объема внутрисосудистой жидкости
- Обеспечивает поддержание кислотно-щелочного равновесия
- Обеспечивает транспорт питательных веществ и продуктов метаболизма
- Обеспечивает иммунные реакции (гуморальный иммунитет)





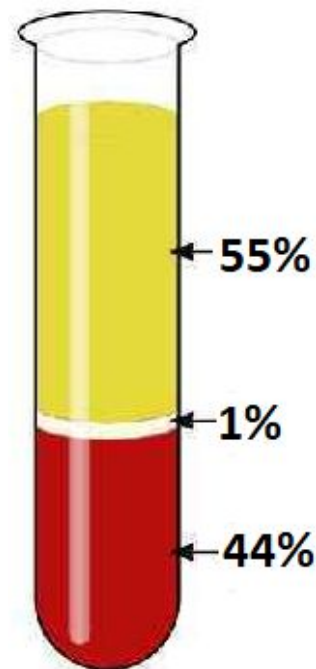
# Белки плазмы крови



- 1. Альбумины (60% белков плазмы)** – транспортные белки, переносят питательные вещества и продукты метаболизма, обеспечивают онкотическое давление плазмы крови.
- 2. Глобулины**
  - **Иммуноглобулины (альфа1, альфа2, бета2 и гамма-глобулины)** – обеспечивают иммунные функции
  - **Белки системы комплемента (более 20 белков: C1, C2....C9 и др.)** – обеспечивают иммунные функции
  - **Белки системы гемостаза ( более 20 белков: фибриноген, протромбин, антитромбин и др. – обеспечивают свертывание крови и растворение тромбов.**
  - **Ферменты** – катализаторы химических реакций

# Форменные элементы крови

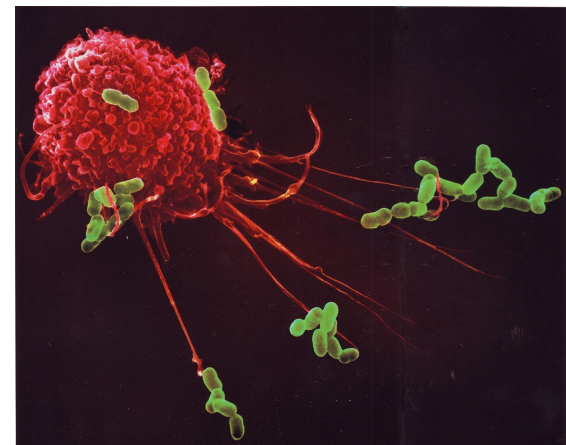
- **Эритроциты (красные клетки крови)** – двояковогнутые диски, лишены ядра и митохондрий, содержат гемоглобин, переносят кислород и углекислый газ.
- **Тромбоциты (кровяные пластинки)** – безъядерные, обеспечивают свертывание крови, выделяют факторы роста.
- **Лейкоциты (белые клетки крови)** – содержат ядро, подвижны, могут покидать кровеносное русло. Основная функция – фагоцитоз и обеспечение других иммунных реакций.



# Виды лейкоцитов

- 1. Гранулоциты (зернистые, полиморфноядерные), окрашиваются разными красителями.**
  - **Нейтрофилы (55-70%):** окрашиваются нейтральным красителем, проявляется зернистость фиолетового цвета - фагоциты.
  - **Базофилы (0,5-1%):** окрашиваются основным красителем, проявляется зернистость синего цвета - выделяют гистамин и гепарин, обеспечивают воспалительные и аллергические реакции.
  - **Эозинофилы (1-5%):** окрашиваются кислым красителем, проявляется зернистость красного цвета - разрушают гистамин, маркеры аллергических и аутоиммунных реакций.
- 2. Агранулоциты (незернистые)**
  - **T- и B-лимфоциты (25-30%)** – специфический иммунитет
  - **Моноциты (6-8%)** – макрофаги

# Функции лейкоцитов



- **Нейтрофилы** – фагоцитоз микроорганизмов и инородных частиц.
- **Базофилы** – выделяют медиаторы воспаления (гистамин и др.), обеспечивают миграцию других лейкоцитов в ткани, аллергические реакции.
- **Эозинофилы** – фагоцитируют медиаторы воспаления и аллергены, снижают воспалительные и аллергические реакции.
- **Лимфоциты (Т- и В-лимфоциты)** – обеспечивают **специфический иммунитет**: распознают, уничтожают и запоминают чужеродные агенты.
- **Моноциты** – макрофаги, фагоцитируют чужеродные и собственные поврежденные клетки.

# Форменные элементы крови



эритроцит



моноцит



эозинофил



тромбоцит



лимфоцит



нейтрофил



базофил

**Для подготовки к экзамену:** назовите особенности строения и функций форменных элементов крови.

# Важнейшие показатели крови

- **Цветовой показатель** – отражает степень насыщения эритроцитов гемоглобином.
- **СОЭ (скорость оседания эритроцитов)** – отражает соотношение фракций белков плазмы, неспецифический индикатор патологических состояний.
- **СРБ (С-реактивный белок)** – показатель воспаления
- **Гематокрит** – отношение объема форменных элементов крови к объему плазмы, индикатор патологических состояний (анемии, лейкозы, гипергидратация, обезвоживание, гиперпротеинемия и др.)

# Общий (клинический) анализ крови

|                     | 1 месяц                  | 1 год                    | 1-6 лет                  | 7-12 лет                 | 13-15 лет                | Женщины                         | Мужчины                |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|------------------------|
| Гемоглобин          | 115-175 Г/л              | 110-135 Г/л              | 110-140 Г/л              | 110-145 Г/л              | 115-150 Г/л              | 120-140 Г/л                     | 130-160 Г/л            |
| Эритроциты          | $3,8-5,6 \times 10^{12}$ | $3,6-4,9 \times 10^{12}$ | $3,5-4,5 \times 10^{12}$ | $3,5-4,7 \times 10^{12}$ | $3,6-5,1 \times 10^{12}$ | $3,7 \times 4,7 \times 10^{12}$ | $4-5,1 \times 10^{12}$ |
| Цветовой показатель | 0,85-1,15                | 0,85-1,15                | 0,85-1,15                | 0,85-1,15                | 0,85-1,15                | 0,85-1,15                       | 0,85-1,15              |
| Ретикулоциты        | 3-15%                    | 3-15%                    | 3-12%                    | 3-12%                    | 2-11%                    | 0,2-1,2%                        | 0,2-1,2%               |
| Тромбоциты          | $180-400 \times 10^9$    | $180-400 \times 10^9$    | $160-390 \times 10^9$    | $160-380 \times 10^9$    | $160-360 \times 10^9$    | $180-320 \times 10^9$           | $180-320 \times 10^9$  |
| СОЭ                 | 4-8 мм/ч                 | 4-12 мм/ч                | 4-12 мм/ч                | 4-12 мм/ч                | 4-15 мм/ч                | 2-15 мм/ч                       | 1-10 мм/ч              |
| Лейкоциты           | $6,5-13,8 \times 10^9$   | $6-12 \times 10^9$       | $5-12 \times 10^9$       | $4,5-10 \times 10^9$     | $4,3-9,5 \times 10^9$    | $4-9 \times 10^9$               | $4-9 \times 10^9$      |
| Палочко-ядерные     | 0,5-4%                   | 0,5-4%                   | 0,5-5%                   | 0,5-5%                   | 0,5-6%                   | 1-6%                            | 1-6%                   |
| Сегментоядерные     | 15-45%                   | 15-45%                   | 25-60%                   | 35-65%                   | 40-65%                   | 47-72%                          | 47-72%                 |
| Зозигофилы          | 0,5-7%                   | 0,5-7%                   | 3,5-7%                   | 0,5-7%                   | 0,5-5%                   | 0-5%                            | 0-5%                   |
| Базофилы            | 0-1%                     | 0-1%                     | 0-1%                     | 0-1%                     | 0-1%                     | 0-1%                            | 0-1%                   |
| Лимфоциты           | 40-76%                   | 38-72%                   | 26-60%                   | 24-54%                   | 25-50%                   | 18-40%                          | 18-40%                 |
| Моноциты            | 2-12%                    | 2-12%                    | 2-10%                    | 2-10%                    | 2-10%                    | 2-9%                            | 2-9%                   |

# Оценка количества форменных элементов крови

## Повышение общего количества

- Эритроцитоз
- Тромбоцитоз
- Лейкоцитоз

## Снижение общего количества

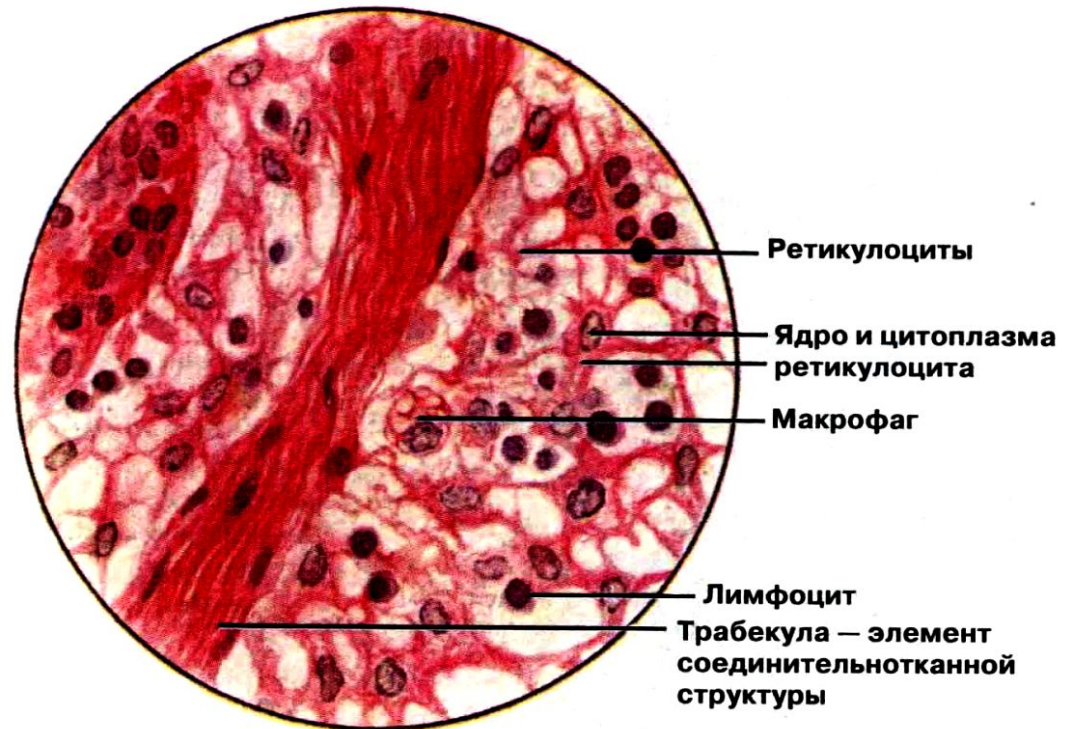
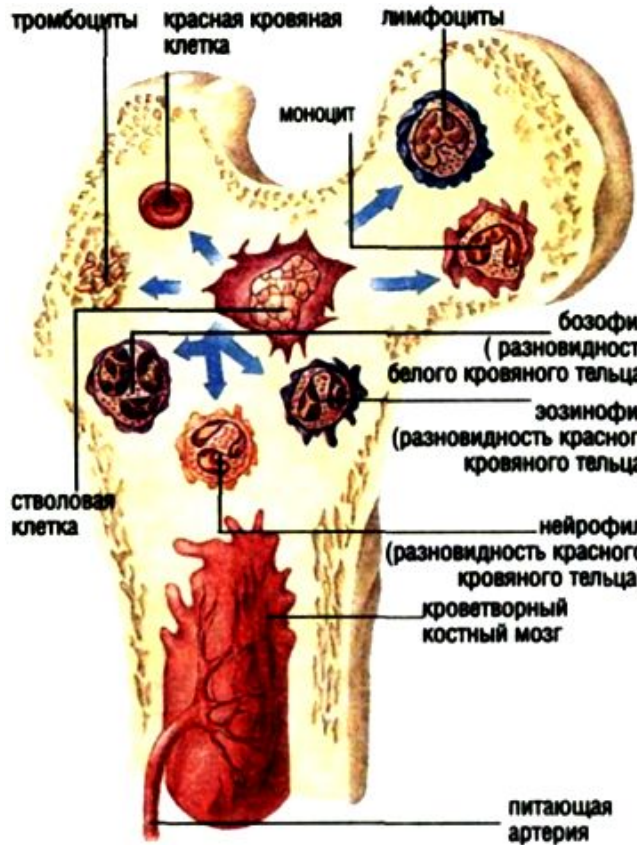
- Эритропения
- Тромбопения
- Лейкопения



# Кроветворные ткани

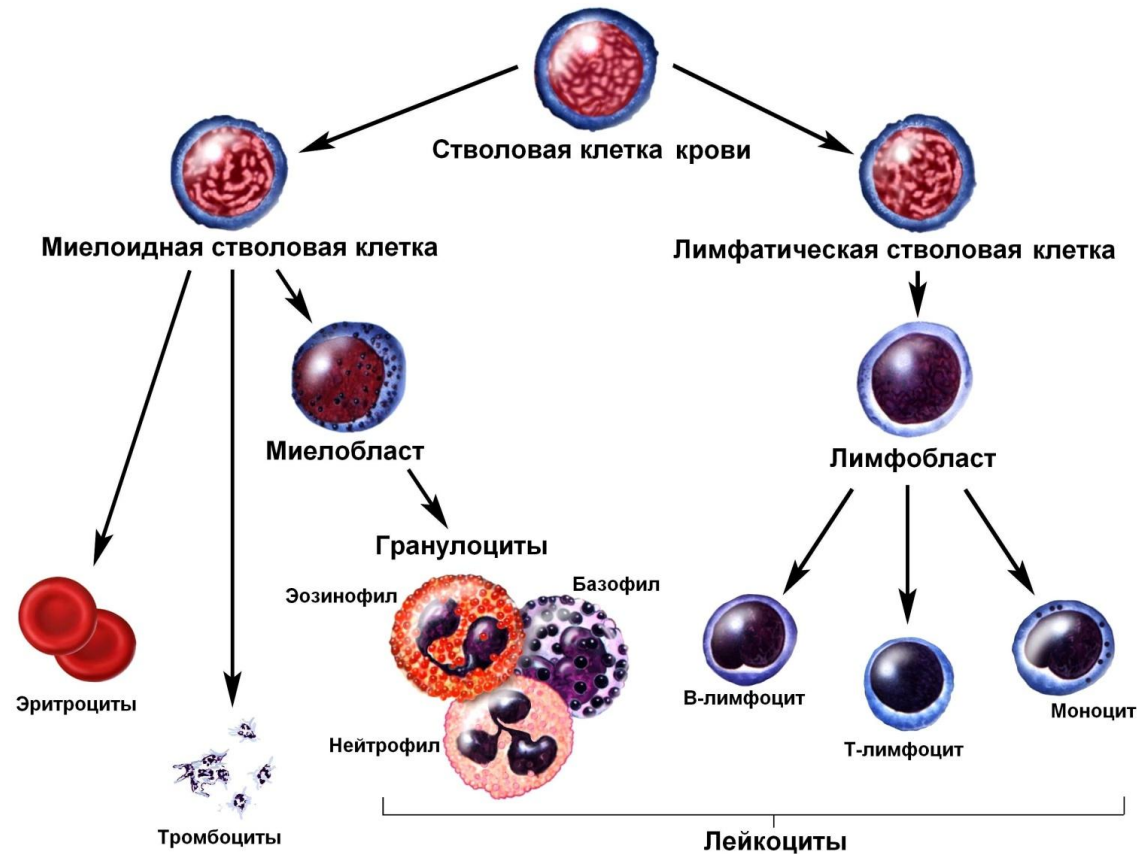
- **Миелоидная ткань** – ретикулярная ткань (разновидность соединительной ткани, составляет основу кроветворных органов), с развивающимися клетками миелоидного (эритроциты, тромбоциты, гранулярные лейкоциты) и лимфоидного (агранулярные лейкоциты) ряда. Образует красный костный мозг, расположенный в ячейках костной ткани.
- **Лимфоидная ткань** – ретикулярная или ретикулоэпителиальная ткань с развивающимися клетками лимфоидного ряда. Расположена в тимусе, селезенке, лимфатических узлах и лимфоидных образованиях.

# Ретикулярная ткань красного костного мозга



# Гемопоэз

- Стволовая клетка миелоидного ряда дает начало эритроцитарному, тромбоцитарному и гранулоцитарному росткам.
- Лимфоциты и моноциты происходят от стволовой клетки лимфоидного ряда.



При дефектах миелоидных стволовых клеток будет нарушаться производство клеток во всех ростках этого ряда. Поражение миелоидного ряда лежит в основе патогенеза лейкозов.

# Созревание клеток крови

## Развитие эритроцитов



## Развитие эозинофилов



## Развитие нейтрофилов



## Развитие базофилов



# Виды анемий

**Анемия (малокровие)** – снижение концентрации гемоглобина в крови.

1. **Железодефицитная анемия** - нарушение синтеза гемоглобина, вследствие дефицита железа.
2. **Апластическая анемия** – снижение количества эритроцитов, связанное с нарушениями гемопоэза в кроветворных тканях.
3. **Гемолитическая анемия** - связана с разрушением эритроцитов, в результате инфекций, отравления.
4. **Постгеморрагическая (геморрагическая) анемия**- вследствие кровопотери при наружных или внутренних кровотечениях.

# Гемостаз

**Гемостаз** – совокупность физиологических процессов, обеспечивающих сохранение жидкого состояния крови, остановку кровотечений при повреждении сосудов и растворение тромбов, выполнивших свою функцию.

## **Системы гемостаза:**

1. Сосудисто-тромбоцитарные реакции
2. Коагуляционные механизмы - свертывание крови
3. Антикоагуляционные механизмы – противодействуют свертыванию крови
4. Фибринолитические механизмы - растворение тромбов

# Белковые системы гемостаза

- **Белки системы свертывания крови (коагулянты)** – около 20 белков плазмы крови, обеспечивают каскад реакций, который приводит к свертыванию крови и образованию тромба.
- **Важнейшие коагулянты:** протромбин и фибриноген присутствуют в плазме крови в неактивном состоянии. При активации протромбин преобразуется в тромбин, фибриноген – в фибрин.
- **Важнейшие белки противосвертывающей системы (антикоагулянты)** - гепарин, антитромбин, антитромбопластин.

**Большинство белков плазмы крови синтезируются в печени!**

# Свертывание крови

## 1 этап, сосудисто-тромбоцитарный:

- при повреждении стенок сосуда в кровоток поступают **сигнальные молекулы и тромбопластин**, это вызывает спазм сосудов и активацию тромбоцитов. Тромбоциты прилипают к поврежденной поверхности сосуда. **Формируется «белый» (тромбоцитарный) тромб.**

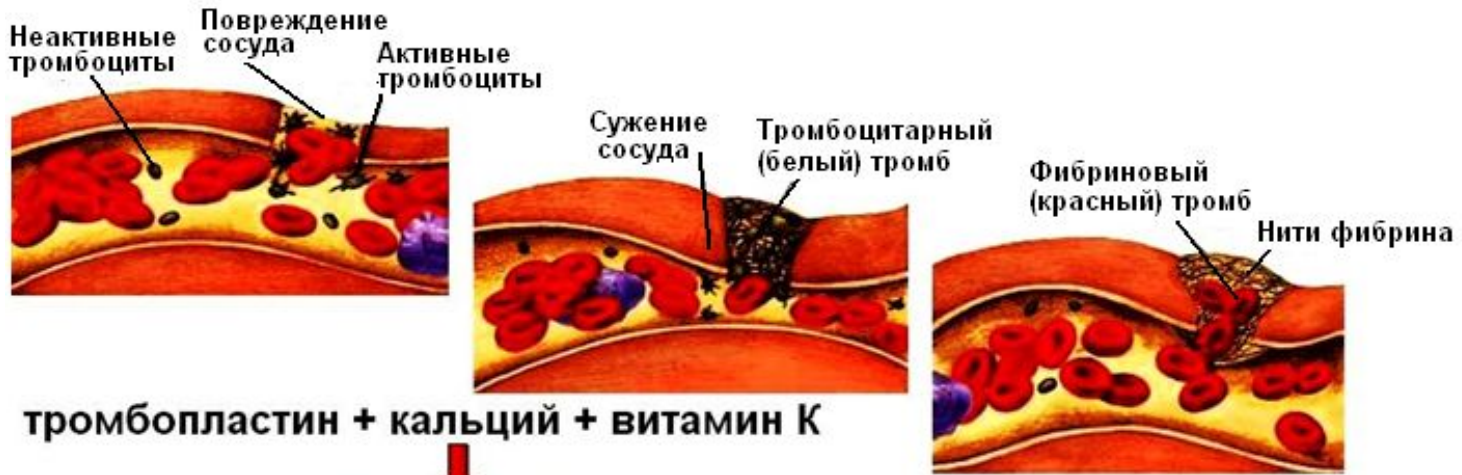
## 2 этап, коагуляционный:

- взаимодействие **тромбопластина и протромбина**, образуется **тромбин**.
- взаимодействие **тромбина и фибриногена**, образование нерастворимых нитей **фибрина**. **Формируется «красный» тромб** (содержит эритроциты и другие клетки крови).

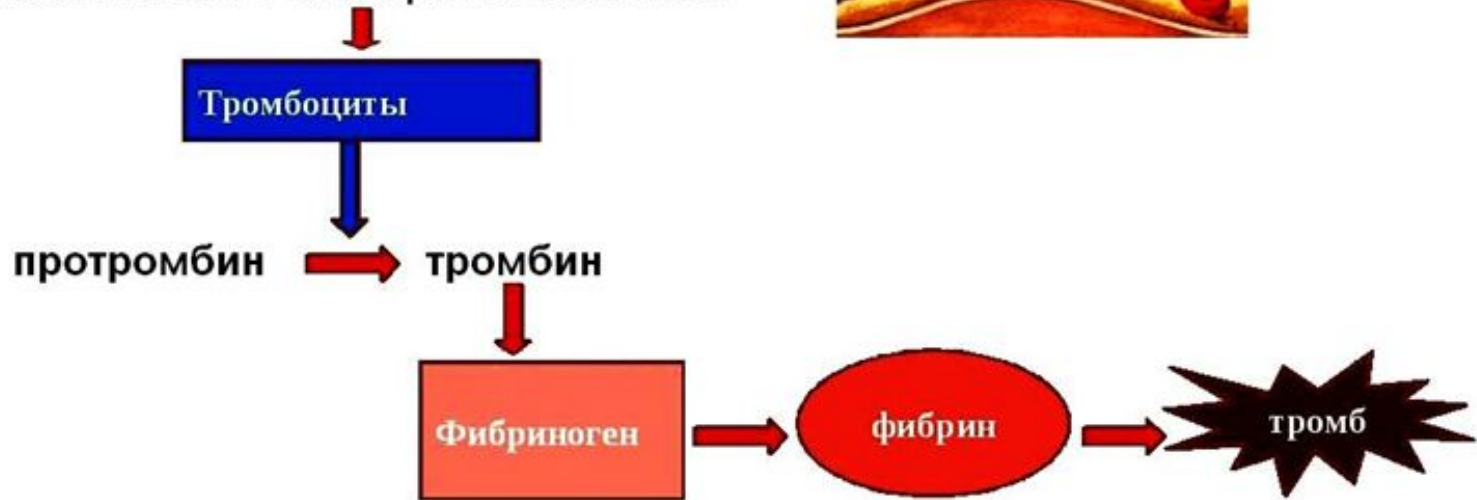
**Для свертывания крови необходимо присутствие витамина К и ионов  $\text{Ca}^{2+}$ !**



# Этапы свертывания крови

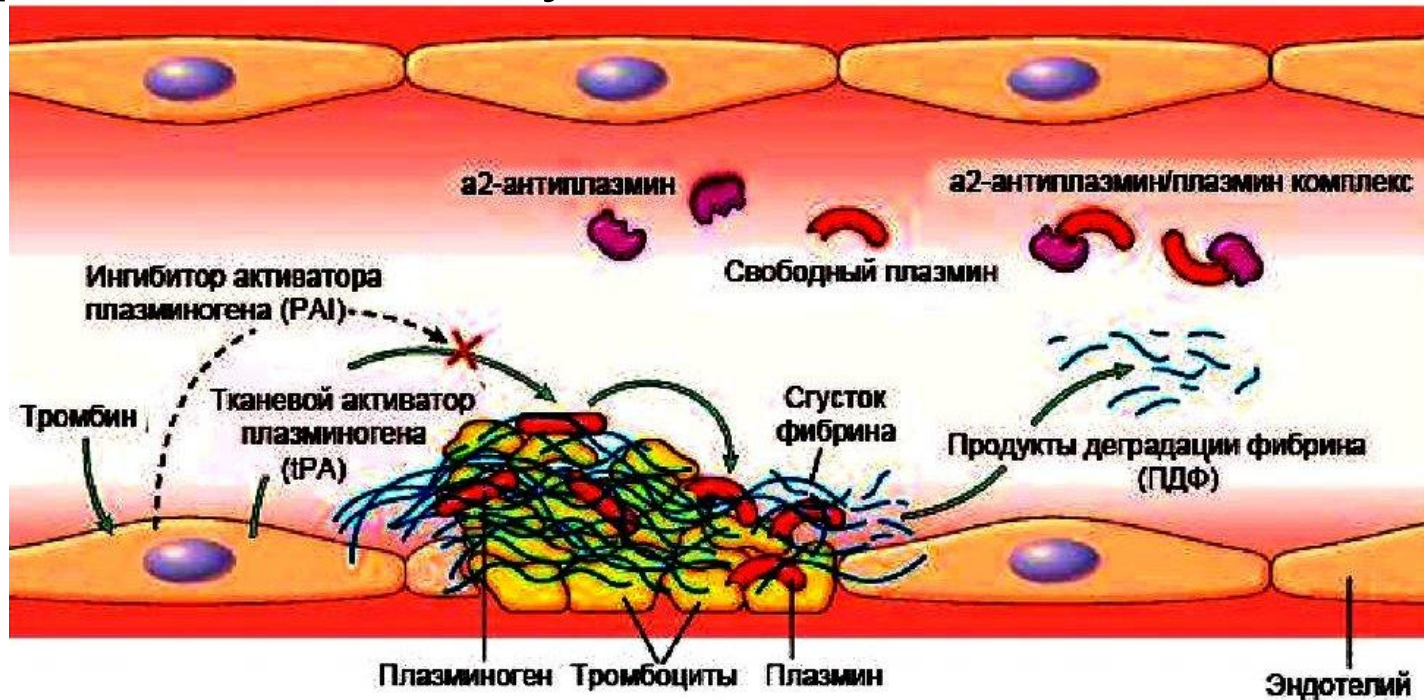


тромбопластин + кальций + витамин К

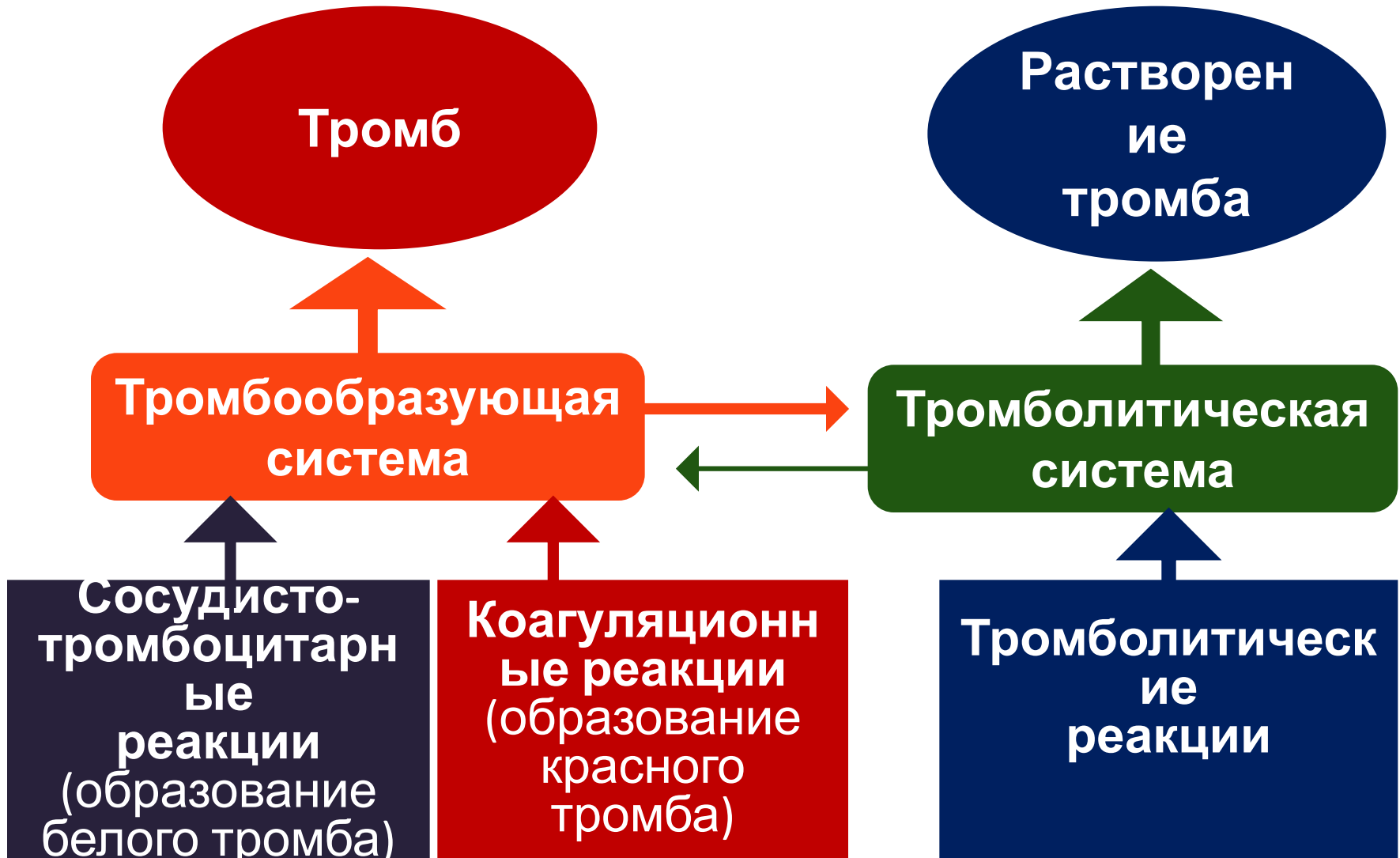


# Фибринолиз

**Фибринолиз** – совокупность процессов, обеспечивающих растворения тромба после репарации стенки сосуда.



# Баланс систем гемостаза



# Нарушения систем гемостаза

**1. Гипокоагуляция** - снижение свертываемости крови, характерны спонтанные кровотечения.

- Тромбоцитопения
- Тромбоцитопатия
- Вазопатия
- коагулопатия

**2. Гиперкоагуляция** - повышение свертываемости крови, характерно образование сгустков крови в сосудах.

**Осложнения нарушения баланса систем гемостаза:**








- Тромбоз
- ДВС-синдром - диссеминированное внутрисосудистое свертывание, тромбгеморрагический синдром.

# Реакция агглютинации и группы крови

- **Реакция агглютинации** – склеивание эритроцитов, возникает при переливании крови несовместимой группы, так как происходит реакция «антиген-антитело» .
- **Агглютиногены** - гликолипиды, рецепторы (антигены) на мембранах эритроцитов.
- **Агглютинины** – антитела из фракции гамма-глобулинов, содержатся в плазме

**Группы крови различаются по наличию агглютиногенов на мембранах эритроцитов и агглютининов в плазме крови.**

## Группы крови системы АВ0

| Группы крови                   | I<br>(0)   | II<br>(A)   | III<br>(B)   | IV<br>(AB)  |
|--------------------------------|--|---|--|---|
| Агглютиногены<br>в эритроцитах |   |   |   |  |
| Агглютинины<br>в плазме        |  |  |  |   |

# Группы крови в системе АВ0

| Группы крови | Агглютиногены на эритроцитах | Агглютинины в сыворотке крови |
|--------------|------------------------------|-------------------------------|
| O (I)        | Нет                          | ab                            |
| A (II)       | A                            | bb                            |
| B (III)      | B                            | aa                            |
| AB (IV)      | AB                           | Нет                           |

**Большая «А» не должна встречаться с маленькой «а»**

**Большая «В» не должна встречаться с**

# Совместимость групп крови

| Группы крови | 0 (I)<br>ab | A (II)<br>b | B (III)<br>a | AB (IV)<br>0 |
|--------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| 0 (I)        | +           | -           | -            | -            |
| A (II)       | +           | +           | -            | -            |
| B (III)      | +           | -           | +            | -            |
| AB (IV)      | +           | +           | +            | +            |



# Совместимость групп крови

**Гемотрансфузионный шок** – возникает при переливании крови несовместимой группы, происходит массивный гемолиз и закупорка капилляров, повреждение почечных канальцев. **Прогноз – крайне неблагоприятный!**

**Реакция агглютинации** происходит в результате реакции «антиген-антитело», если агглютиногены эритроцитов встречаются с одноименными агглютинами плазмы крови (А-а, В-в).

# Резус фактор (Rh)

**Резус-фактор** – набор антигенов на мембране эритроцитов.

- **Резус положительный (Rh + )** – есть антигены группы Rh (85% европейцев).
- **Резус отрицательный (Rh -)** – нет антигенов группы Rh (15% европейцев).

При переливании крови Rh + реципиенту с Rh- , в крови реципиента будут образовываться антитела и при повторном переливании разовьется резус-конфликт (гемотрансфузионный шок).

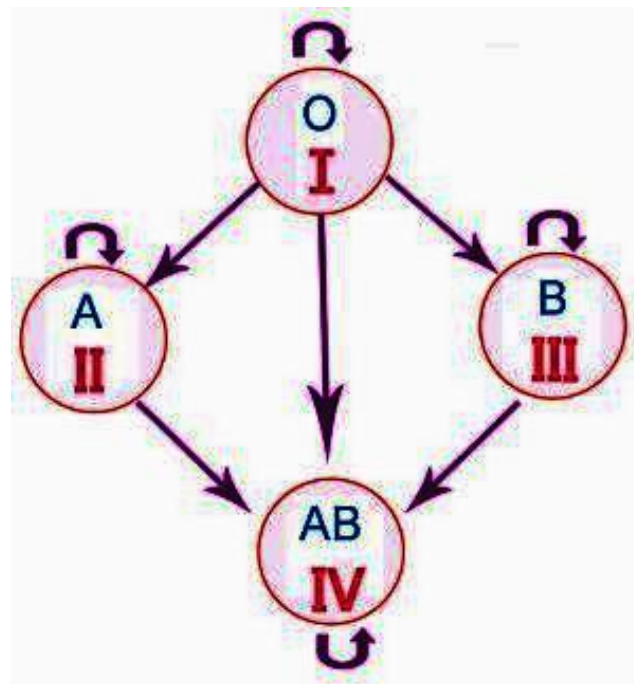
**Rh- можно переливать только Rh- кровь!**

# Резус конфликт при беременности

- Резус конфликт может возникнуть у Rh-матери, если у плода Rh+ кровь.
- Резус конфликт, как правило, возникает при второй и более беременности.
- У Rh+ матери резус конфликт не возникает.

# Донорство крови

- В настоящее время допускается переливание крови только одноименной группы (система АВ0).
- Нельзя переливать резус положительную (Rh+) кровь к реципиенту с резус отрицательной (Rh-) кровью вне зависимости от группы крови в системе АВ0
- Rh- можно переливать только Rh- кровь!
- **В крайних случаях** возможно переливание резус отрицательной (Rh-) крови к реципиенту с резус положительной (Rh+) кровью в соответствии с правилами переливания групп крови в системе АВ0



# Определение групп крови

**Для определения группы крови проводятся прямая и обратная пробы со стандартными сыворотками.**

- **Прямая проба** - кровь обследуемого смешивают со стандартными сыворотками к агглютиногенам А и В и смотрят, где наступила агглютинация.
- **Обратная проба** - сыворотку обследуемого смешивают с эритроцитами известной группы.

# Правила переливания крови

- **Перекрестная биологическая проба** – проводится непосредственно перед переливанием крови. Эритроциты донора смешивают на стекле со свежей сывороткой крови реципиента – прямая проба. Затем эритроциты реципиента смешивают с сывороткой крови донора – обратная проба.

# Контрольные вопросы

1. Что такое гомеостаз, каковы функции гомеостатических механизмов?
2. Каковы особенности состава крови, лимфы и межтканевой жидкости, как внутренних сред организма?
3. Назовите форменные элементы крови и лимфы, каковы их функции?
4. Назовите важнейшие фракции белков плазмы крови, какие функции они выполняют?
5. Назовите важнейшие клинические показатели крови, что отражают показатели СОЭ и гематокрита?
6. Назовите виды анемий, в чем их особенности?
7. Назовите системы гемостаза, какие функции они выполняют?
8. Назовите этапы свертывания крови.
9. Назовите группы крови в системе АВ0 и резус фактора, чем они различаются, в чем их значение?
10. Какие факторы важно учитывать при переливании крови?

# Домашнее задание

## Учебник:

- Гайворонский И.В. И др. Глава «Внутренние среды организма. Кровь»
- Смольяникова Н. В., Фалина Е.Ф., Сагун В.А. Анатомия и физиология. М. : ГЭОТАР-Медиа, 2017. С. 42-56.

## Самостоятельная внеаудиторная работа:

выполнение заданий в рабочей тетради по Анатомии и физиологии человека. Часть 4. Раздел 6.