

**ТЕМА №2.1.**  
**Функциональная анатомия системы**  
**крови.**  
**Состав, свойства и функции крови.**



# План:

1. Понятие о внутренней среде организма. Гомеостаз. Состав, свойства, функции крови.
2. Процесс гемопозеза. Кровь как ткань (плазма крови, ФЭК, сыворотки).
3. Гемостаз. Факторы свертывания крови.

Кровь, лимфа, межтканевая жидкость являются внутренней средой организма. Внутренние среды доставляют клеткам вещества, необходимые для жизнедеятельности, и уносят конечные продукты обмена. Внутренняя среда организма постоянна по своему составу и физико-химическим свойствам (температура, осмотическое давление, реакция и т. д.). Постоянство внутренней среды организма носит название гомеостаз (это необходимое условие жизни).

**Гомеостаз** – это способность биологических систем противостоять изменениям и сохранять относительное постоянство состава и свойств внутренней среды.

**Кровь** – это жидкая ткань, состоящая из плазмы и взвешенных в ней кровяных телец.

### Основные функции крови.

- Транспортная:
  - а) дыхательная – связывает и переносит  $O_2$  и  $CO_2$ ;
  - б) трофическая – обеспечивает все клетки питательными веществами;
  - в) экскреторная – удаляет продукты метаболизма.
- Терморегуляторная – участвует в теплообмене, нагреваясь в органах с высоким обменом (в печени, мышцах), переносит тепло к коже, через которую происходит теплоотдача.
- Защитная:
  - а) иммунная – клеточный иммунитет определяется фагоцитарной активностью лейкоцитов;
  - б) гуморальный иммунитет – определяется наличием в крови антител, обезвреживающих микробы и их яды;
  - в) свертывание крови;
- Гуморальная регуляция – обеспечивает химическое взаимодействие между всеми частями организма через гормоны;
- Поддержание водно-солевого обмена между кровью и тканями.

# Состав крови

**Кровь** состоит из **плазмы (55 %)** и **форменных элементов (45%)**.

Общий объем крови – 5 л. pH крови = 7,36 (слабощелочная реакция) – отклонения серьезная угроза для жизни

**Плазма крови** – жидкость соломенного цвета со слабощелочной реакцией.

Состоит из **воды – 90-92%**, **белков 7-8%** (альбумины, глобулины, протромбин и фибриноген), **солей (0,9%** хлорид и бикарбонат натрия, соли кальция, фосфора, магния железа и т.д.), **глюкозы – 0,1%**, липидов, продуктов распада белков(мочевины, мочевой кислоты, креатинина), холестерина и аминокислот.

**Р плотность = 1,025-1,034. Вязкость- 1,7-2,2. pH = 7,36.**

## Значение белков плазмы:

- 1.Фибриноген участвует в процессе свертывания крови.
- 2.Глобулины содержат антитела, обеспечивают иммунитет.
- 3.Белки повышают вязкость крови для поддержания давления крови в сосудах.
- 4.Белки имеют большую молекулярную массу, поэтому они не проникают через стенки капилляров и удерживают в сосудистой системе определенное количество воды. Они принимают участие в распределении воды между кровью и тканевой жидкостью.
- 5.Являясь буферными белки участвуют в поддержании постоянной реакции крови.
- 6.Альбумины соединяясь со многими веществами, осуществляют их транспортировку к тканям. Альбумины используются тканями в качестве пластического материала.

## Функции плазмы:

является средой для передачи к тканям питательных веществ, солей, минеральных веществ, глюкозы и аминокислот, а также для удаления из них отработанных продуктов – мочевины, мочевой кислоты, двуокиси углерода. Плазма также переносит кислород, гормоны, ферменты, антигены. Плазма крови, лишенная фибриногена – это **сыворотка**.

## Физико – химические свойства крови.

**рН.** В крови поддерживается постоянство реакции и эта реакция среды определяется концентрацией водородных ионов, которые выражаются водородными показателям рН. смещение рН среды в кислую сторону – **ацидоз**, смещение в щелочную сторону – **алкалоз**.

**буферные системы крови** (бикарбонатные, белковые, фосфатные, гемоглобинные), которые могут связывать гидроксильную группу ( $\text{OH}^-$ ) и водородные ионы ( $\text{H}^+$ ).

**Онкотическое давление крови** (белки обуславливают) **0,03 – 0,04 атм.** – оно играет роль во всех процессах, где осуществляется фильтрация (образование первичной мочи).

**Плотность крови** – **1,050 – 1,060.**

**Вязкость крови** (белки поддерживают АД) **около 5,0.**

**Осмотическое давление крови** – **7,6 – 8,1 атм.** (создается солями и зависит только от числа молекул и ионов). Постоянство осмотического давления важно для правильного хода физиологических процессов (постоянство содержания воды в клетках)

**Содержание глюкозы в крови** составляет **80 – 120 мг % (0,1% или 4,44 - 6,66 ммоль/л)** – это основной источник энергии для клеток организма.

**Гемопоз** (кроветворение) – сложный процесс образования, развития и созревания форменных элементов крови. Кроветворение осуществляется в специальных органах кроветворения (красном костном мозге, селезенке и др.).

## Форменные элементы крови

**Эритроциты** - красные кровяные клетки, придают крови цвет. Имеет вид **двояковогнутых дисков, лишенных ядра**. Образуются в красном костном мозге.

Продолжительность их жизни – 120 дней. Разрушение старых эритроцитов происходит в клетках селезенки и печени.

Количество у женщин -  $3,7 - 4,5 * 10^{12}/л$ ,  
у мужчин –  $4,6 - 5,1 * 10^{12}/л$ .

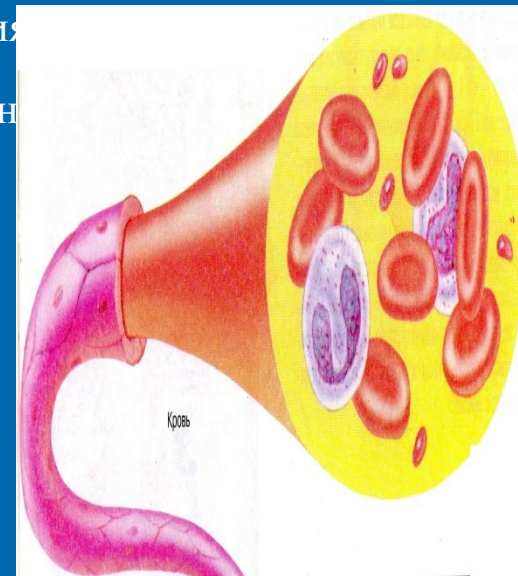
В состав входит гемоглобин, состоит из белка глобина и содержащего железо гема.

**Гемоглобин** у женщин  $120 - 140$  г/л, у мужчин  $140 - 160$  г/л.  
цветовой показатель –  $0,86-1,1$ .

**СОЭ:** зависит от состава плазмы. При инфекционных заболеваниях, воспалительных процессах, у беременных, СОЭ – ускорено. СОЭ: женщины –  $2-15$  мм/ч, мужчины –  $1-10$  мм/ч. Эритроциты переносят весь кислород и переносят 10% углекислого газа.

**При уменьшении числа эритроцитов** в крови возникает заболевание – **анемия, малокровие (эритропения)**.

**При увеличении числа эритроцитов - эритроцитоз**



## Основные функции эритроцитов:

- 1.дыхательная (за счет гемоглобина);
- 2.ферментативная (эритроциты являются носителями разнообразных ферментов)
- 3.питательная (эритроциты адсорбируют на своей поверхности аминокислоты, которые транспортируются к клеткам организма от органов пищеварения)
- 4.регуляция pH крови.
- 5.защитная (определяется способностью связывать токсины за счет наличия на поверхности эритроцитов специальных веществ белковой природы – антител).



**Лейкоциты** - белые кровяные клетки. Образуются в красном костном мозге, лимфатических узлах и селезенке.

Продолжительность жизни 8-12 суток. Лейкоциты **имеют ядро и способны к активному движению**. Они делятся на две группы: **зернистые (гранулоциты) и незернистые (агранулоциты)**. Все виды лейкоцитов неодинаковы по величине, форме ядер и свойствам протоплазмы. **Общее количество:  $4 * 10^9/л - 9 * 10^9/л$ .**

**Лейкоцитарная формула** – это процентное соотношение видов лейкоцитов.

### **Гранулоциты:**

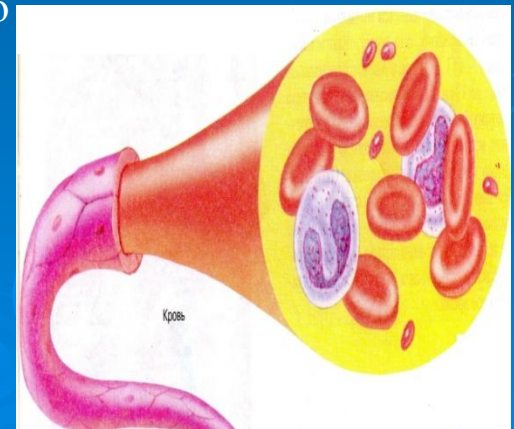
**Нейтрофилы:** Эозинофилы: 1-4%      Базофилы: 0,5-2%  
1) юные (0,5 – 1%),  
2) палочкоядерные (2-6%),  
3) сегментоядерные (48-72%).

**Агранулоциты:** Моноциты: 2-9%      Лимфоциты: 18-40%

Знание лейкоцитарной формулы имеет огромное значение в диагностике заболеваний, т.к. при патологических состояниях число лейкоцитов увеличивается.

**Снижение общего количество лейкоцитов – лейкопения**  
(угнетение костного мозга под действием рентгеновских лучей или токсинов).

**Увеличение количества лейкоцитов – лейкоцитоз**





**Функция лейкоцитов** – защитная (клетки (фагоциты) иммунной системы невосприимчивы к инфекциям и генетически чужеродным белкам – антигенам).

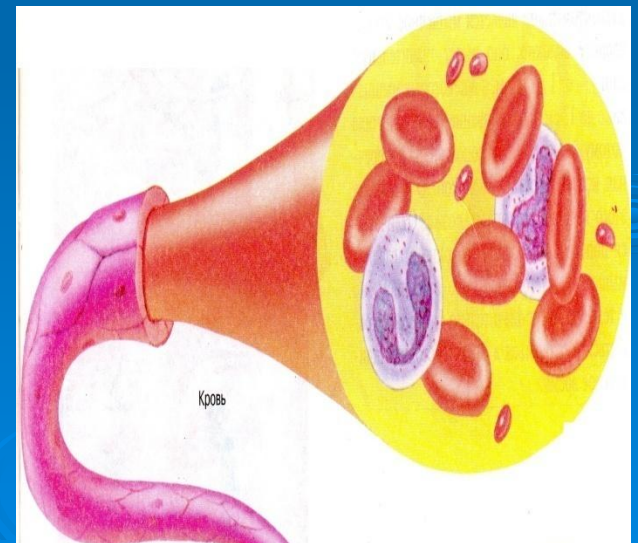
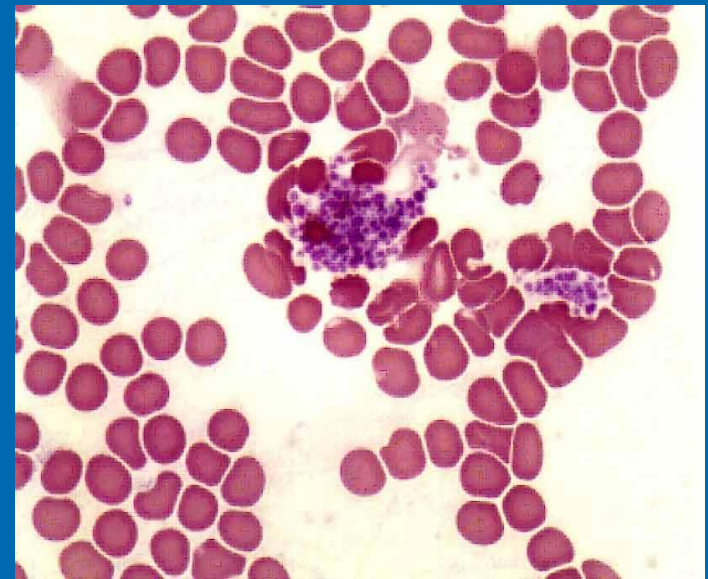
**Фагоцитоз** – в этом процессе участвуют моноциты, т.к. обладают хорошо выраженной способностью к амебовидному движению. В результате лейкоциты – окружают очаги инфекции или повреждения, захватывают живые микроорганизмы и разрушают их, поглощают другие частицы (кусочки грязи, остатки пищи, кетгутовые швы и др.) Гранулоциты содержат ферменты, которые способны расцеплять белки, что дает им возможность воздействовать на живые ткани, разрушать и удалять их, в результате патологически измененные или механически поврежденные ткани очищаются, а это способствует процессу заживления раны. Благодаря фагоцитарной активности лейкоцитов воспалительная реакция может быть остановлена.

**Хемотаксис** – движение лейкоцитов по направлению к химическому раздражителю – положительный хемотаксис, а от него – отрицательный хемотаксис. Хемотаксис обеспечивается продуктами жизнедеятельности микроорганизмов и веществами, образующимися в результате распада тканей.

**Тромбоциты** - красные кровяные пластинки, сферической формы, лишенные ядра. Продолжительность жизни – 4 дня. Образуются в красном костном мозге. Расположены вдоль сосудистых стенок.

В крови содержится  $180 \cdot 10^9/\text{л} - 320 \cdot 10^9/\text{л}$ . В основном они находятся в селезенке, печени, легких и в случае необходимости поступления в кровь. Особенностью тромбоцитов является свойство прилипать у чужеродной поверхности и склеиваться между собой, при этом они разрушаются, выделяя вещество – тромбопластин, способствующий свертыванию крови.

**Функция тромбоцитов:** Обеспечивают свертываемость крови (прекращение кровотечения)



**Свертывание крови** является **защитной реакцией организма**. При ранении кровь из жидкого состояния переходит в желеобразное. **Образующийся сгусток закупоривает поврежденные сосуды и предотвращает потерю** значительного количества **крови - гемостаз**

**Свертывание крови обусловлено превращением** находящегося в плазме **растворимого** белка **фибриногена в нерастворимый фибрин**.

Свертывание крови – очень **сложный ферментативный процесс**. В нем участвуют **13 факторов**, содержащихся **в плазме крови**, а также **вещества**, освобождающиеся при ранении **из поврежденных тканей и разрушающихся тромбоцитов**.

**Свертывание крови**, принято подразделять на **три стадии**:

- 1. Неактивный тромбопластин** под воздействием  $Ca^{++}$  и антигемофилического фактора и других факторов крови **превращается в активный тромбопластин** (при недостатке или отсутствии антигемофилического фактора свертывание крови понижено – гемофилия).
- 2. Из тромбопластина** (в нормальной не вытекающей из сосудов крови присутствует протромбин под действием фермента превращается в тромбин) под воздействием  $Ca^{++}$  и активного тромбопластина **образуется тромбин** (фермент).
- 3. Из фибриногена** под воздействием тромбина и других активных факторов **образуется фибрин**. Он выпадает в осадок в виде нитей. Эти нити образуют каркас тромба.

Также из тромбоцитов выделяется вещество – **ретрактозим**, который уплотняет кровяной сгусток, что способствует его укреплению и стягиванию краев раны и выделяется - **серотонин**, вещество вызывающее сужение сосудов.

Выпущенная из сосудов кровь начинает свертываться через 3-4 минуты, а через 5-6 минут превращается в плотный сгусток.

# Стадии свертывания крови:

I стадия:

**предшественник тромбопластина**  
**(неактивный тромбопластин)**

+ Ca<sup>2+</sup>

+ факторы плазмы

(антигемофильический фактор)

**активный тромбопластин**

II стадия:

**протромбин**

+ Ca<sup>2+</sup>

+ **активный тромбопластин**

**тромбин**

III стадия:

**фибриноген**

+ **тромбин**

**фибрин**

- Свертывающая система крови служит для предотвращения потерь крови. Вместе с тем **свертывание крови внутри сосудистой системы может привести к тяжелым последствиям** (тромбофлебит, инфаркт). Для предупреждения этих явлений **в крови имеется вторая система – противосвертывающая**, которая препятствует процессам внутрисосудистого свертывания крови.
- **Антисвертывающая система** – это совокупность содержащих в крови веществ, препятствующих образованию кровяного сгустка
- **В этой системе выделяют 2 системы:**
- **Первая – нейтрализует избыточное количество протромбина** в крови **за счет находящихся в ней антикоагулянтов (гепарин)**, который нейтрализует свертывающие факторы, а также макрофаги (РЭС) способны поглощать из крови различные частицы, в том числе факторы свертывания крови.
- **Вторая антисвертывающая система** активируется при раздражении хеморецепторов сосудов значительным повышением уровня тромбина в крови, в результате увеличения поступления в кровь гепарина.
- В крови имеется еще **третья система:**
- **Фибринолитическая система** (плазмин, фибринолизин) – совокупность содержащихся в крови веществ, обеспечивающих растворение фибринового сгустка, т.е. плазмин растворяет тромб.

## Значение фибринолиза.

Растворение кровяного сгустка – это такой же сложный процесс, как и его образование. В настоящее время считается, что в крови даже в отсутствие повреждения сосудов постоянно происходит превращение небольшого количества фибриногена в фибрин. Это превращение уравнивается непрерывно протекающим **фибринолизом**. Лишь в том случае, когда свертывающая система дополнительно стимулируется в результате повреждения ткани, выработка фибрина в области повреждения начинает преобладать и наступает местное свертывание крови.

**Существует не только противосвертывающие вещества общего действия (гепарин), но также местные агенты (антикоагулянты).** Один из них является гирудин – вещество с антитромбиновой активностью, содержащееся в слюне медицинской пиявки. Противосвертывающее действие некоторых змеиных ядов связано с тем, что они подавляют образование фибрина. Слюна кровососущих насекомых также обладает антикоагулянтной активностью: так, из слюнной железы слепня было выделено антитромбиновое вещество – табанин.