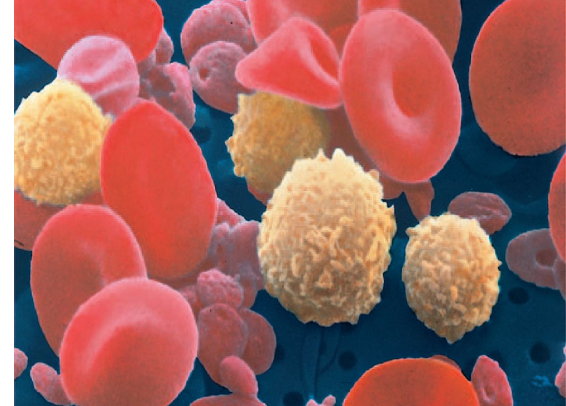


# Лекция № 6



## Система крови

Для студентов факультета АФК заочного  
отделения

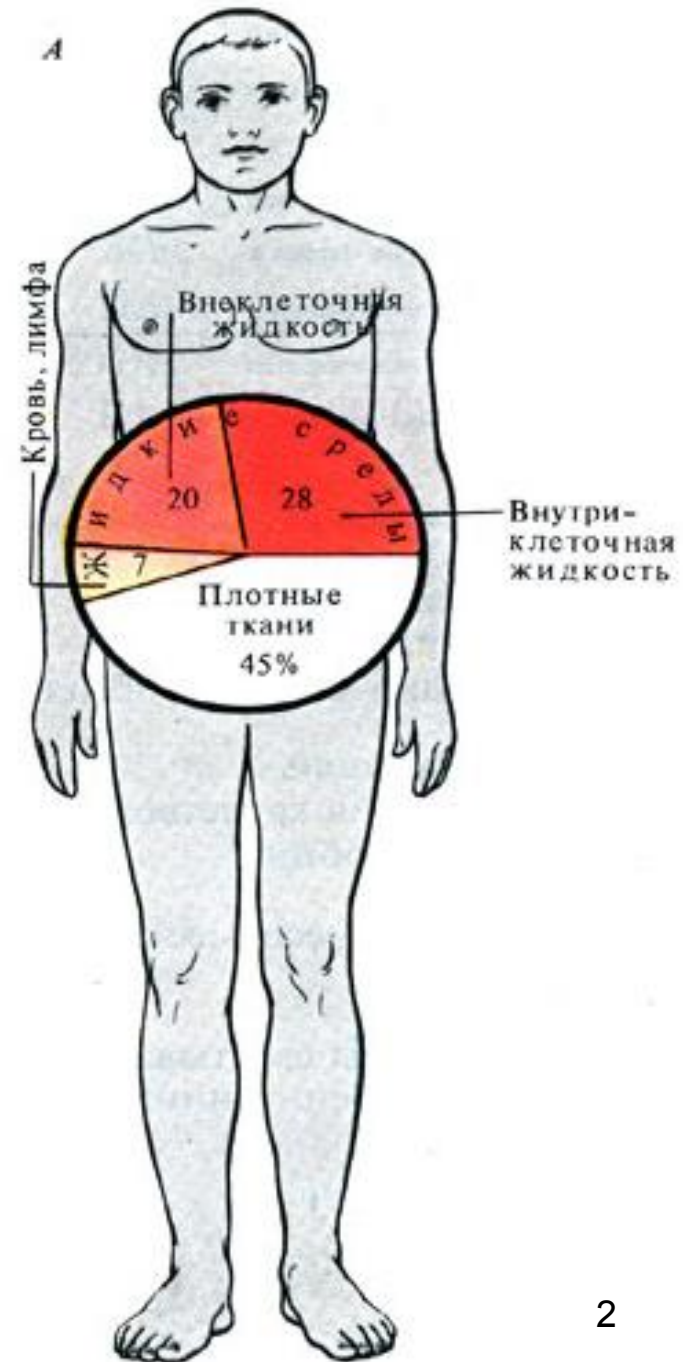
Лектор: доцент каф. норм. Физиологии и  
восстановительной медицины, к.м.н.

**Шерстенникова Александра Константиновна**

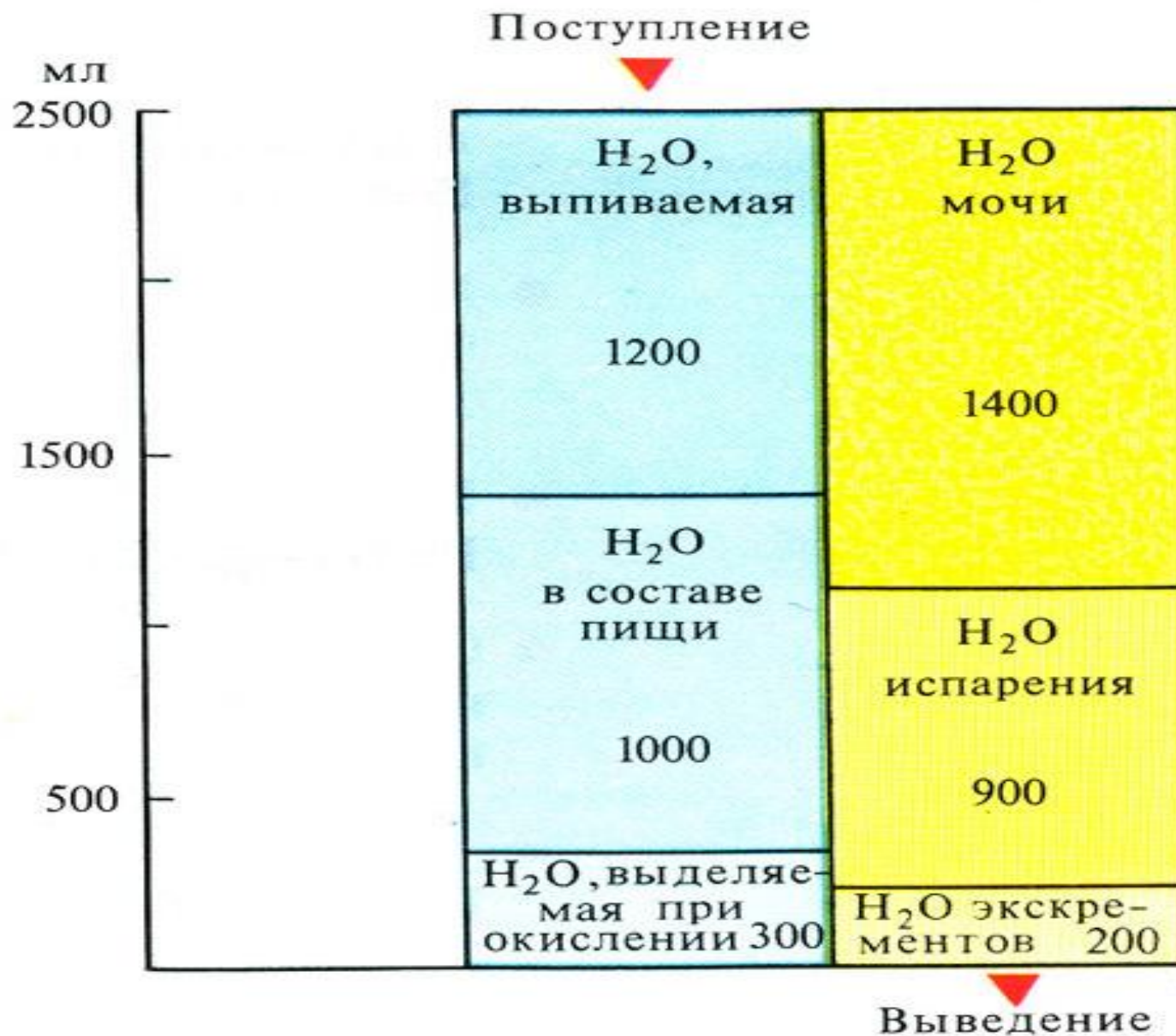
# Гомеостаз - постоянство ее внутренней среды организма

Состав внутренней  
жидкой среды  
организма:

- межклеточная жидкость (20%),
- внутриклеточная жидкость (28%)
- кровь и лимфа (7%)



# Гомеостаз жидкости



# Важнейшим компонентом внутренней среды организма является **кровь**

Ланг (1939) выдвинул понятие «**система крови**»- совокупность:

1. периферической крови циркулирующей по сосудам,
2. регулирующий нейрогуморальный аппарат,
3. органы кроветворения: костный мозг, лимфоструктуры, у эмбриона – желточный мешок, у плода – печень, где происходит образование и созревание форменных элементов;
4. кроверазрушения (селезенка, печень).

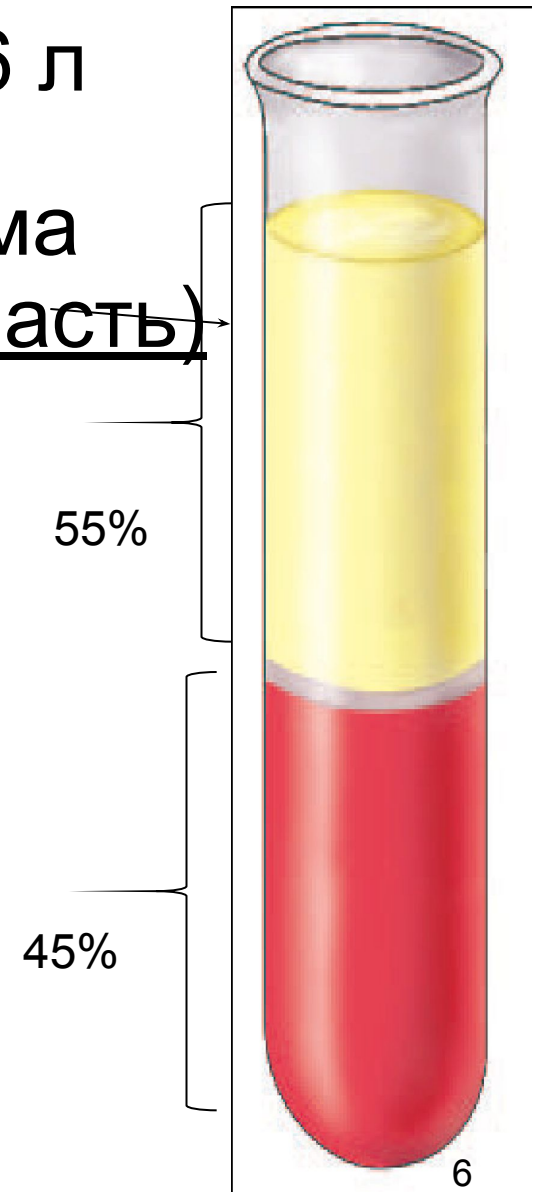
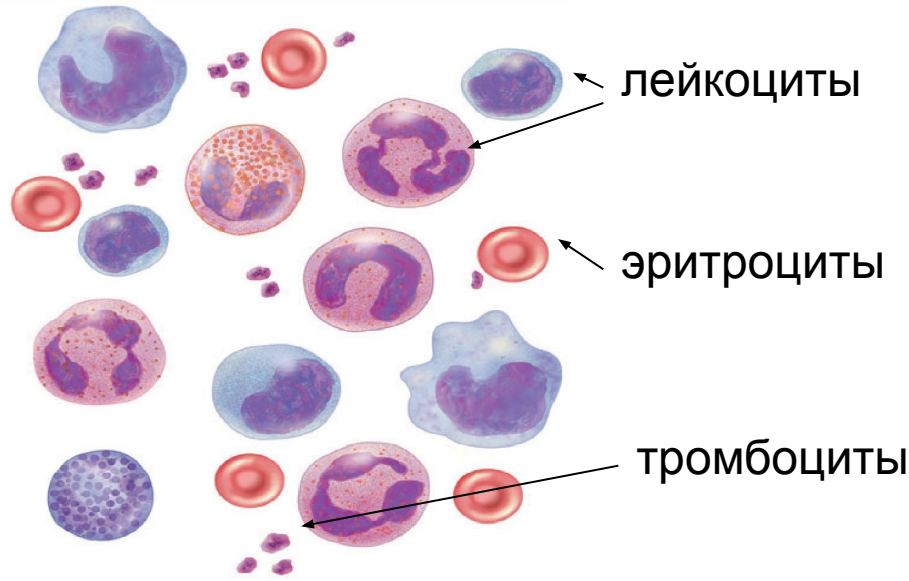
# Функции крови:

1. **Транспортная** - перенос различных веществ.  
За счет этого выполняются функции:
  - а) дыхательная,
  - б) питательная,
  - в) экскреторная,
  - г) регуляция постоянства температуры тела,
  - д) регуляторная - участие в гуморальной регуляции многих функций организма (через доставку гормонов),
2. **Защитная** - участие в иммунных реакциях, фагоцитозе, свертывания (коагуляции) крови

# Кровь

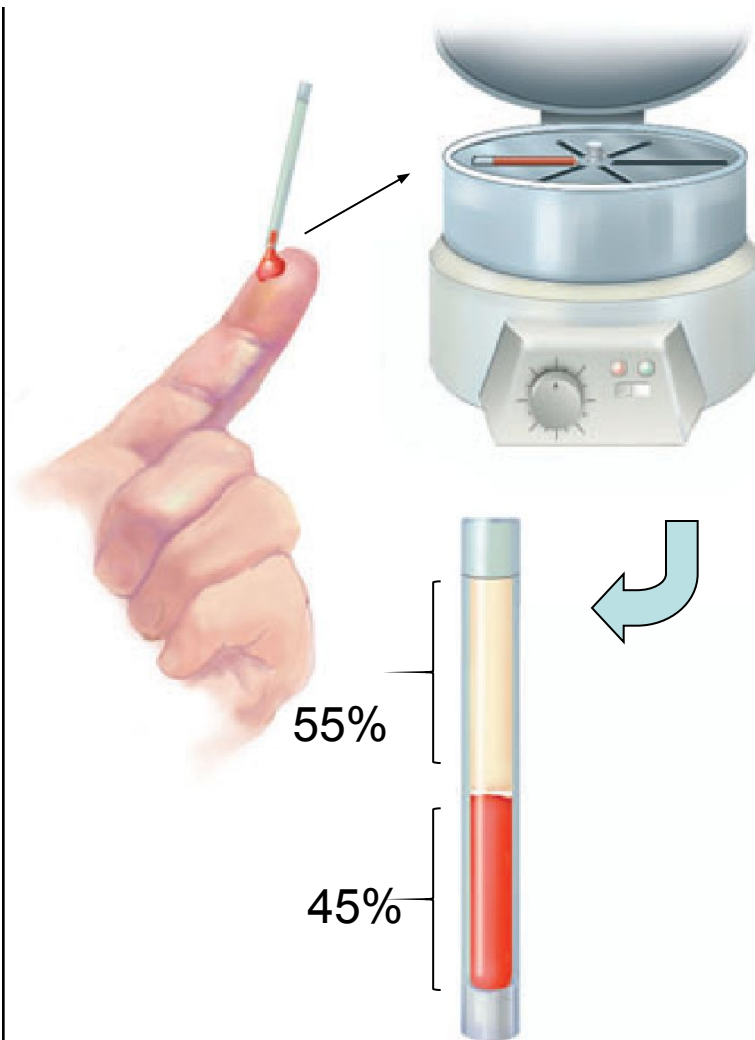
количество у человека = 4-6 л

Кровь - жидкая ткань организма состоит из плазмы (жидкая часть) и форменных элементов - эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов.



# Гематокрит -

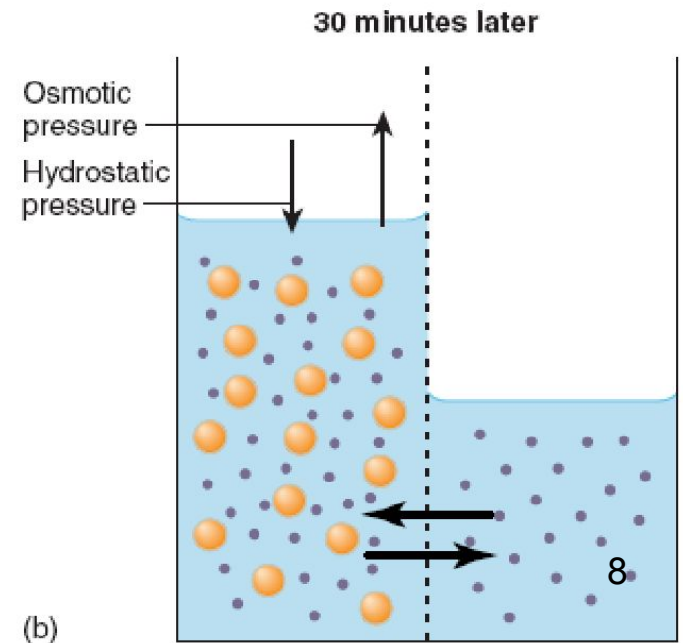
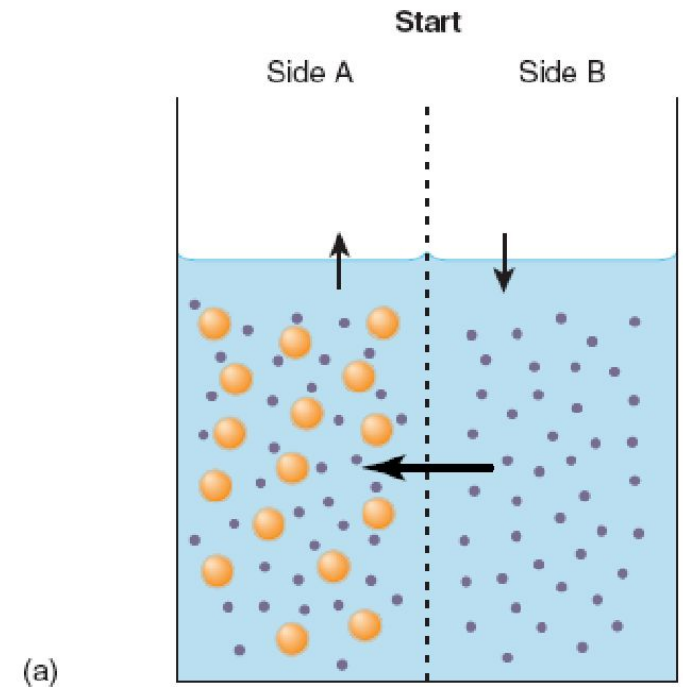
- Соотношение объемов плазмы крови и ФЭК - определяется путем центрифугирования крови в специальном капилляре с делениями - гематокрите.
- У мужчин  $Ht = 0,45-0,52$ , у женщин —  $0,37-0,48$ .
- соотношение 45% ФЭК и 55% плазмы.



# ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРОВИ -

## 1. Осмотическое давление крови -

- это сила, обуславливающая движение растворителя через полупроницаемую мембрану из менее концентрированного раствора в более концентрированный.
- способствует распределению воды между тканями, клетками и кровью.





## Осмотическое давление крови = 7,6 атм.

- зависит от содержания электролитов в плазме, но главным образом от NaCl, глюкозы

- Электролитный состав плазмы:

(Na<sup>+</sup>)                      135–145 мэкв/л

(Ca<sup>2+</sup>)                      9.2–10.4 мэкв/л

(K<sup>+</sup>)                        3.5–5.0 мэкв/л

(Mg<sup>2+</sup>)                      1.3–2.1 мэкв/л

(Cl<sup>-</sup>)                        100–106 мэкв/л

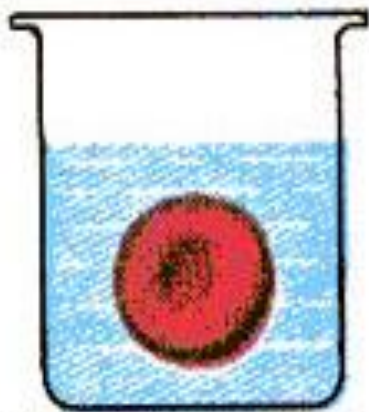
бикарбонаты (HCO<sub>3</sub>)    23.1–26.7 мэкв/л

фосфаты (HPO<sub>4</sub>)        1.4–2.7 мэкв/л

сульфаты (SO<sub>4</sub>)         0.6–1.2 мэкв/л

- Растворы с осмотическим давлением, равным плазменному, называются изотоническими (0,9% NaCl), с большим – гипертоническими, с меньшим - гипотоническими.

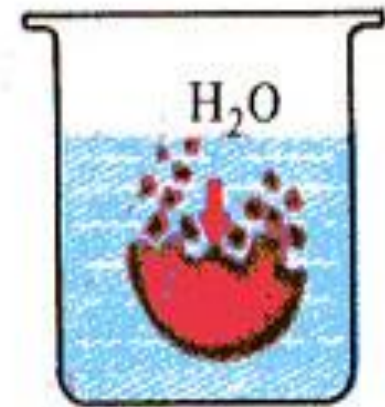
- гипертонические растворы вызывают сморщивание клеток в результате перехода части воды из клеток в раствор,
- гипотонические – клеточный отек, вплоть до разрыва клеточной мембраны, в результате перехода воды и раствора в клетку.



Изотонический  
раствор NaCl  
(0,9%)



Гипертонический  
раствор NaCl  
( $>0,9\%$ )



Гипотонический  
раствор NaCl  
( $<0,9\%$ )

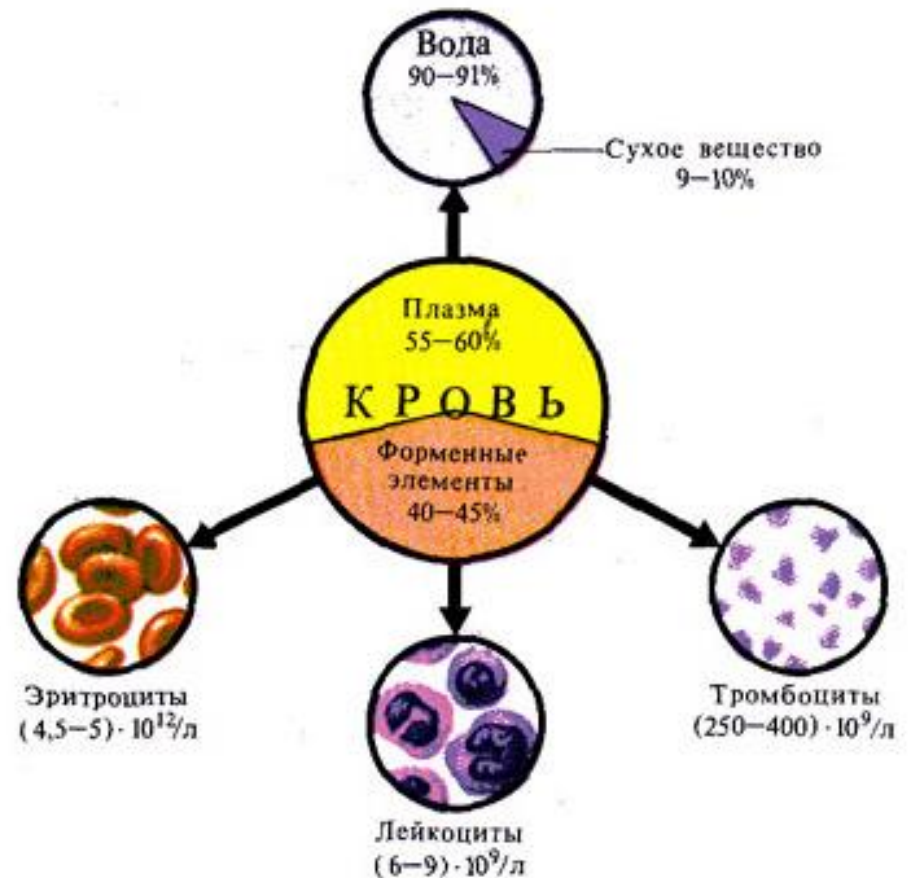
- **2. Онкотическое давление - давление, создаваемое белками плазмы= 25-30 мм рт ст**
- **Онкотическое** давление фактор, способствующий переходу воды из тканей в кровяное русло. При снижении величины онкотического давления происходит выход воды из сосудов в интерстициальное пространство, что приводит к отеку тканей.

- **3. Кислотно-основное равновесие**(рН) = 7,4 в артериальной крови, в венозной =7,35.
- Несмотря на непрерывное поступление в кровь кислых и щелочных продуктов обмена веществ, рН крови постоянна и является жесткой константой.
- Ацидоз – сдвиг рН в кислую сторону
- Алкалоз – сдвиг рН в щелочную

- 4. Вязкость крови - она обусловлена наличием белков и эритроцитов. Вязкость цельной крови равна 5.0 (если вязкость воды взять за 1), плазмы 1,7-2,2.
- 5. Удельный вес (относительная плотность) крови зависит от содержания форменных элементов. Удельный вес крови равен 1,050-1,060, плазмы 1,025-1,034.

# Состав плазмы и значение ее элементов

- Плазма - жидкая часть крови, остающаяся после удаления из нее форменных элементов.
- Плазма, лишенная фибриногена называется **сывороткой**.



# В состав плазмы входят:

1. вода - 90%,

2. органические вещества (9%):

- **Белки (7%)** : альбумины, глобулины, фибриноген
- **азотсодержащие** вещества: мочевины, мочевая кислота,
- **глюкоза** (3,3-5,5 ммоль/л), **липиды**,
- **БАВ**: ферменты, гормоны, медиаторы, витамины

3. неорганические вещества 1%- минеральные соли



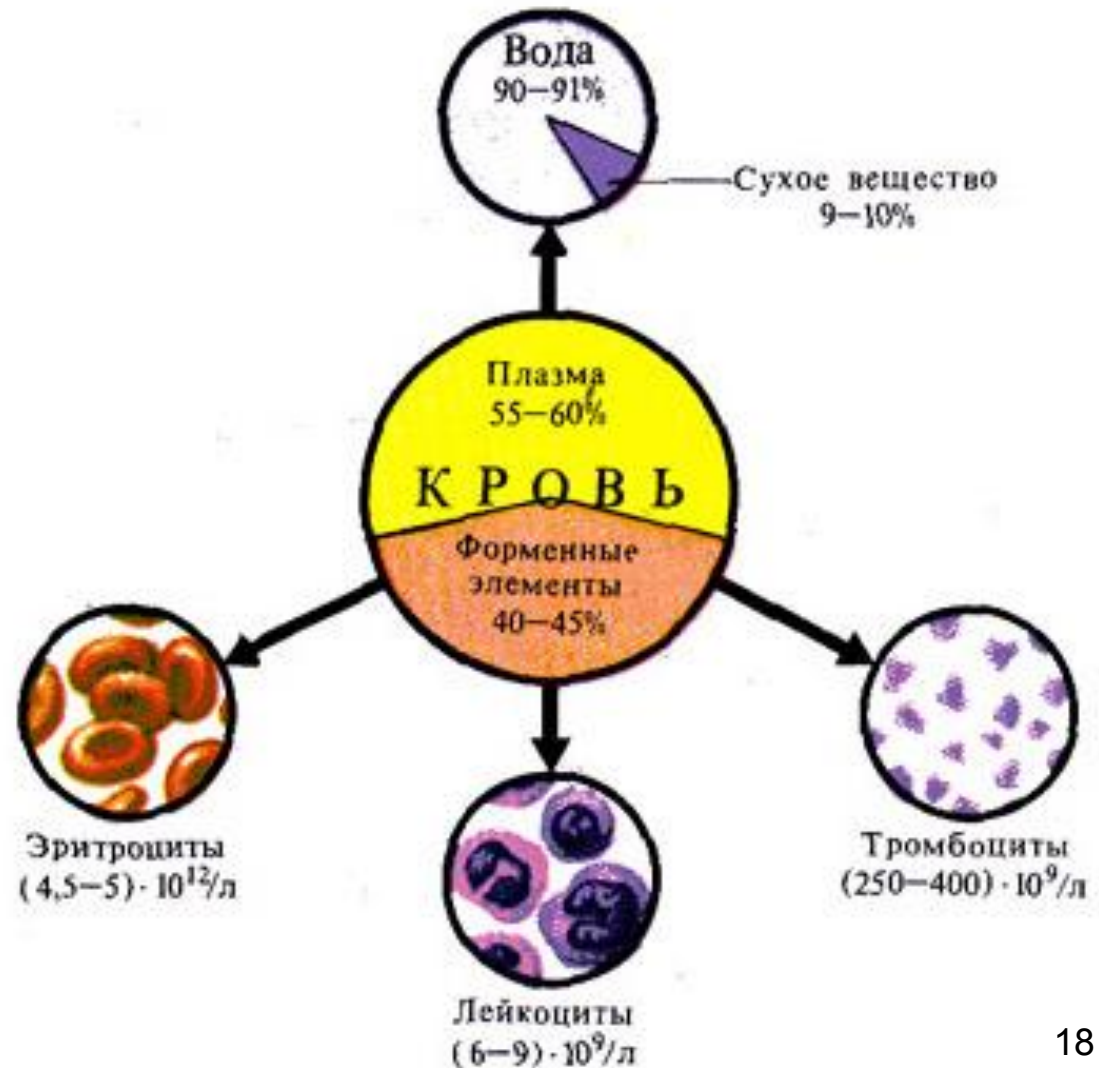
# Функции белков крови:

- 1. создают онкотическое давление - альбумины;
- 2. определяют вязкость крови;
- 3. принимают участие в процессе свертывания крови (фибриноген, глобулины);
- 4. являются важными компонентами защитной функции крови (гамма-глобулины);
- 5. принимают участие в транспорте веществ - альбумины



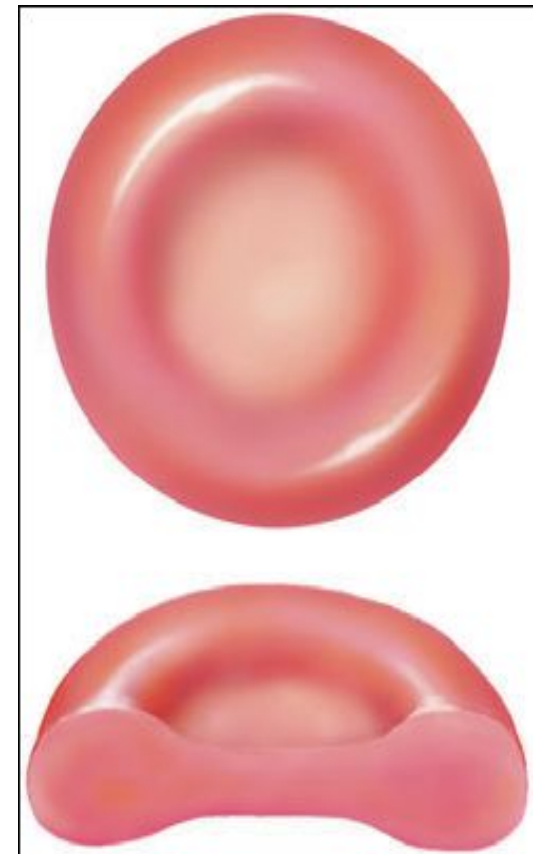
# Форменные элементы крови

- Эритроциты
- Лейкоциты
- Тромбоциты



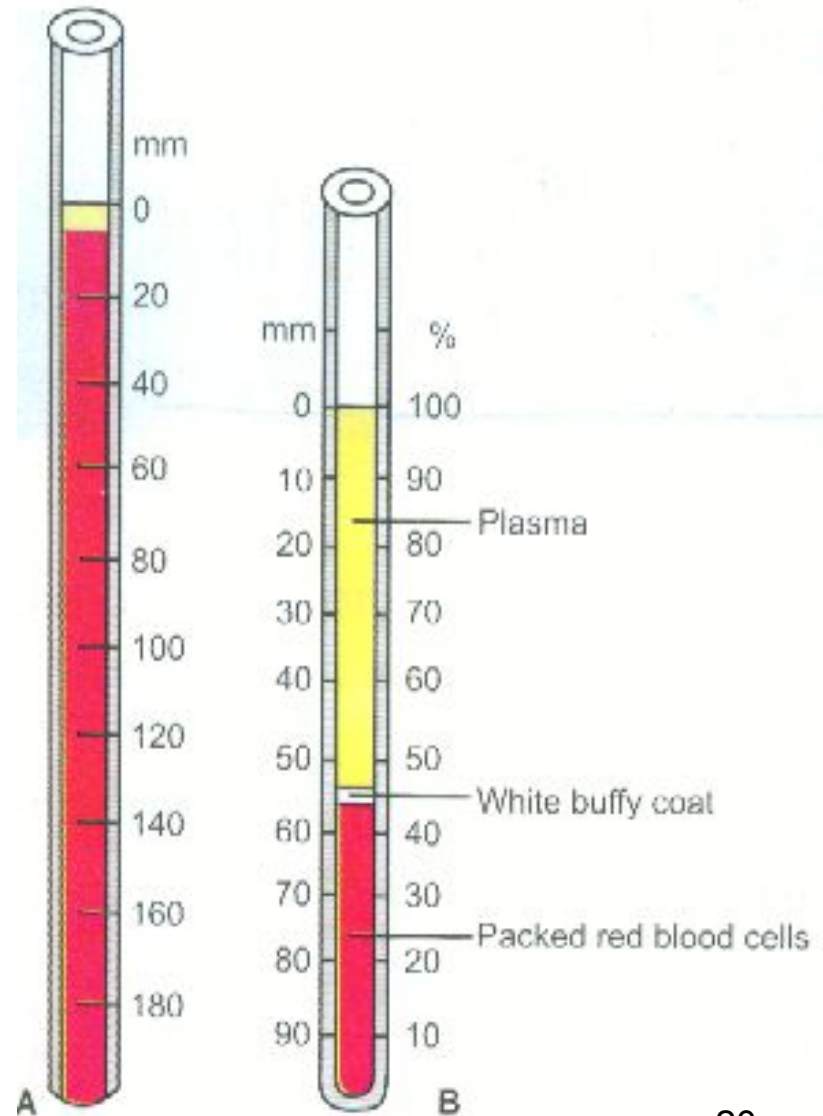
# Эритроциты

- у мужчин  $4,5 - 5,0 \cdot 10^{12}$  /л,
- у женщин  $4,0 - 4,5 \cdot 10^{12}$  /л;
- Представляют собой безъядерные двояковогнутые клетки, состоящие из белково-липидной оболочки, заполненной гемоглобином.
- Основная функция эритроцитов является перенос кислорода в составе оксигемоглобина

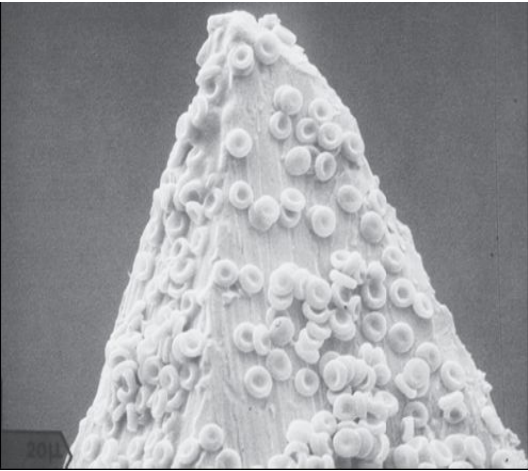


# Скорость оседания эритроцитов (СОЭ)

- у мужчин 2-10 мм/ч,  
у женщин 2-15 мм/ч.
- СОЭ зависит от:  
количества  
эритроцитов,  
белкового состава  
плазмы.



# Образование эритроцитов - эритропоэз -



- осуществляется в красном костном мозге, который находится в плоских костях и метафизах трубчатых костей.

Продолжительность жизни эритроцитов в кровяном русле составляет 120 дней.

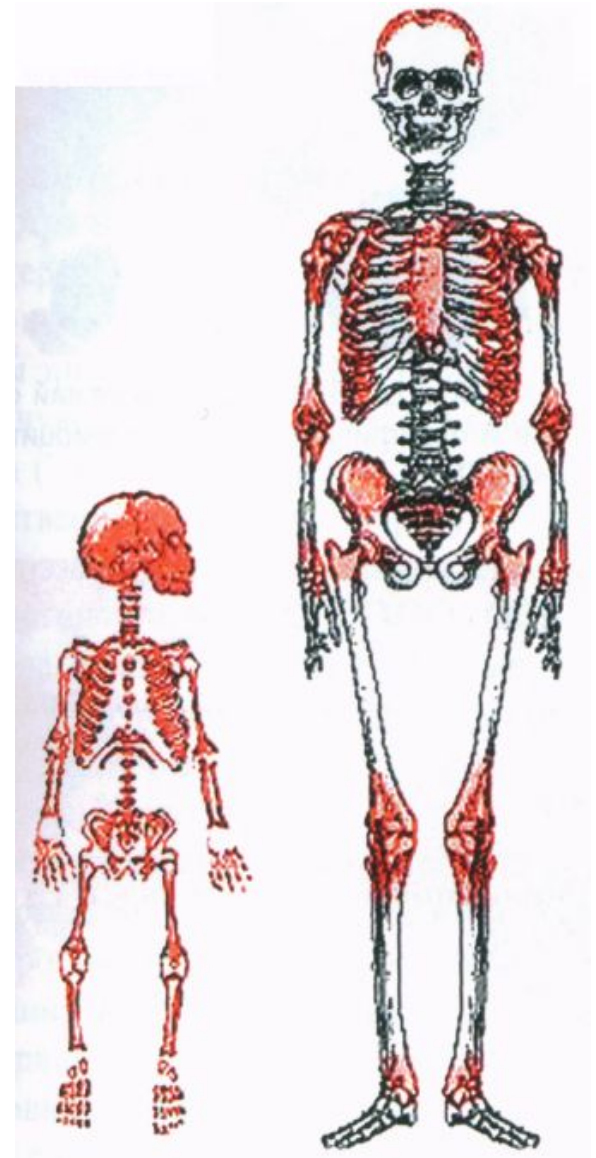
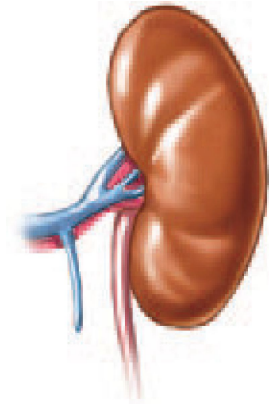


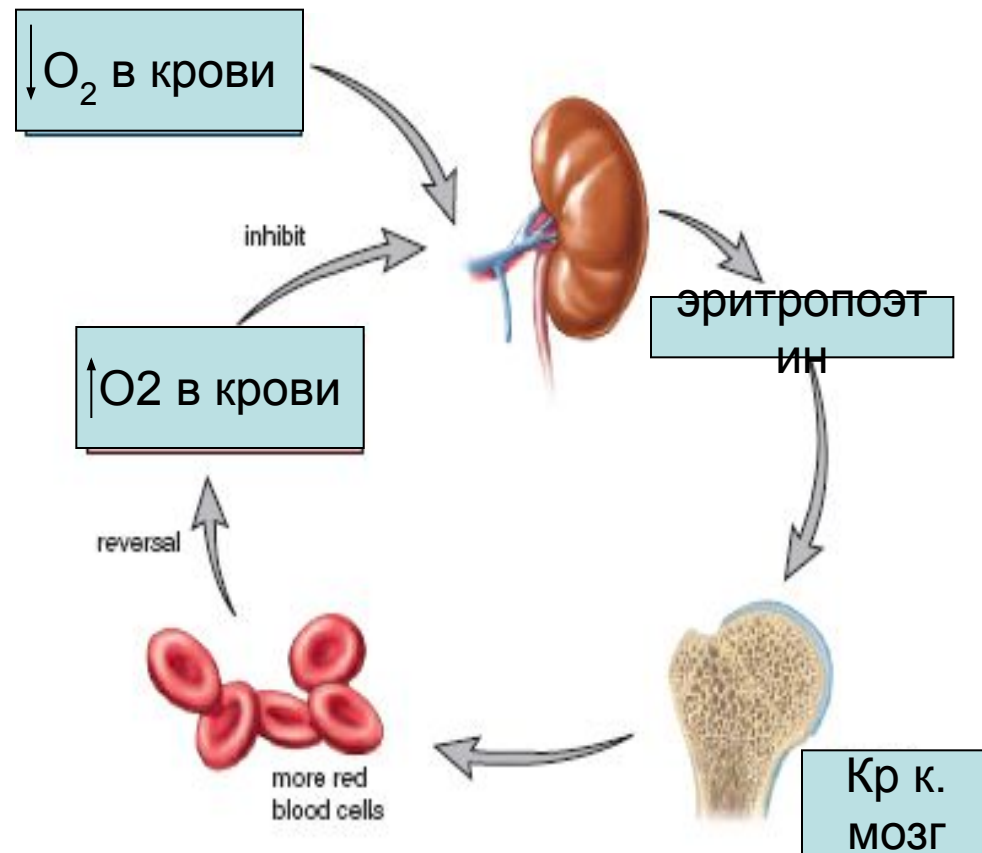
Рис. Костный мозг ребенка и взрослого человека

- В физиологических условиях ↑ эритропоэз при гипоксии
- Гипоксия является причиной образования физиологических регуляторов кроветворения - **эритропоэтинов**, которые образуются в почках, печени, селезенки, кр. костном мозге.



# Выделяют несколько механизмов образования эритропоэтина

- **1. прямой** - при гипоксии - почки реагируют на недостаточность кислорода синтезом большого количества эритропоэтинов.



- **2. опосредованный** - при стрессе активируется гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковую систему - ↑ выброс гормонов адаптации - глюкокортикоиды, катехоламины, АКТГ, усиливающих синтез эритропоэтина.
- **T3, T4** ↑ эритропоэз.
- **Андрогены** ↑ эритропоэз, **Эстрогены** - тормозят.



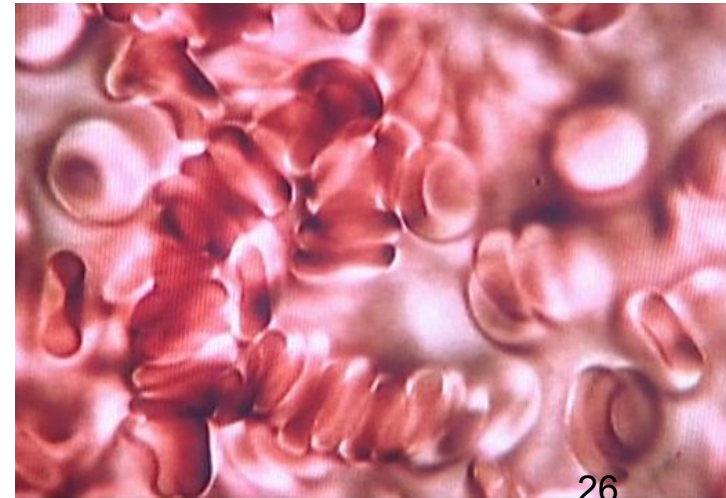
## **Для образования эритроцитов необходимо**

- Витамин В12 поступает в организм с пищей (мясо, печень, рыба, молоко, яйца) Фолиевая кислота содержится также в печени, мясе.
- Витамин С, который стимулирует всасывание железа из кишечника
- Витамин В6 оказывает влияние на синтез гема,
- Витамин В2 необходим для образования липидной стромы эритроцитов.

**Гемолиз**- процесс разрушения оболочки эритроцитов, вследствие которого происходит выход гемоглобина в плазму

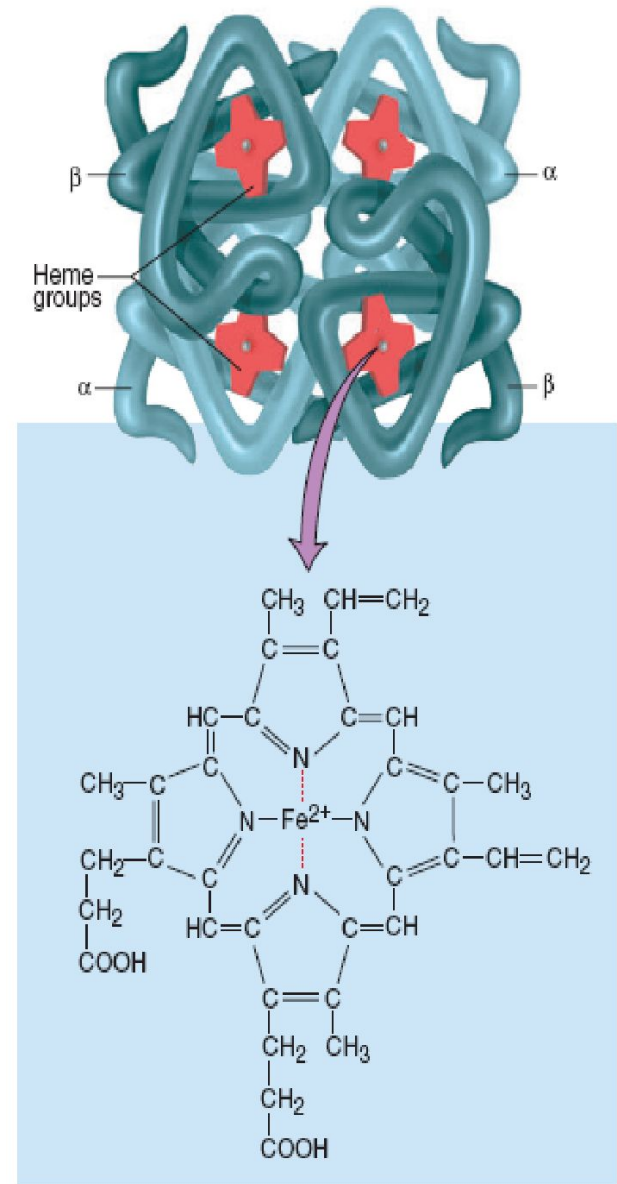
Виды гемолиза.

- Осмотический -
- Химический-
- Механический-
- Термический –
- Биологический -



# Гемоглобин

- Количество гемоглобина:
- у мужчин 130-160 г/л,
- у женщин 120-140 г/л.
- Гемоглобин - сложное химическое соединение, состоящее из белка глобина и четырех молекул гема (в центре гема  $\text{Fe}^{2+}$ )
- Основная функция гемоглобина перенос кислорода



# Виды Hb

- физиологические
  - Оксигемоглобин – HbO<sub>2</sub>
  - Карбоксигемоглобин – HbCO<sub>2</sub>
- патологические
  - Метгемоглобин – MetHb – имеет окисленные атомы железа Fe<sup>3+</sup>, затрудняет отдачу кислорода
  - Карбоксигемоглобин – HbCO – (CO – угарный газ- имеет сродство к Hb в 240 раз выше, чем O<sub>2</sub>) блокирует присоединение O<sub>2</sub>

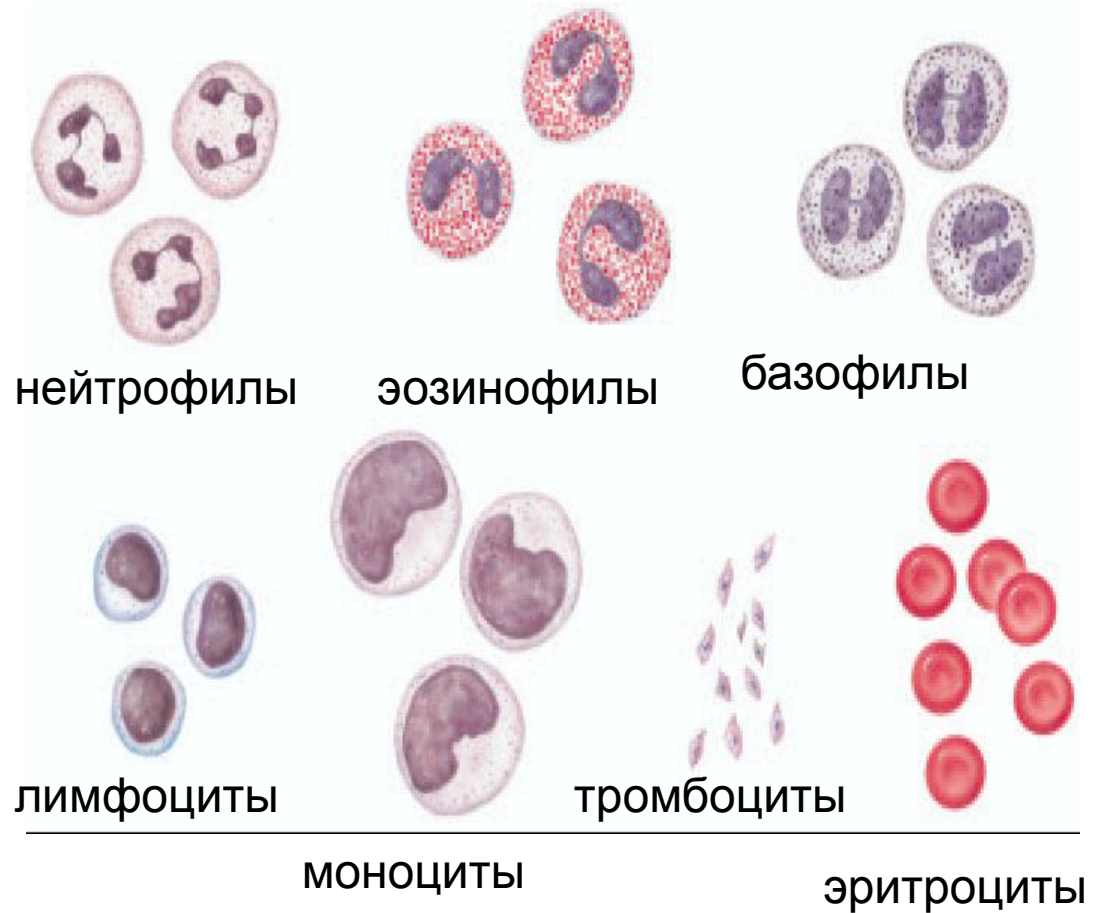
- Как поднять **гемоглобин** в крови?



**Железо** – ключевой элемент для синтеза гемоглобина

# ЛЕЙКОЦИТЫ : $4-9 \cdot 10^9 / \text{л}$

- Это белые кровяные клетки, в которых имеется ядро и цитоплазма.



- В зависимости от того содержит ли цитоплазма зернистость или она однородна, лейкоциты делят на две группы: зернистые (гранулоциты) и незернистые (агранулоциты).



зернистые

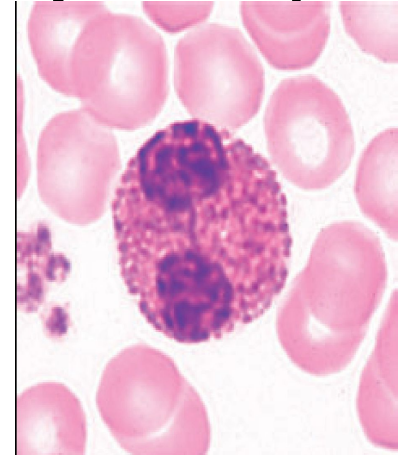
незернистые

- Лейкограмма здорового человека характеризуется постоянством и имеет следующий вид:
- **эозинофилов - 0,5-5%,**
- **базофилов 0-1%,**
- **нейтрофилов 46-76%,**
- **лимфоцитов - 18-40%,**
- **моноцитов 2-10%.**



# Эозинофилы (микрофаги)

- функция – фагоцитоз-разрушение токсинов белкового происхождения
- ↑ при глистной инвазии, аллергических состояниях,.



# Базофилы

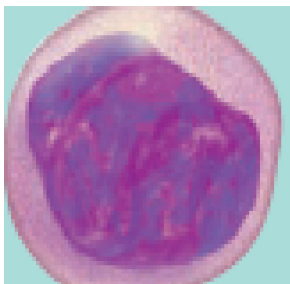
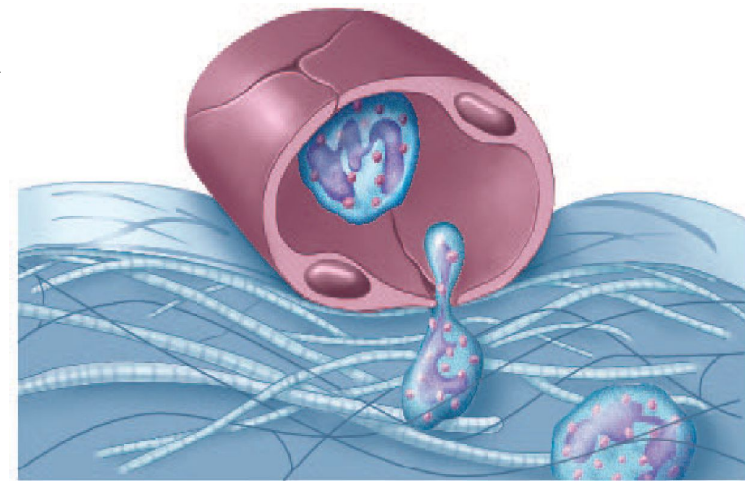
- Продуцируют - гистамин, гепарин. Гепарин препятствует свертыванию крови в очаге воспаления, а гистамин расширяет капилляры, что способствует рассасыванию и заживлению. В этом заключается физиологический смысл увеличения количества базофилов в заключительную фазу острого воспаления.

# Нейтрофилы

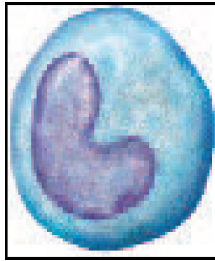
- Фагоциты - защищают организм от микробов и токсинов.

В зависимости от формы ядра их делят

- на юные 1%,
- палочкоядерные - 1-5%,
- сегментоядерные 45-70%.

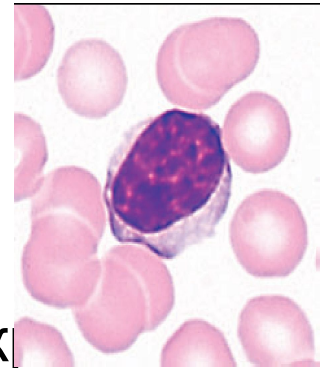


# Моноциты



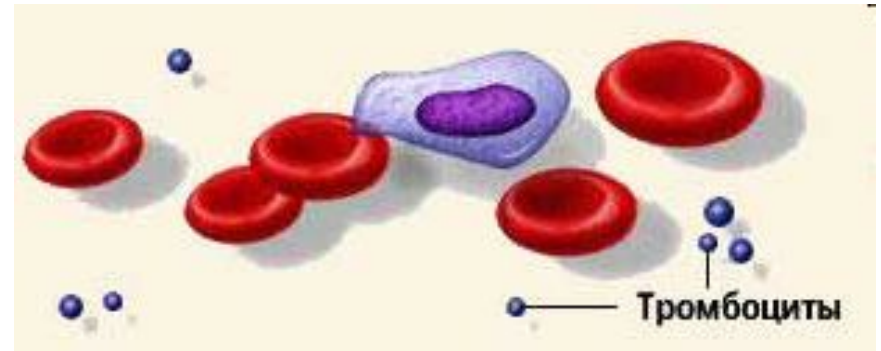
- фагоцитарная активность максимальна в кислой среде, в которой нейтрофилы теряют активность.
- очищают очаг воспаления и подготавливают место для регенерации ткани

# Лимфоциты



- обладают большим сроком жизни (до 20 лет и более) и способностью не только проникать из крови в ткани, но и возвращаться обратно в кровь. Основная функция - участие в реакциях специфического иммунитета - клеточного и гуморального.

# Тромбоциты или кровяные пластинки



- плоские клетки неправильной округлой формы, размером  $<$  половины эр., не имеют ядер
- Количество =  $180 - 320 \times 10^9 / \text{л}$ , или 180 000 – 320 000 в 1 мкл.

# Свойства тромбоцитов:

- фагоцитоз
- амебовидная подвижность
- агрегации - свойство тромбоцитов прилипать друг к другу,
- адгезия - способность тромбоцитов прилипать к чужеродной поверхности



При соприкосновении с чужеродной поверхностью они распластываются и выпускают псевдоподии

# Главная функция тромбоцитов —

- участие в процессе свертывания крови (гемостазе) — важной защитной реакции организма, предотвращающей большую кровопотерю при ранении сосудов,
- за счет образования тромбоцитарных факторов, участвующие во всех этапах свертывания крови
- факторы тромбоцитов принято обозначать арабскими цифрами:  $P_1$ - $P_{12}$  (от англ. Platelet - пластинка)

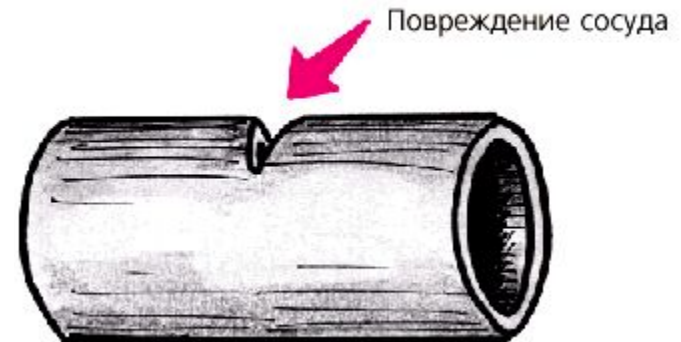
# ***Сосудисто-тромбоцитарный гемостаз***

- – первичная остановка кровотечения
- обеспечивает гомеостаз в наиболее часто травмируемых мелких сосудах с низким артериальным давлением.
  
- Состоит из 5 этапов:

# 1. Спазм поврежденных сосудов,

возникает под влиянием

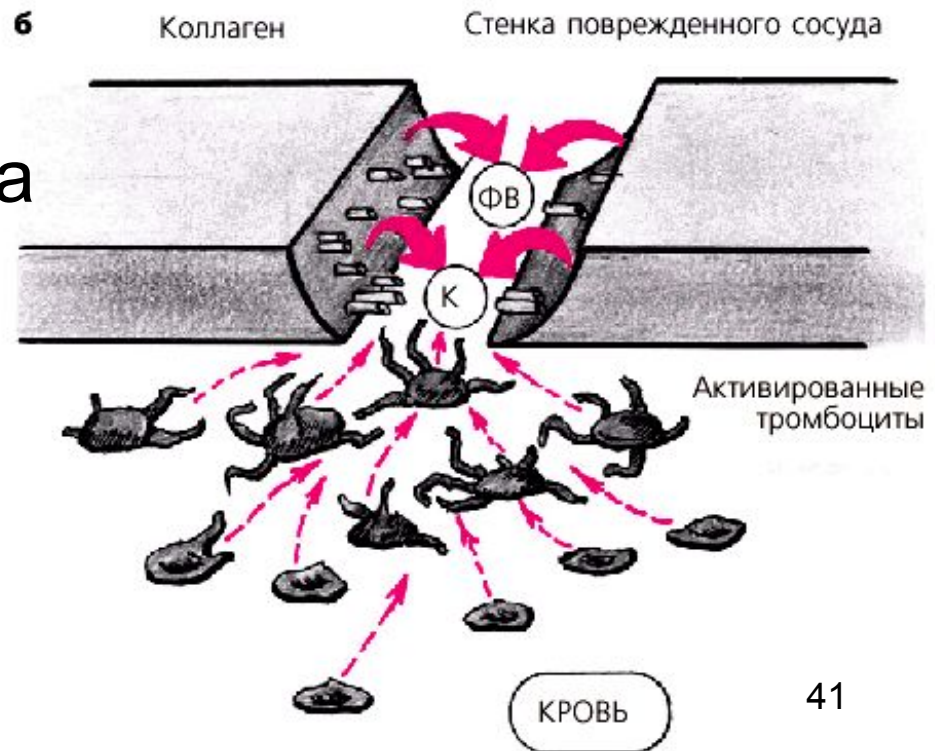
- сосудосуживающих веществ, высвобождающих из тромбоцитов (адреналин, норадреналин, серотонин)
- - активации симпатoadреналовой системы (в ответ на боль)





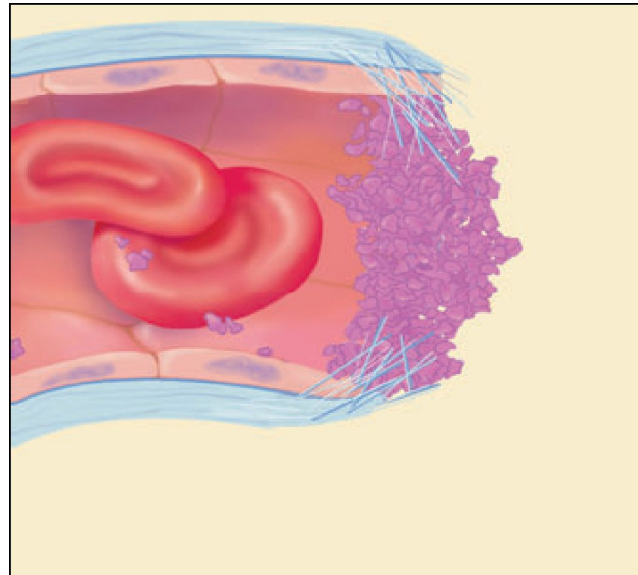
## 2. Адгезия (прилипание) тромбоцитов к раневой поверхности, в результате

- 1) они имеют рецепторы, с помощью которых прикрепляются к фактору Виллибранта, коллагену в зоне повреждения
- 2) в зоне повреждения меняется «-» эл. заряд внутренней стенки сосуда на «+». Тромбоциты, несущие на своей поверхности «-» заряд, прилипают к травмированному участку.  $t = 3-10$  секунд.

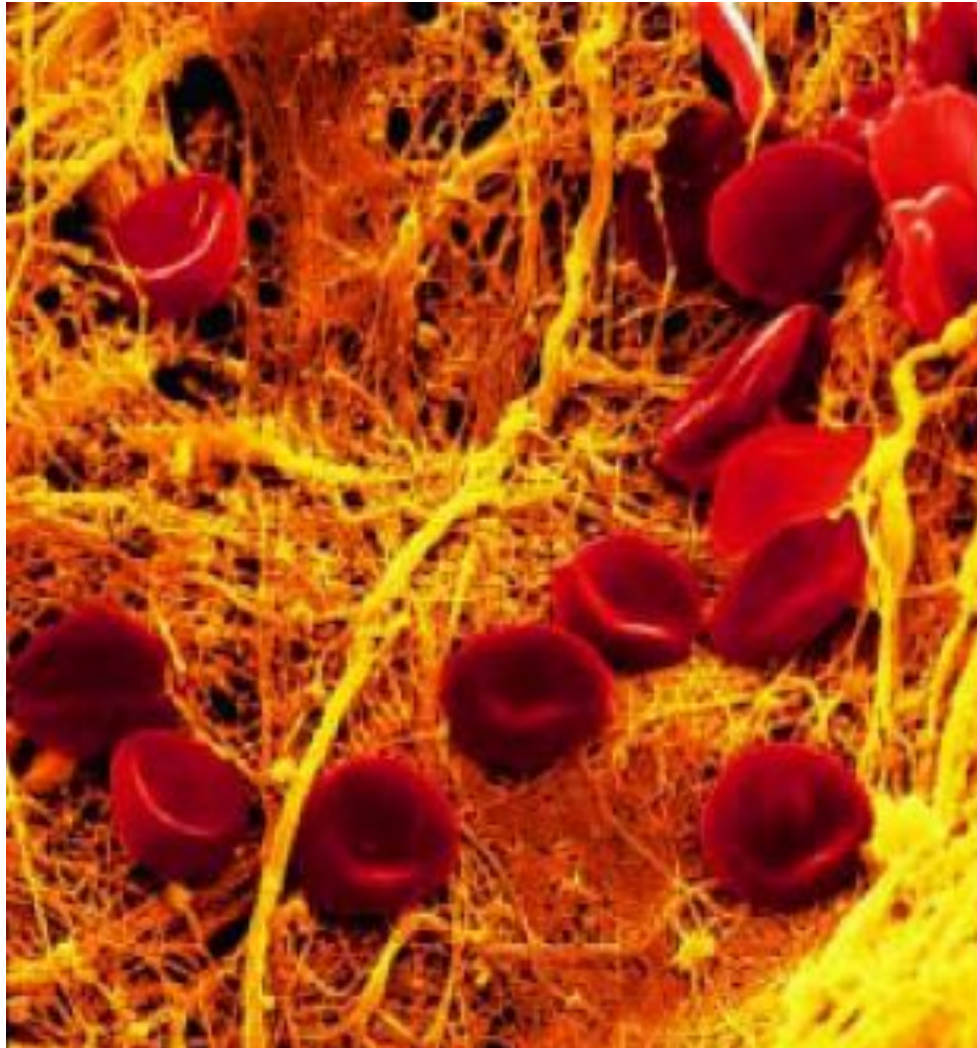


### 3. Обратимая агрегация (скупивание) тромбоцитов у места повреждения.

- начинается одновременно с адгезией, в результате образуется рыхлая тромбоцитарная пробка, через которую проходит плазма крови.

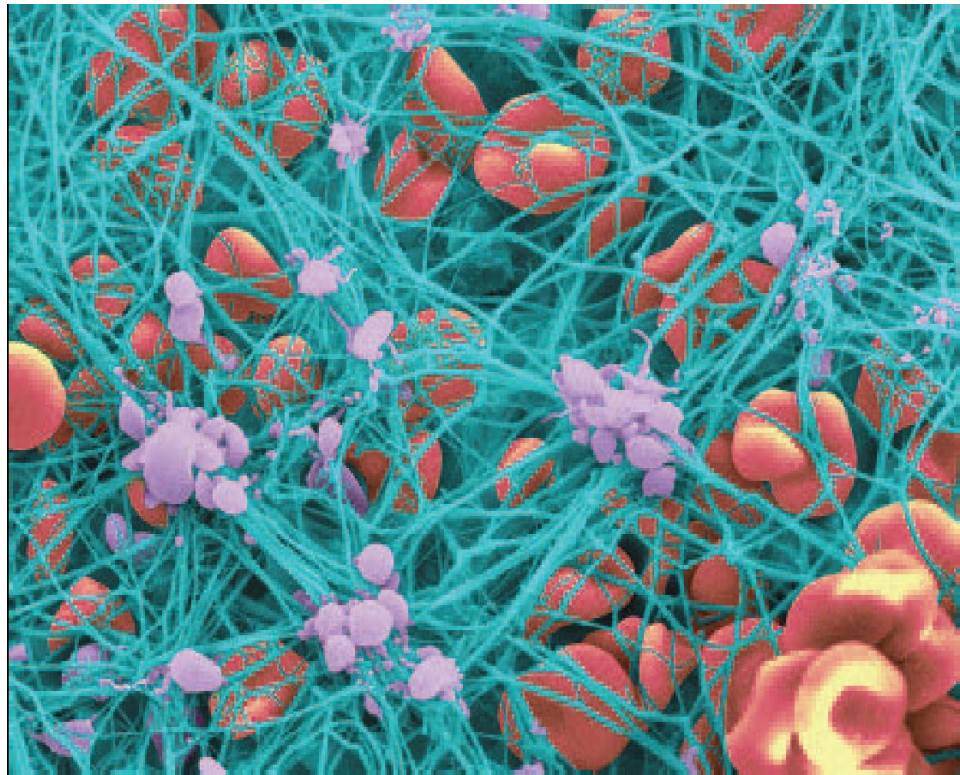


**Сканирующая электронная микрография кровяного тромба (X 3600).  
Фиброзные мостики, образующие сеть между клетками  
эритроцитами и нитями фибрина**



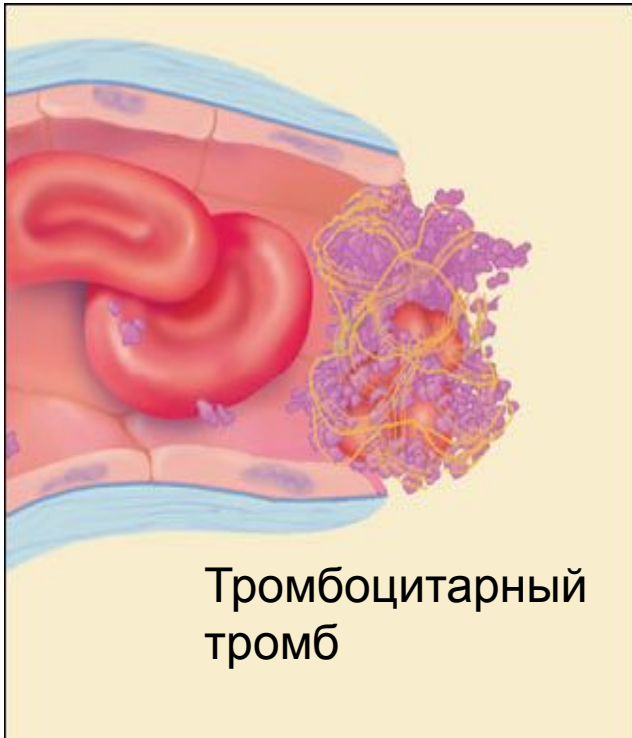
# 4. Необратимая агрегация тромбоцитов

- Тромбоциты теряют свою структурность и сливаются в гомогенную массу, образуя пробку, непроницаемую для плазмы крови.
- На агрегатах тромбоцитов образуется небольшое количество нитей фибрина, в сетях которого задерживаются форменные элементы крови.



# 5. Ретракция тромбоцитарного тромба, т.е. уплотнение и закрепление

- тромбоцитарной пробки в поврежденном сосуде за счет фибриновых нитей



Одновременно с ретракцией тромба начинается постепенное ферментативное растворение его, в результате восстанавливается просвет закупоренного сгустком сосуда

# Этапы сосудисто-тромбоцитарного гемостаза



1. Спазм поврежденного сосуда

1. Spasm of vessel occurs



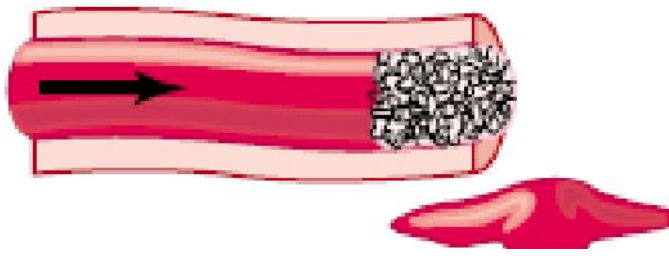
2. Адгезия тромбоцитов

2. Platelets adhere



3. Агрегация тромбоцитов

3. Platelets aggregate



4. Образование тромбоцитарного тромба



5. Ретракция тромба

5. Clot retraction occurs

# *Факторы, ускоряющие процесс свертывания крови:*

- разрушение форменных элементов крови и клеток тканей
- ионы кальция
- тромбин
- витамин К (участвует в синтезе протромбина)
- тепло (свертывание крови является ферментативным процессом)
- адреналин.

# *Факторы, замедляющие свертывание крови:*

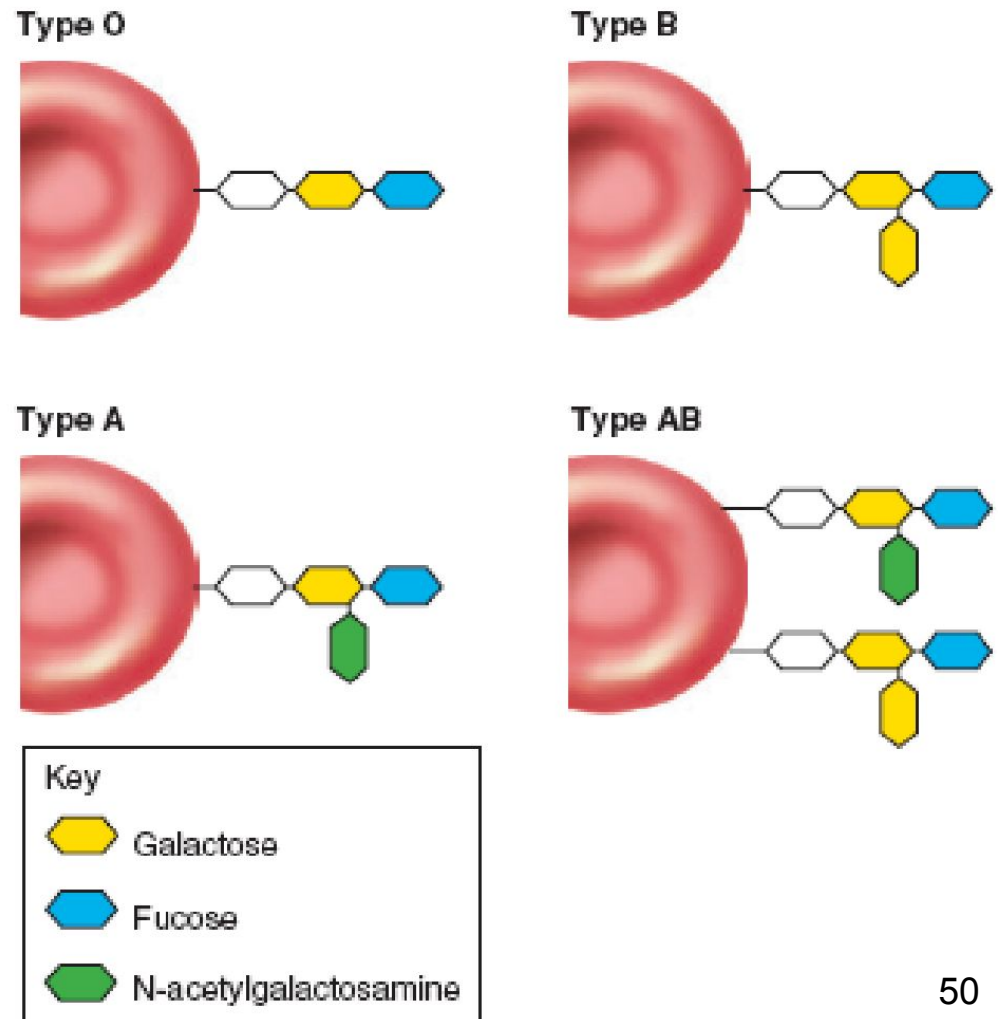
- устранение механических повреждений форменных элементов крови
- цитрат натрия (осаждает ионы кальция);
- гепарин
- Гирудин (слюне пиявок)
- понижение температуры
- плазмин.



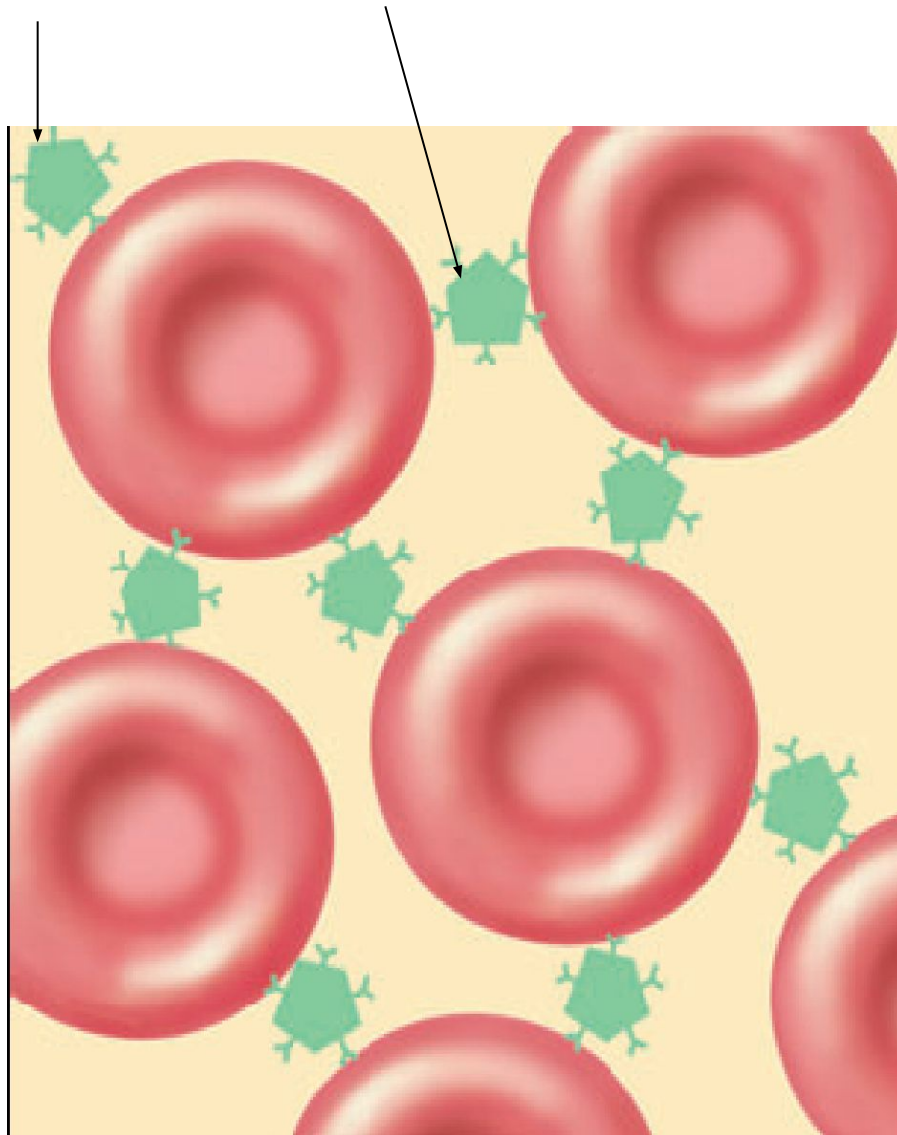
# ГРУППЫ КРОВИ

- в основе деления крови на группы лежит реакция агглютинации (склеивания эритроцитов), которая обусловлена наличием агглютиногенов в эритроцитах и агглютининов в плазме крови.
- Выделяют два основных агглютиногена А и В и два агглютинина альфа и бета (гамма-глобулины).

- Агглютиногены в эритроцитах – олигосахариды



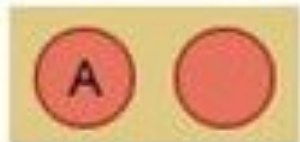
# Агглютинины в плазме



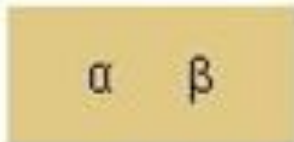
# Выделяют 4 основных группы:

- 1 (O) - агглютиногенов в эритроцитах нет, в плазме содержатся агглютинины альфа и бета.
- 2 (A) - в эритроцитах агглютиноген A, в плазме агглютинин бета
- 3 (B)- в эритроцитах агглютиноген (B), в плазме агглютинин альфа
- 4 (AB) в эритроцитах агглютиногены AB, в плазме агглютиногенов нет
- Реакция агглютинации происходит при встрече одноименных агглютиногенов и агглютининов (например, A и альфа, B и бета). Исходя из этого было разработано правило переливание крови:

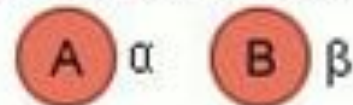
Агглютиногены



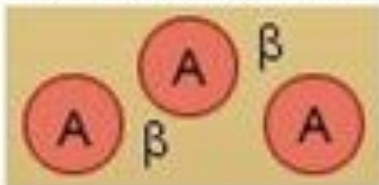
Агглютинины



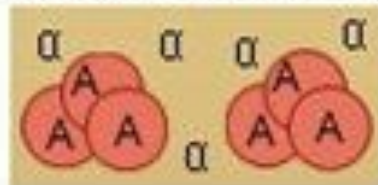
Одноименные агглютиногены и агглютинины



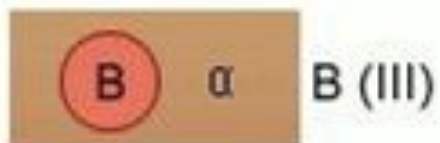
Отсутствие агглютинации



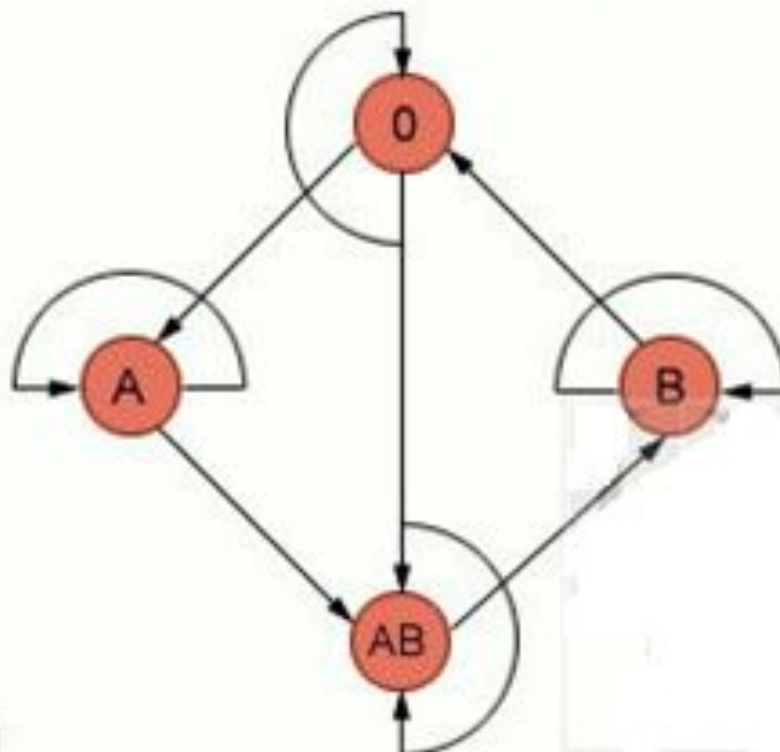
Наличие агглютинации



а



б



в

# Резус- фактор

- Среди агглютиногенов, не входящих в систему АВО одним из первых был обнаружен резус-агглютиноген (резус-фактор. Кровь, в которой содержится резус фактор, называется резус-положительной (у 85% людей), а в которой отсутствует резус-отрицательной.
- Знание о резус-факторе имеет значение при переливании крови, а также в акушерстве и гинекологии.
- При беременности, если кровь матери Р-, а кровь плода Р+, то проникая в организм матери резус-агглютиногены вызывают у нее образование антител, которые диффундируя в кровь плода вызывают агглютинацию его эритроцитов с последующим его гемолизом.