

Система крови.

Количество. Состав.

Функции. Кроветворение.

Плазма. Сыворотка крови.

Эритроциты. Гемолиз.

Гемоглобин и его соединения. Количество. Функции.

СОЭ.

Лейкоциты. Количество. Лейкоцитарная формула.

Функции.

Тромбоциты.

Свертывающая и противосвертывающая системы

Группы крови и резус-фактор.

Гемотрансфузиология

Кровь (sanguis, греч. haima)

- - жидкая ткань, циркулирующая по сосудам, осуществляющая транспорт многих веществ в организме и обеспечивающая питание и обмен во всех клетках тела. Учение о системе крови - **гематология**.
- У многоклеточных организмов большинство клеток не контактируют с внешней средой, их жизнедеятельность обеспечивается внутренней средой. Из нее они получают необходимые для жизни вещества и выделяют в нее продукты обмена. Для внутренней среды организма характерно постоянство состава - **гомеостаз**



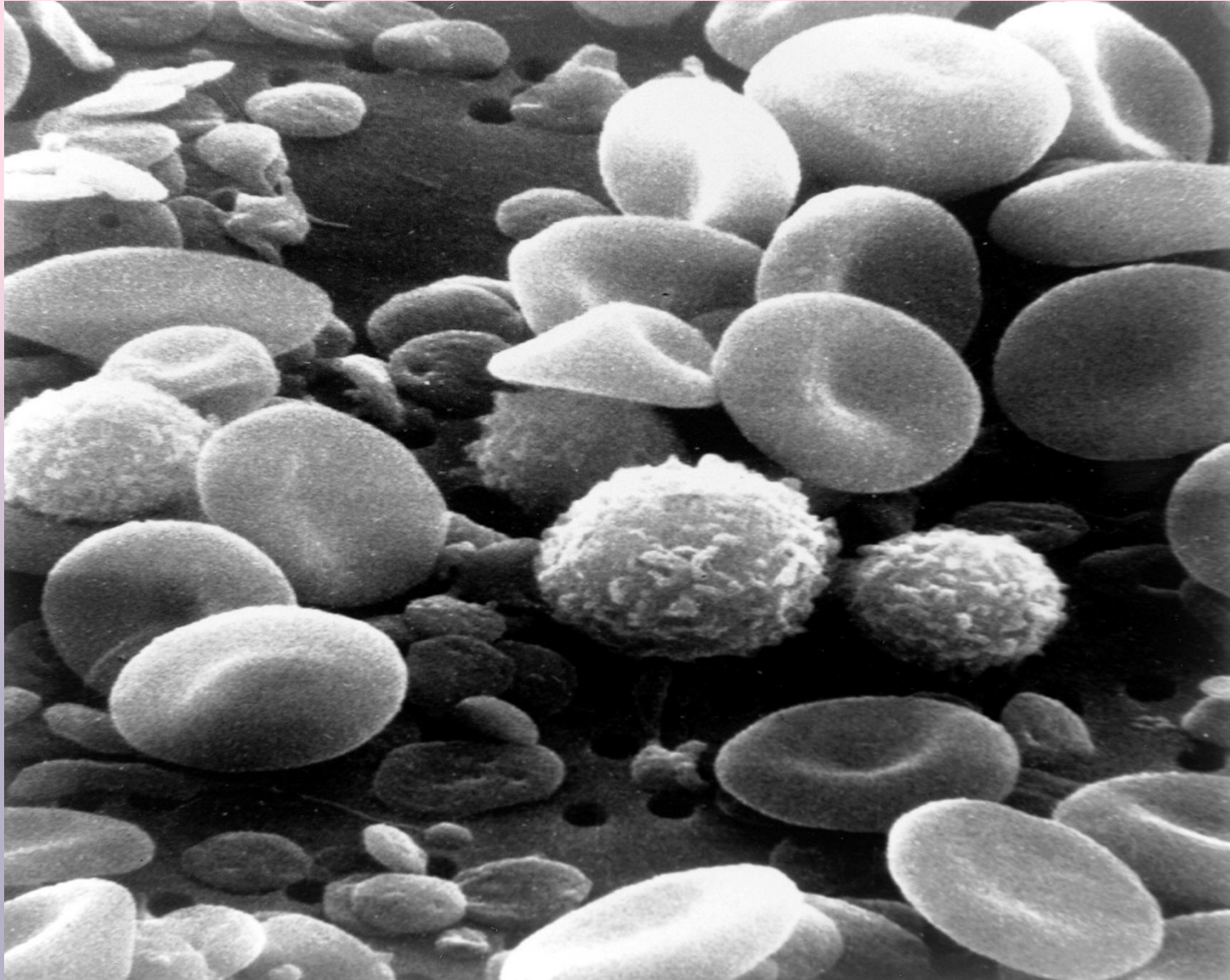
-Death of the Vampire-

- **Понятие «система крови»:** кровь, органы кроветворения (красный костный мозг, лимфатические узлы), органы кроверазрушения и механизм регуляции
- Функции крови:**

- **дыхательная** - перенос кислорода и углекислого газа
- **трофическая** - доставка питательных веществ, витаминов, солей и воды
- **выделительная** - удаление из тканей продуктов метаболизма

- **терморегуляторная** - регуляция температуры тела
- **гомеостатическая** - поддержание констант гомеостаза
- **защитная** - участие в клеточном (лейкоциты), гуморальном (антитела) иммунитете, в свертывании для прекращения кровотечения

МИКРОСКОПИЧЕСКИЙ ВИД



СОСТАВ ЦИРКУЛИРУЮЩЕЙ КРОВИ



Плазма - 60 %

Форменные элементы - 40%

Гематокрит (Ht) - доля форменных элементов в общем объеме (%) (Депонированная кровь - обратное соотношение)

Общее количество 6 - 8 % от массы тела или 4,5 - 6 литров

Плотность - 1.05

Вязкость - в пять раз выше вязкости воды, у плазмы в два

Плазма

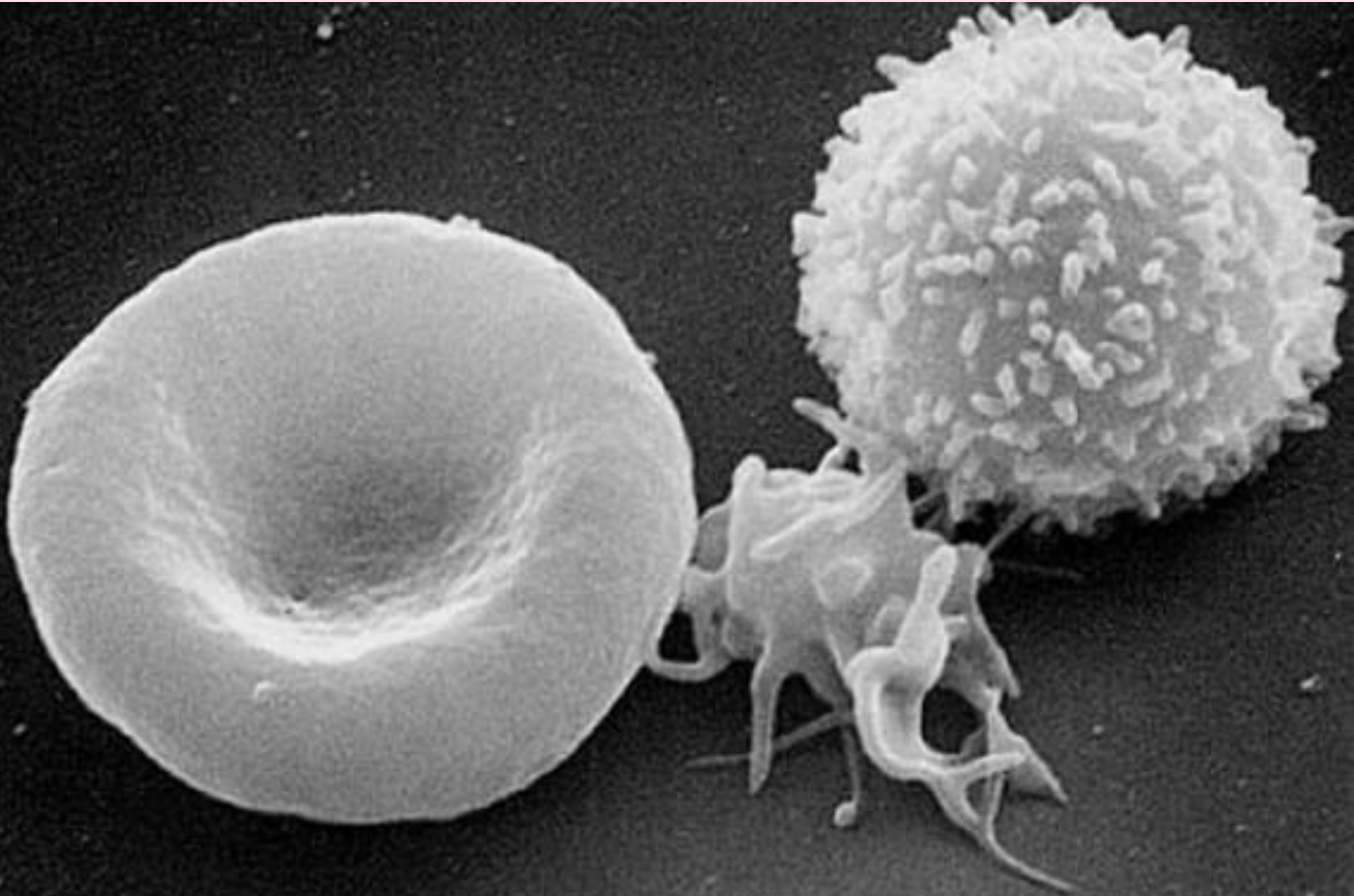
- 91% воды и 9 % сухой остаток: органика - 8% и 1 % минеральные соли. Органика плазмы: белки и азотсодержащие соединения. Белки в трех фракциях:
- **альбумины** создают **онкотическое давление**, переносят лекарства, витамины, гормоны
- **глобулины** обеспечивают иммунные реакции, транспорт глюкозы, железа
- **фибриноген** участвует в свертывании крови.

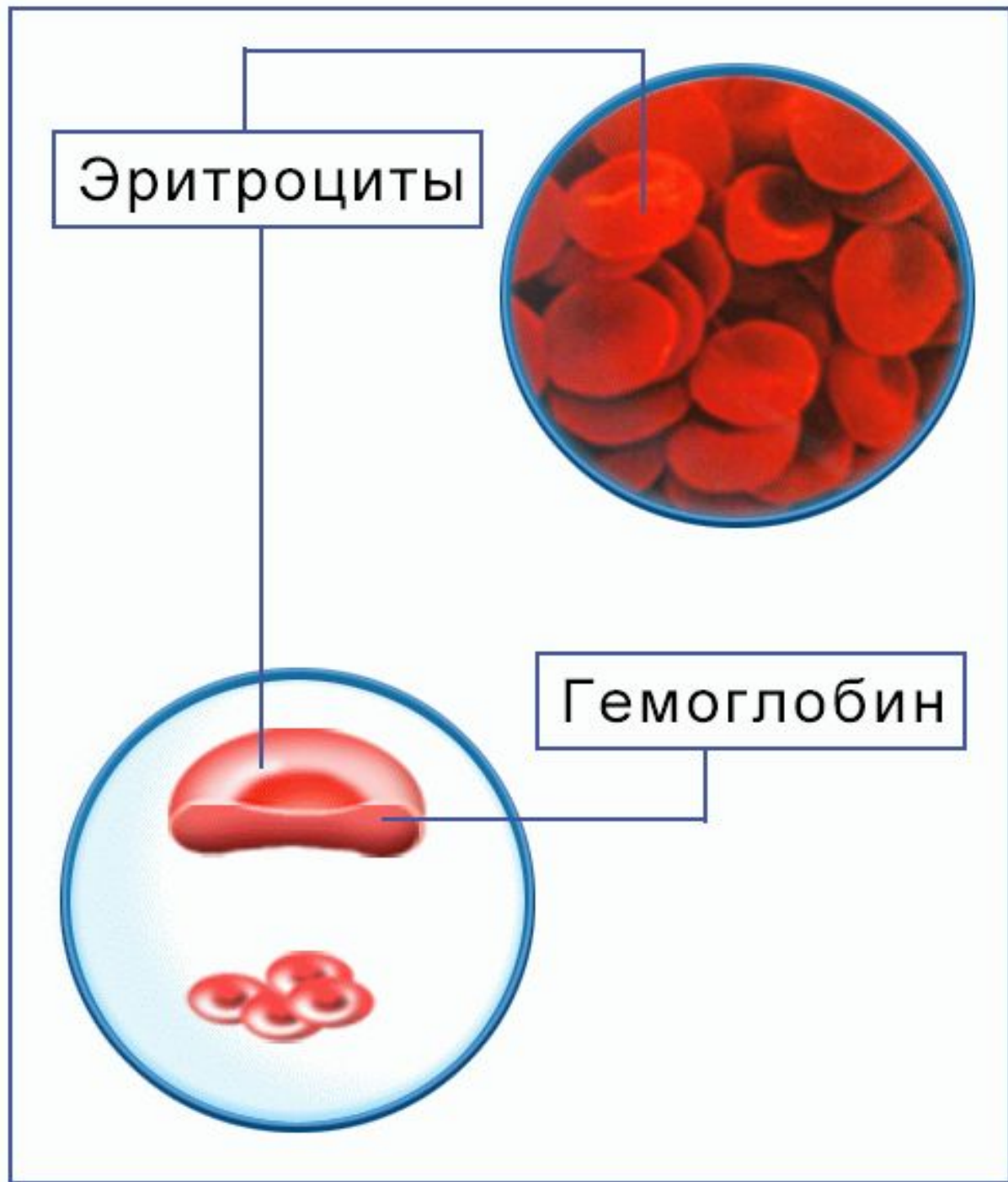
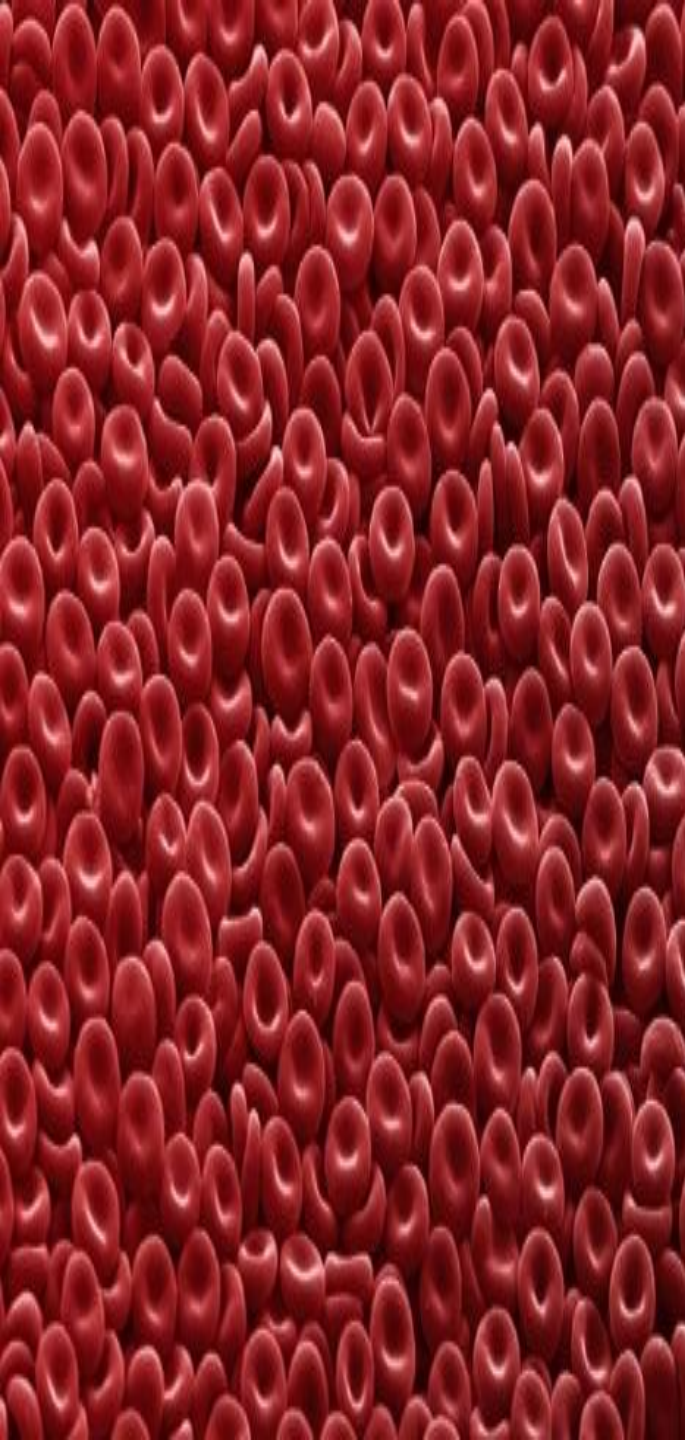
- Азотсодержащие соединения: аминокислоты и продукты белкового обмена (мочевина, мочевая кислота и креатинин)
- Неорганика: Na, K, Ca и Cl, HCO₃, HPO₄. Соли создают **осмотическое давление** плазмы, такое же давление создает 0,9 % раствор (изотонический) Na Cl.
- Белки создают **онкотическое давление**, микроскопическое по сравнению с осмотическим, но **не менее важное!!!**

Кислотно – щелочное равновесие

- В интервале рН 7,36-7,42 (слабощелочная реакция) возможно оптимальное течение обмена веществ. Сдвиг реакции крови в кислую сторону - **ацидоз**, в щелочную - **алкалоз**.
- Поддержание постоянства реакции крови в норме обеспечивают буферные системы крови (буферная система гемоглобина, карбонатная буферная система, фосфатная и белковая)

КЛЕТКИ: эритроцит, тромбоцит, лейкоцит.





Эритроцит (греч. erythros - красный)

- безъядерная клетка с гемоглобином в форме двояковогнутого диска средним диаметром 8 мкм. Образуются в **ККМ** (**эритробласт-ретикулоцит-эритроцит**). Продолжительность жизни - до 120 дней. В норме в 1 мкл крови у **мужчин содержится 4,5 - 5,1** млн. эритроцитов, у **женщин - 3,7 - 4,5** млн. (или на 10 в 12 / л), у новорожденных - **6** млн.
- **Функции эритроцитов:**
- **дыхательная** - за счет Hb
- **буферная** - поддержание рН крови

ГЕМОЛИЗ - разрушение эритроцитов с выходом гемоглобина в плазму

ВИДЫ ГЕМОЛИЗА

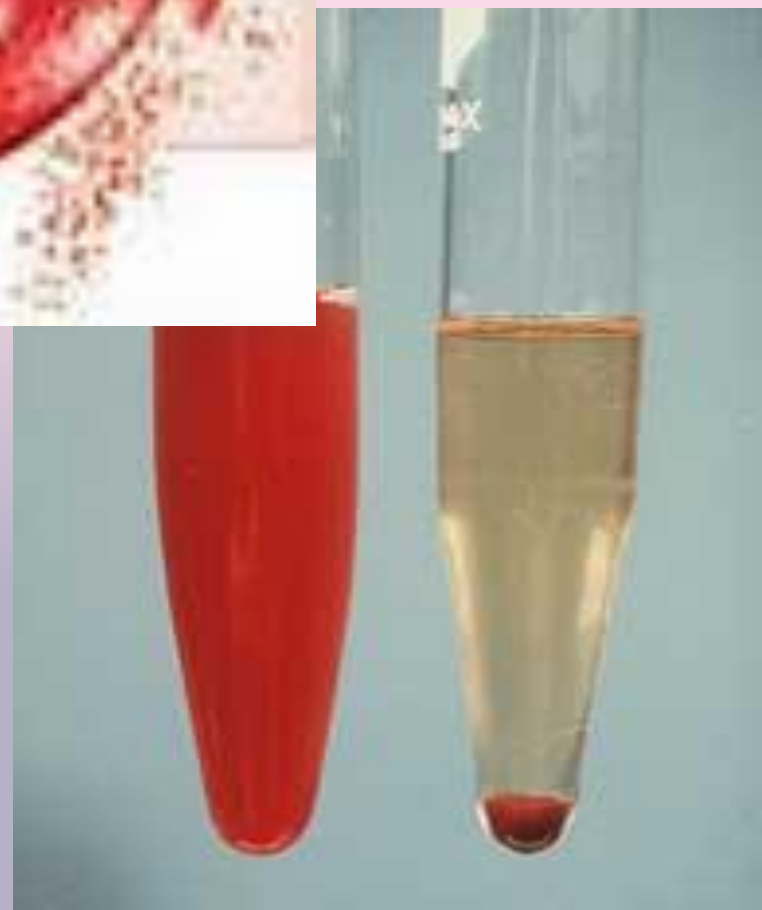
Физический:

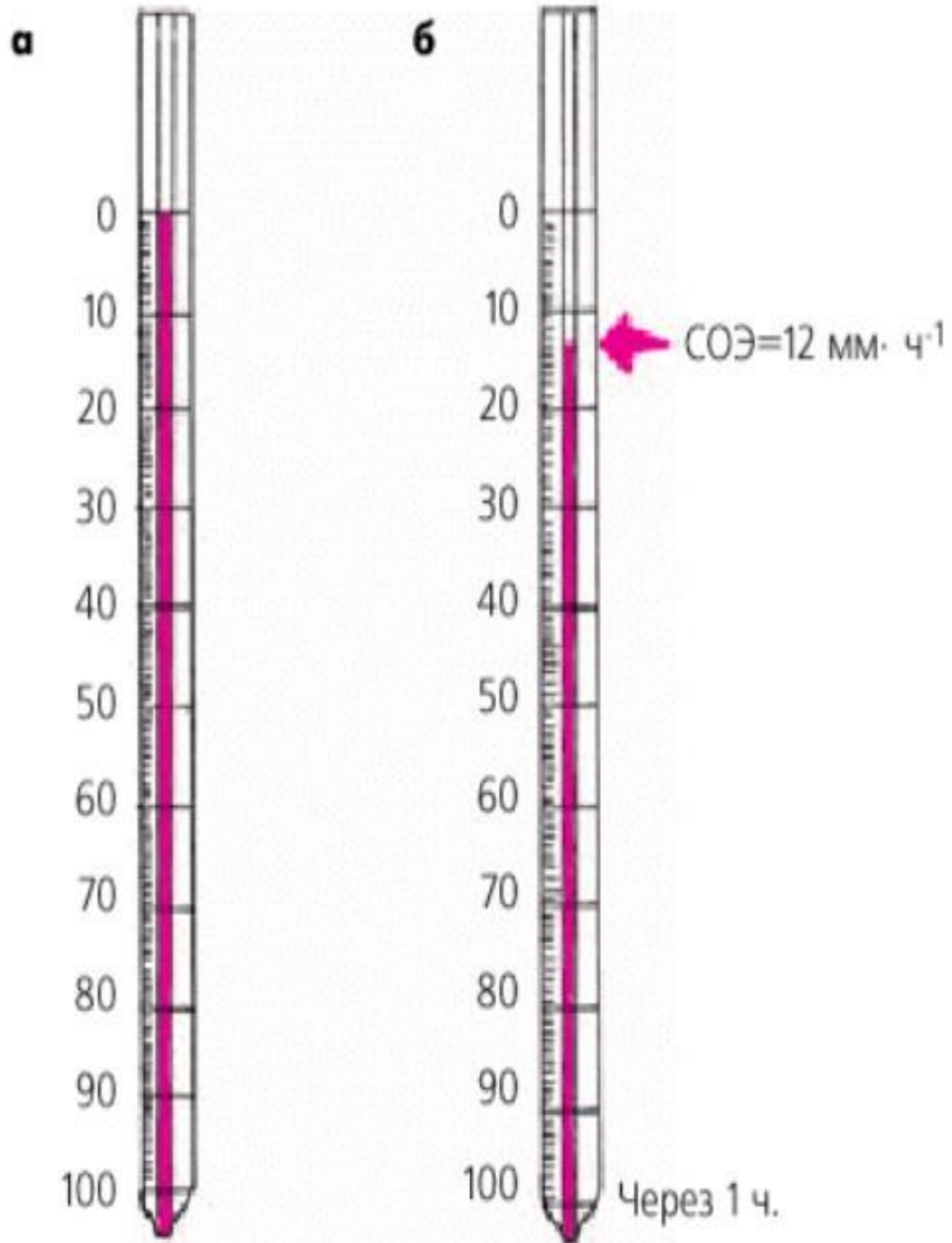
Термический
Механический
Осмотический
Химический



Биологический

«ЛАКОВАЯ КРОВЬ» -
результат гемолиза

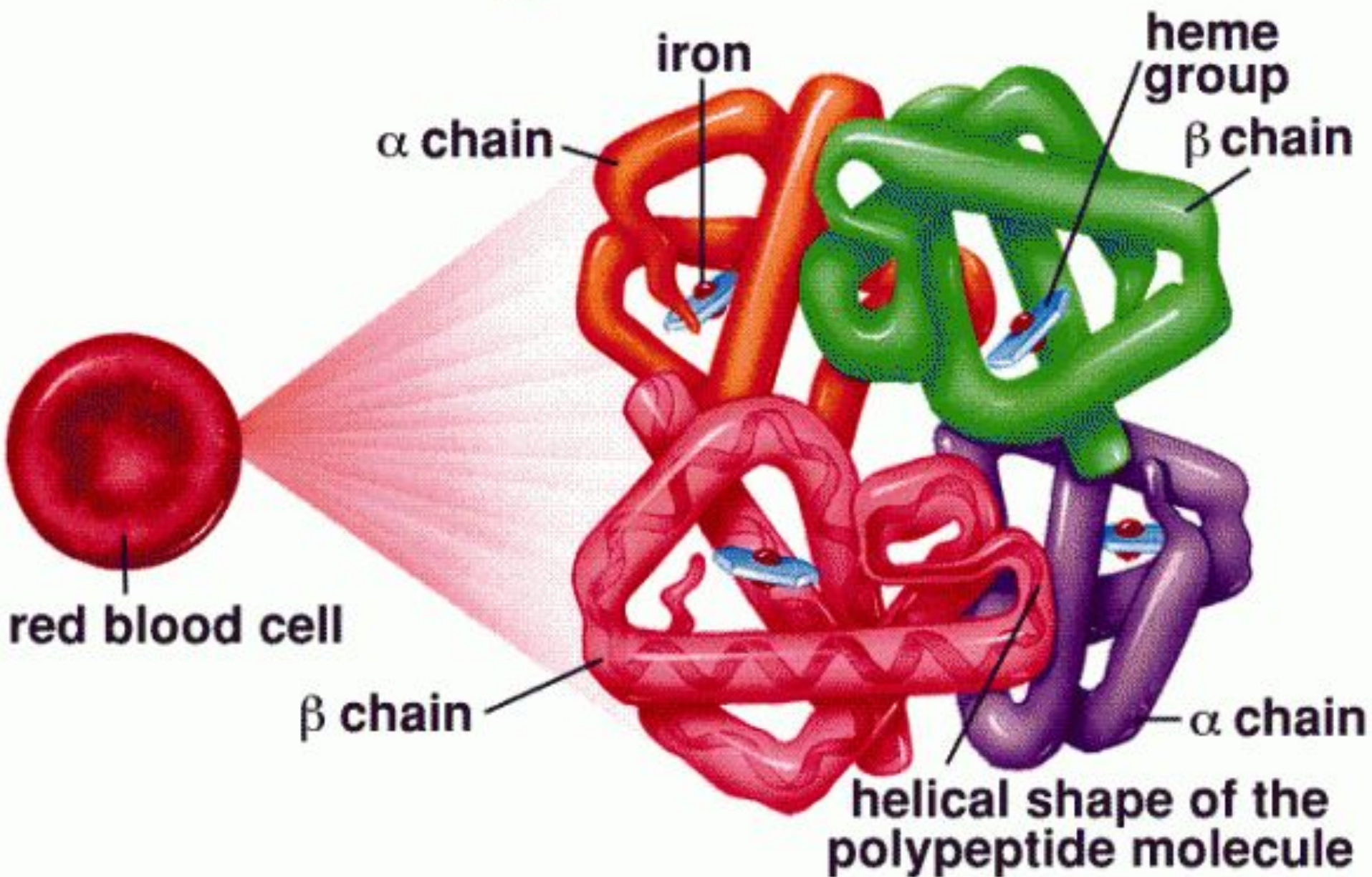




СОЭ

- М – 1 -10 мм/ч
- Ж – 2 – 15 мм/ч
- Зависит от глобулинов
- Возрастает при воспалении и беременности

Hemoglobin Molecule



- **Гемоглобин (Hb)** - соединение, состоящее из белка глобина и четырех молекул гема. В каждом геме по атому железа способного присоединять и отдавать кислород.
- Содержание **Hb у мужчин в норме 130-160 г/л, у женщин - 120-140 г/л.** Разница из-за андрогенов, как и в случае с количеством эритроцитов. **Hb** образуется в **ККМ**. При разрушении эритроцитов он после отщепления гема превращается в билирубин и с желчью поступает в кишечник, где превращается в стеркобилин и уробилиноген.

- **Виды Hb:**
- **Фетальный гемоглобин (Hb F)** - гемоглобин плода. Имеет большее сродство к кислороду, чем взрослый гемоглобин. У новорожденного ребенка - 80% этого гемоглобина
- **Гемоглобин взрослых (Hb A)** - у новорожденного 20%, у взрослого 99%

- **Физиологические соединения Hb:**
- **Оксигемоглобин (Hb O₂)** - присоединивший O₂. В артериальной крови, придает ей ярко-алый цвет
- **Дезоксигемоглобин (Hb)** - оксигемоглобин, отдавший O₂. В венозной крови, которая имеет темно-красный цвет
- **Карбгемоглобин (Hb CO₂)** - соединение с углекислым газом; содержится в венозной крови
- **Гликированный (Hb1C)** - связывающий глюкозу, его содержание важно при лечении диабета

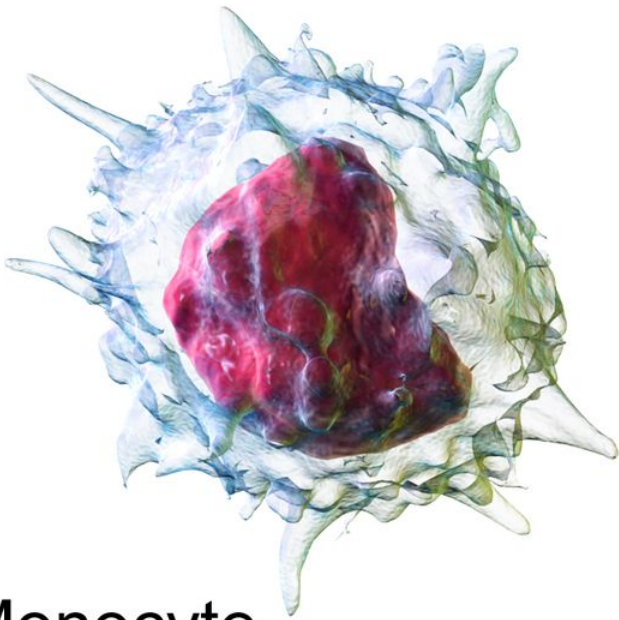
- Патологическое соединение Hb:
- Карбоксигемоглобин (Hb CO) - соединение гемоглобина с угарным газом

Лейкоцит (греч. leukos - белый), белое кровяное тельце - бесцветная клетка с ядром. Крупнее эритроцита. Образуются в красном костном мозге, лимфоузлах и селезенке. В 1 мкл крови человека в **норме содержится 4-9 тысяч** лейкоцитов.

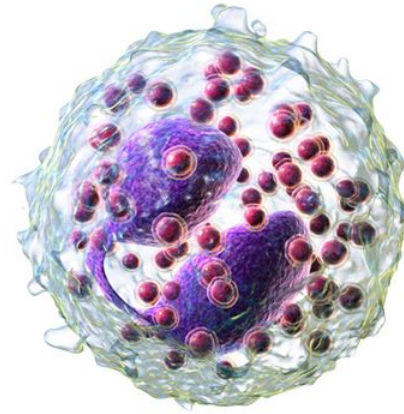
Увеличение количества лейкоцитов в крови - **лейкоцитоз**, уменьшение - **лейкопения**. Живут не больше месяца, кроме лимфоцитов (более 20 лет).

Лейкоциты делят на **гранулоциты (зернистые)** и **агранулоциты (незернистые)**.

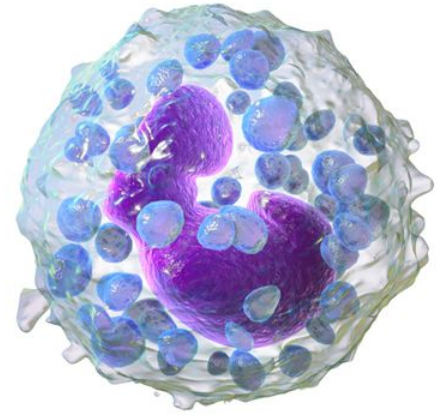
Гранулоциты: нейтрофилы, эозинофилы и базофилы. Агранулоциты: лимфоциты и моноциты



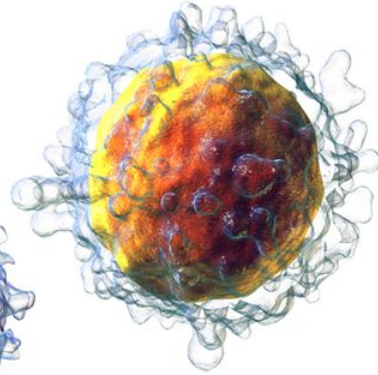
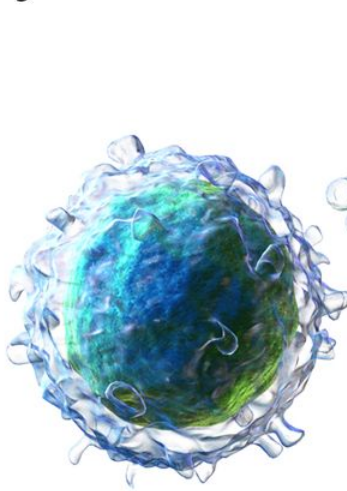
Monocyte



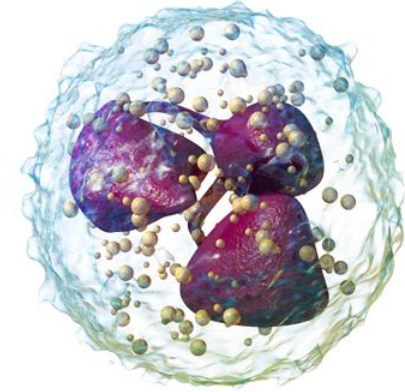
Eosinophil



Basophil



Lymphocytes



Neutrophil

White Blood Cells

Лейкоцитарная формула здорового человека (в %)

Гранулоциты

Агранулоциты

Нейтрофилы

юные Палочко- Сегменто-
ядерные ядерные

Базофилы

Эозинофилы

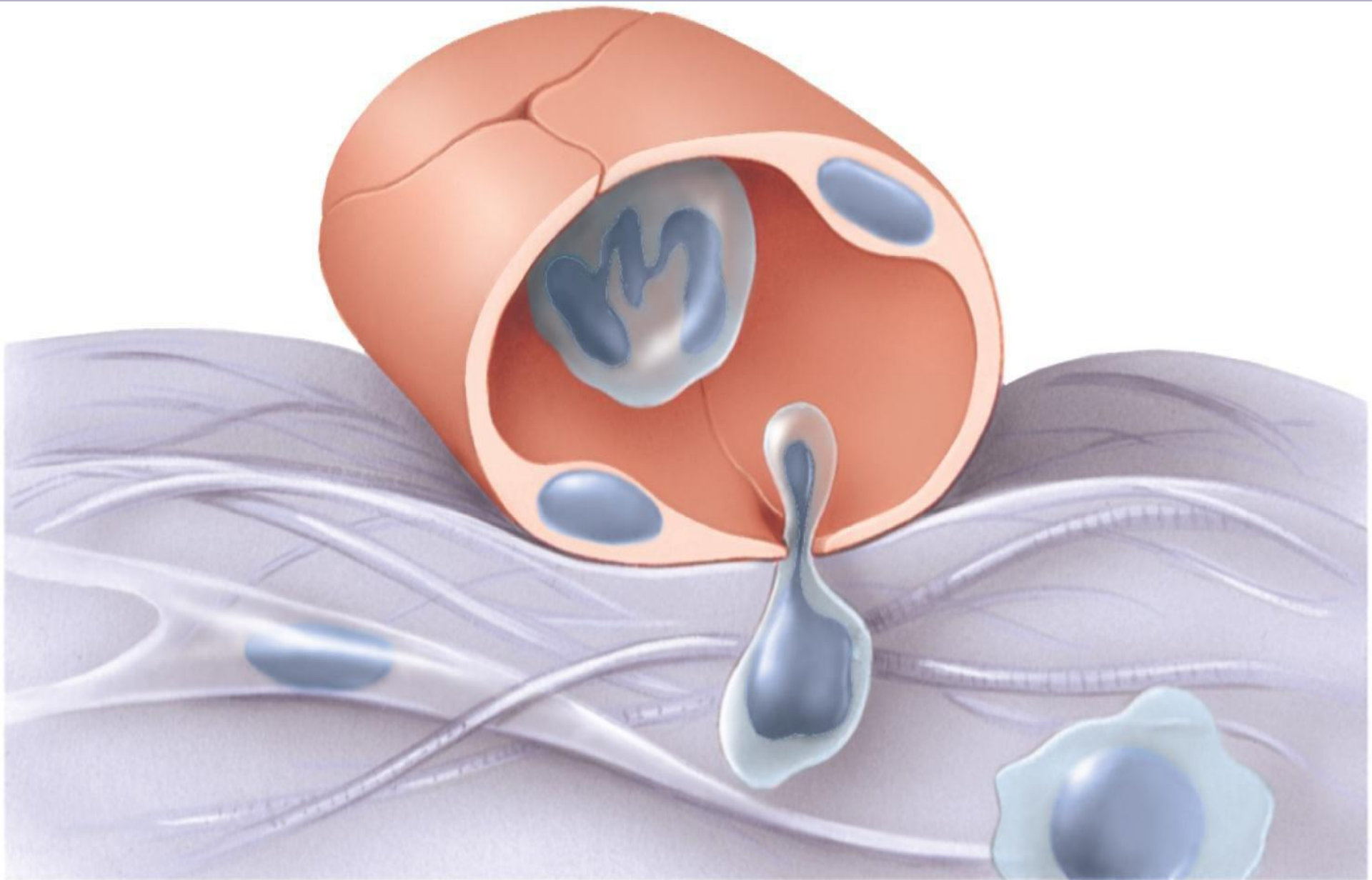
Лимфоциты

Моноциты

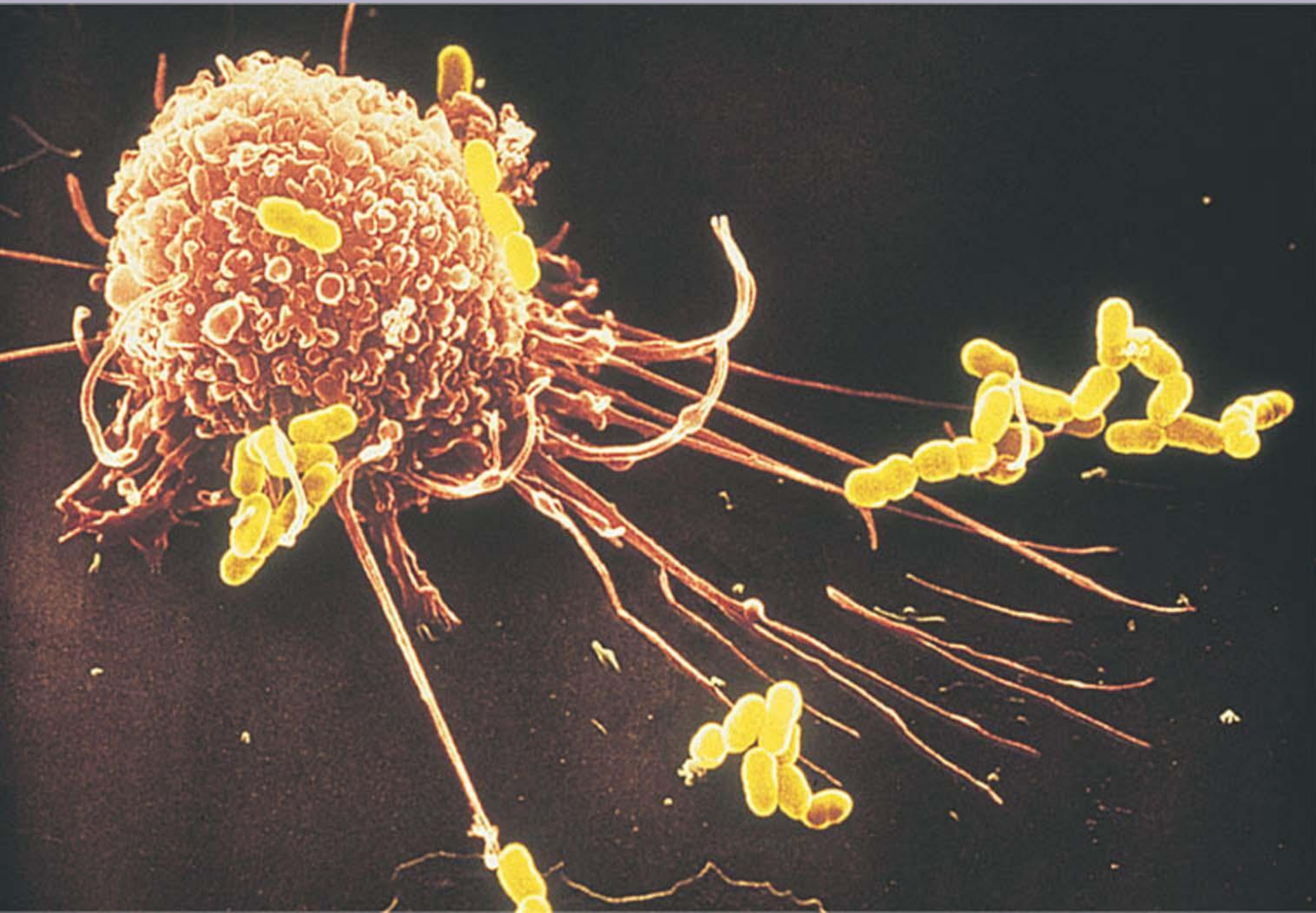
0 – 1 1 – 5 45 – 65 0 – 1 1 – 5 25 – 40 2 – 8

- Все виды лейкоцитов обладают тремя важнейшими свойствами:
- **амебовидная подвижность** - передвигаются за счет образования ложноножек
- **диapedез** - способность выходить через неповрежденную стенку сосуда
- **фагоцитоз** - способность захватывать и переваривать инородные тела и микроорганизмы

Диапедез лейкоцита



Псевдоподии и фагоцитоз



Специализация лейкоцитов:

- Гранулоциты:
- **Нейтрофилы** - фагоцитоз в крови и в тканях. Первыми появляются в очаге воспаления, поглощают до 20 микробных тел. Погибая, становятся клеточной основой гноя.
- **Базофилы** - вырабатывают гепарин и гистамин. В тканях становятся тучными клетками
- **Эозинофилы** - поглощают чужеродные белки при аллергических реакциях. Увеличение их количества - **эозинофилия**

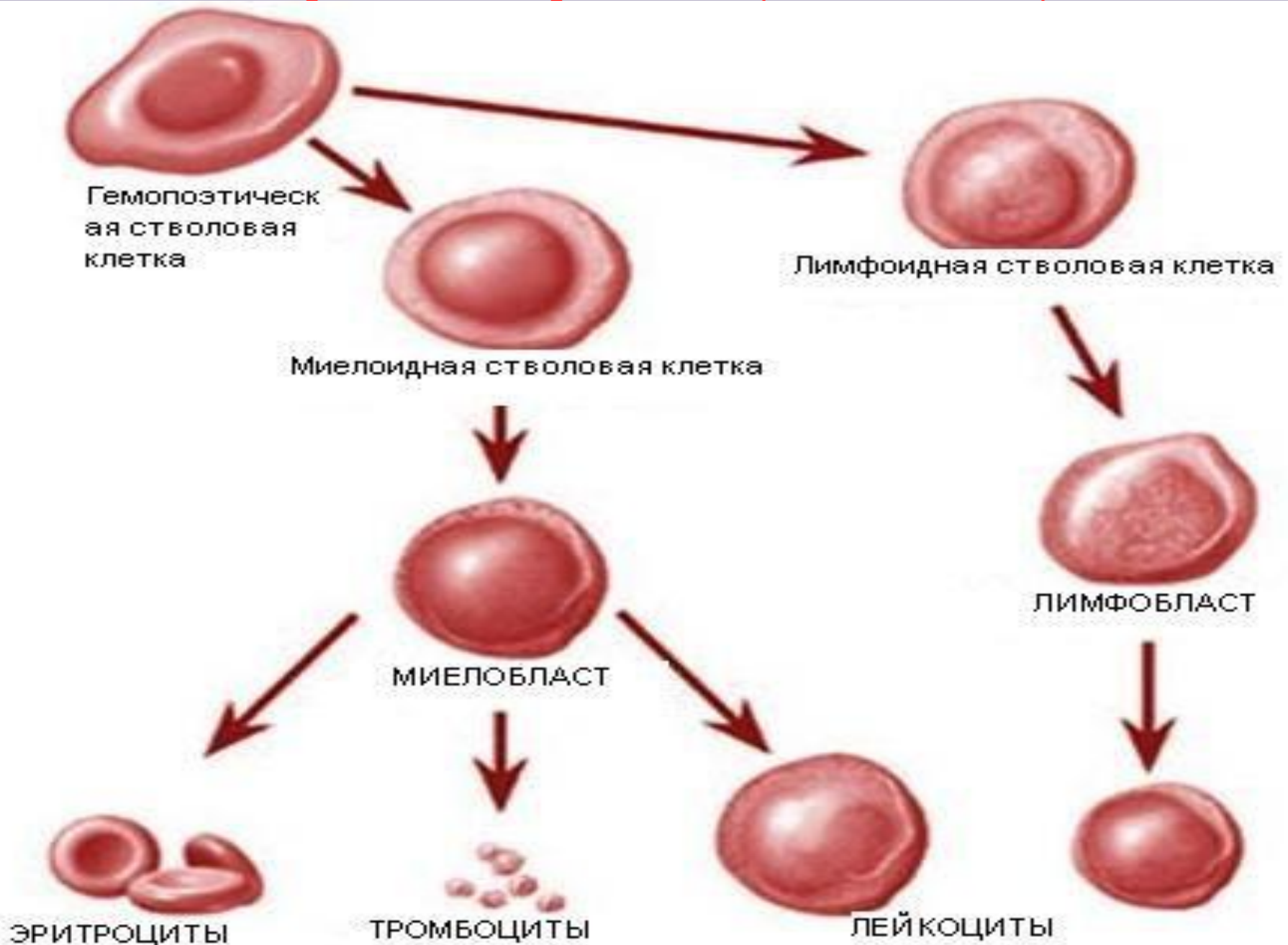
- **Агранулоциты:**
- **Лимфоциты** - только они способны возвращаться обратно из тканей в сосуды. Главные иммунные стражники организма.
- **Моноциты** - самые мощные фагоциты (до 100 микробных тел), работают в кислой среде в разгар воспаления

Тромбоциты (кровяные пластинки)

- - участвующие в свертывании крови форменные элементы, необходимы для поддержания целостности сосудистой стенки. Безъядерное образование (до 5 мкм), образуются в красном костном мозге. Живут до 14 дней.
- В 1 мкл крови у человека в норме **200 - 400 тысяч тромбоцитов**. Увеличение количества - **тромбоцитоз**,
уменьшение - **тромбоцитопения**

- **Основные свойства тромбоцитов:**
- **Прилипание** к чужеродной поверхности и **склеивание** между собой
- **легкая разрушаемость**, с выделением различных биологически активных веществ: серотонин, адреналин и факторов свертывания.
- **Функции тромбоцитов:**
- **Участие в свертывании**
- **питание эндотелия**

Кроветворение (гемопозэ)



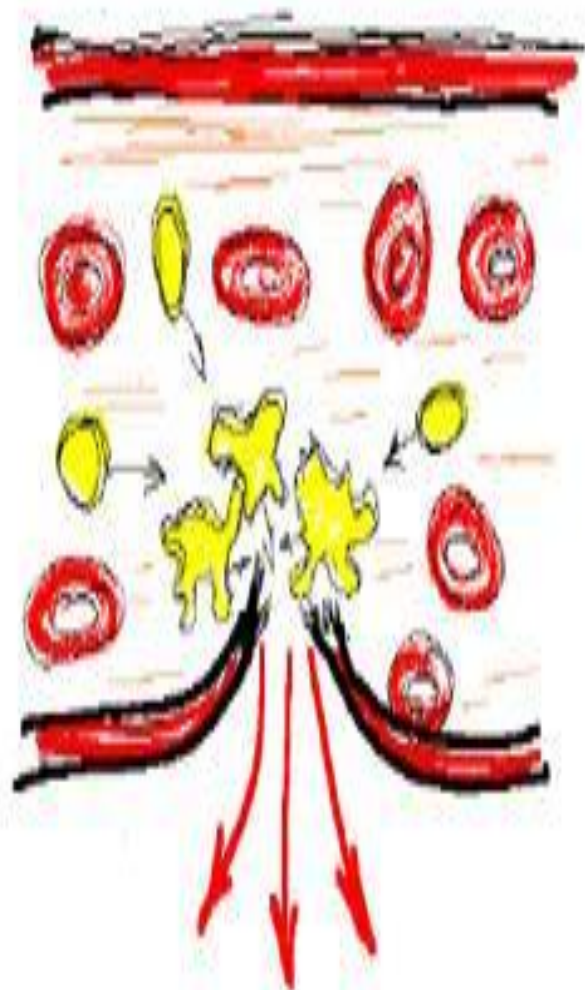
- Все форменные элементы образуются из стволовых клеток в красном костном мозге. Лимфоциты еще могут вырабатываться в селезенке, лимфоузлах, миндалинах, аппендиксе и лимфоидных бляшках кишечника.
- Для синтеза гемоглобина и эритроцитов необходимо наличие железа, фолиевой кислоты, витаминов В2, В6 и В12.
- Стимулируют кроветворение эритропоэтины почек, селезенки и печени, кровопотери, гипоксия.

Гемостаз

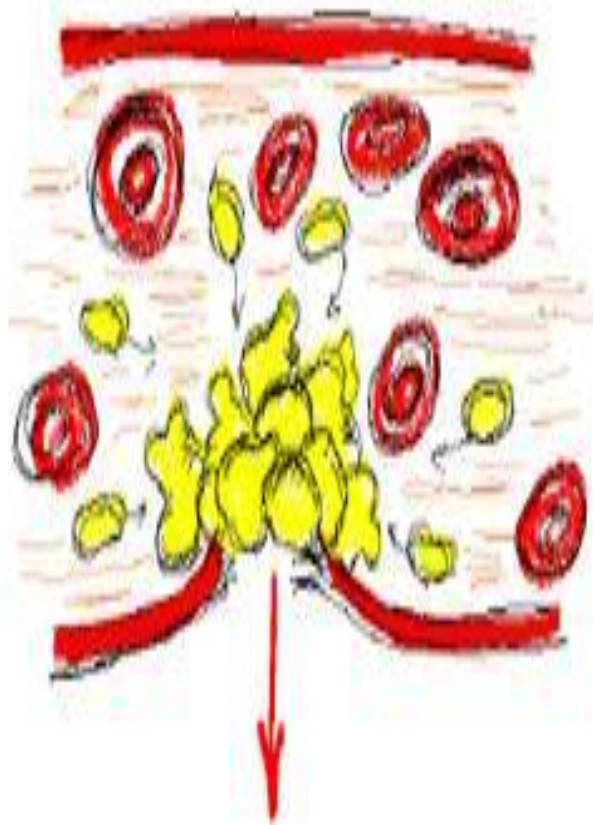
- это остановка движения крови по кровеносному сосуду. Различают 2 механизма остановки кровотечения:
- **сосудисто-тромбоцитарный** (микроциркуляторный) гемостаз в мелких сосудах (артериолы, капилляры, венулы)
- **коагуляционный гемостаз (свертывание крови) в крупных сосудах**

- **сосудисто-тромбоцитарный** гемостаз
слагается из двух процессов:
- сосудистого спазма, приводящего к
уменьшению кровотока
- образования, уплотнения и сокращения
тромбоцитарной пробки, приводящей к
полной остановке кровотока. Время
- **от 3 до 5 минут**

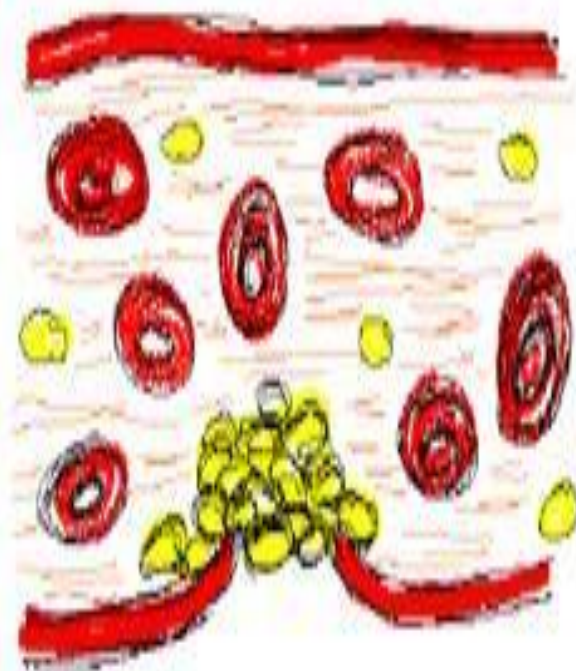
Адгезия и агрегация тромбоцитов



Набухание тромбоцитов и формирование тромба



Ретракция тромба



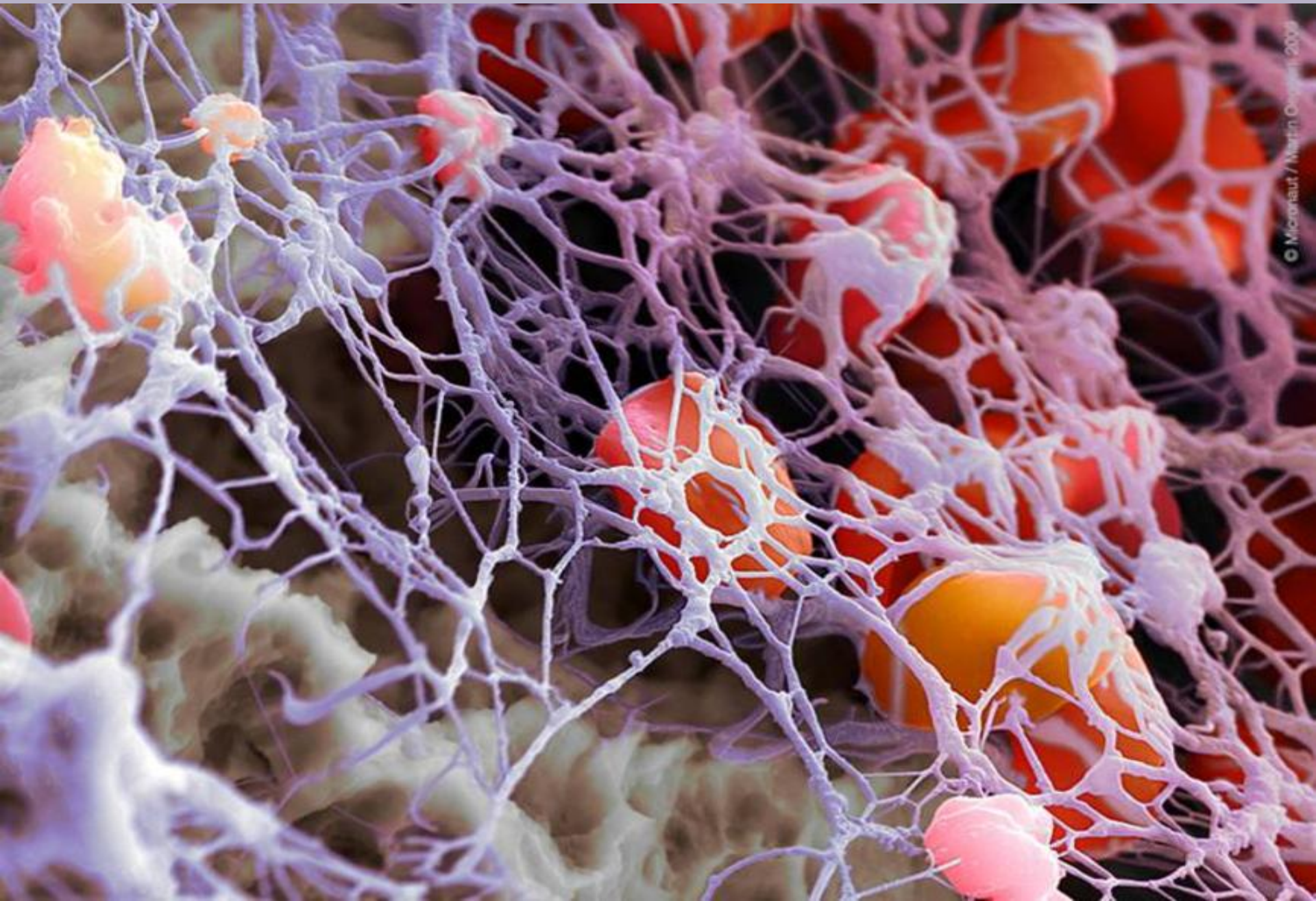
Система свертывания крови (гемокоагуляция).

- Систему гемокоагуляции образуют кровь, ткани и механизм регуляции.
- Сформулирована в конце 19 века, как **ферментативная теория Шмидта**, признающая существование факторов свертывания.

- В механизме свертывания крови принимают участие **15 плазменных факторов свертывания**: фибриноген, протромбин, кальций и другие. Большинство образуется в печени при участии витамина К и является проферментами, относящимися к глобулинам плазмы. Также важнейшая роль для запуска процесса свертывания принадлежит **тромбоцитарным факторам свертывания, повреждению тканей и сосудистой стенки**

- Осуществляется в три фазы при участии кальция за 5-10 минут:
- I фаза - образование тромбопластина (фермент-катализатор второй фазы)
- II фаза - образование тромбина (катализатор третьей фазы)
- III фаза - превращение фибриногена в фибрин (нерастворимый белок)
- Нити фибрина склеиваются в сеть, где застревают форменные элементы, образуя **кровяной сгусток (тромб)**

ТРОМБ



Повреждение стенки сосуда

Разрушение тромбоцитов

Ионы кальция
+ белки плазмы

1 фаза

Образование протромбиназы

Ионы кальция
+ белки плазмы

2 фаза

Протромбин

Тромбин

Ионы кальция
+ белки плазмы

3 фаза

Фибриноген

Фибрин

Кровяной сгусток (тромб)

- После остановки кровотечения происходит постепенное уплотнение тромба, активируется **система фибринолиза**, что приводит к медленному растворению тромба с участием фермента плазмы - **фибринолизина**

- Кроме свертывающей и фибринолитической системы, в организме имеется **противосвертывающая система**, которая препятствует процессам внутрисосудистого свертывания крови. Главный **антикоагулянт** этой системы - **гепарин**, вырабатываемый легкими, печенью, базофилами и тучными клетками соединительной ткани. **Антикоагулянты** - вещества препятствующие свертыванию

Противосвертывающая система (антикоагуляционная)

- позволяет активировать и контролировать свертывание только при кровотечении. В систему входят:
- **Антикоагулянты**
- **Гладкий и отрицательно заряженный эндотелий сосудов**
- **Непрерывное движение крови**
- **Пассивность факторов свертывания**

ГИРУДОТЕРАПИЯ



Группы крови

Первое переливание крови человеку

1667 г. в Париже
первые
проведено удачное
переливание крови
человеку от
бегемота.
Последующие
переливания
заканчивались
смертью обоих



- Вопрос возник в связи с необходимостью возмещения потерянной крови и попыток переливания человеку чужой крови, которые далеко не всегда были удачными.
- От человека к человеку в 1819 в Англии Джеймс Бланделл.

- В 1901 г. австриец Ландштейнер обнаружил, что при смешивании крови разных людей часто наблюдается склеивание эритроцитов друг с другом - **агглютинация** с последующим их разрушением (**гемолиз**). Установил, что в эритроцитах есть **агглютиногены А и В** (антигены). В плазме могут быть **агглютинины а (альфа) и в (бета)**, (антитела), склеивающие эритроциты, имеющие одноименные антигены.

- Агглютиноген А и агглютинин а, а также В и в называются одноименными. Склеивание эритроцитов происходит в том случае, если эритроциты донора (человека, дающего кровь) встречаются с одноименными агглютинами реципиента (человека, получающего кровь), то есть А + а, В + в или АВ + а, в. Существует возможность четырех комбинаций по системе АВО, что позволило установить наличие 4 групп крови

Система АВО

I (0) - а, β. У людей I группы (50 %) в эритроцитах нет агглютиногенов А и В, а в плазме имеются оба агглютинина а и β.

II (А) - β. У людей II группы (30 %) эритроциты имеют агглютиноген А, а плазма - агглютинин β.

III (В) - а. У людей III группы (15 %) в эритроцитах находится агглютиноген В, а в плазме - агглютинин а.

IV (АВ) - 0. У людей IV группы в эритроцитах содержатся оба агглютиногена А и В, а агглютининов в плазме нет.

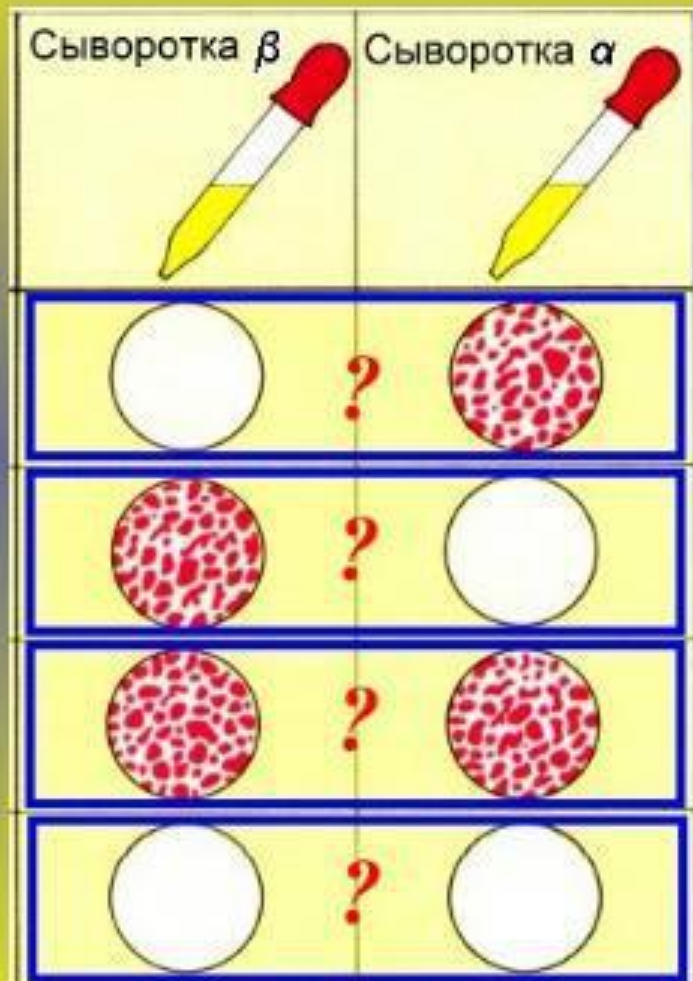
Это открытие научно обосновало учение о переливании крови

2.44. Определение групп крови с помощью стандартных сывороток

Агглютиногены донора	Агглютинины стандартных сывороток			
	$\alpha\beta$ (I)	β (II)	α (III)	0 (IV)
0 (I)	-	-	-	-
A (II)	+	-	+	-
B (III)	+	+	-	-
AB (IV)	+	+	+	-

Примечание. «+» – реакция агглютинации, «-» – ее отсутствие.

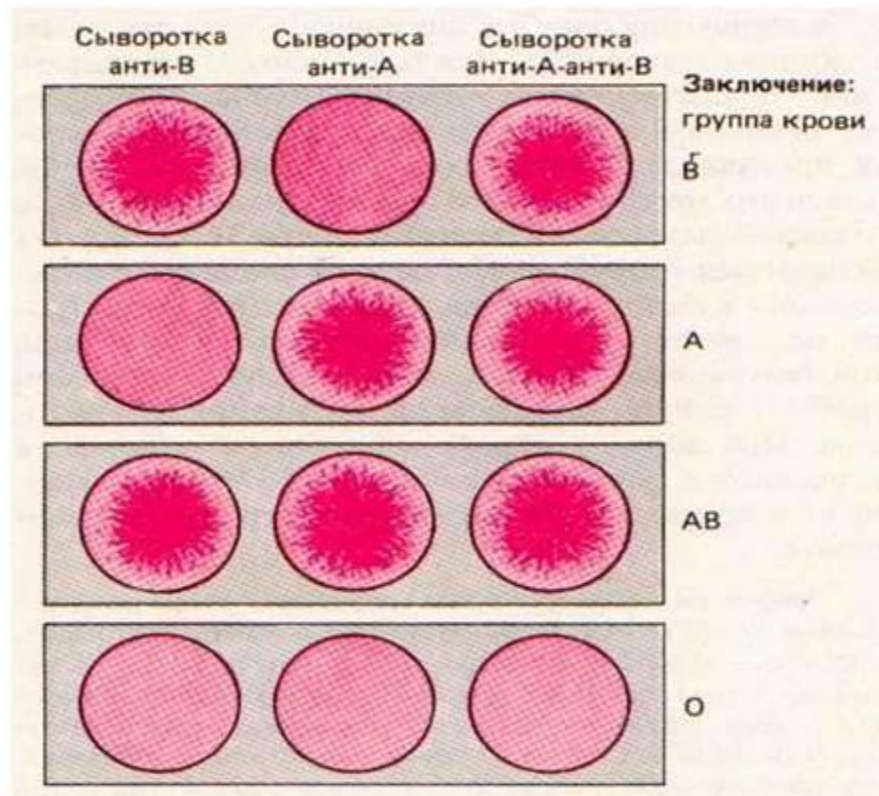
Определение группы крови



		Донор			
		O $\alpha \beta$	A β	B α	AB
Реципиент	O $\alpha \beta$	—	+	+	+
	A β	—+	—	+	+
	B α	—+	+	—	+
	AB	—+	—+	—+	—

- Проще использовать цоликлоны (эритроцесты) – синтетические сыворотки Анти-А, Анти-В и для контроля Анти А,В

Определение групп крови с помощью цоликлонов



Резус - фактор

- Кроме агглютиногенов А и В, в эритроцитах могут быть другие, в частности резус-агглютиноген (резус-фактор) (85% людей). Такая кровь называется резус-положительной. Кровь, в которой он отсутствует, называется резус-отрицательной. Система резус имеет более 40 разновидностей агглютиногенов - D, С, Е. Особенностью резус-фактора является то, что у людей отсутствуют антирезус-агглютинины. Однако если человеку с резус-отрицательной кровью повторно переливать резус-положительную кровь, то под влиянием введенного резус-агглютиногена в крови вырабатываются антирезус-агглютинины. В этом случае переливание резус-положительной крови человеку может вызвать агглютинацию и гемолиз эритроцитов.

Резус - конфликт

- Резус-фактор передается по наследству и важен для течения беременности. Например, если у матери отсутствует резус-фактор, а у отца он есть (вероятность такого брака 50%), то плод может унаследовать от отца резус-фактор и оказаться резус-положительным. Кровь плода проникает в организм матери, вызывая образование в ее крови антирезус-антител. Если эти антитела поступят через плаценту обратно в кровь плода, произойдет агглютинация. При высокой концентрации антирезус-антител может наступить смерть плода и выкидыш. При легких формах резус-несовместимости плод рождается живым, но с гемолитической желтухой.

- Резус-конфликт возникает лишь при высокой концентрации антирезус-антител. Чаще всего первый ребенок рождается нормальным, поскольку концентрация этих антител в крови матери возрастает медленно. Но при повторной беременности угроза резус-конфликта нарастает вследствие образования новых порций антирезус-антител. Для профилактики резус-конфликта беременным резус-отрицательным женщинам назначают антирезус-гамма-глобулин, который нейтрализует резус-положительные антигены плода.

Гемотрансфузиология

- В настоящее время известно, что каждый человек обладает неповторимой группой крови. И для предупреждения осложнений необходимо строго соблюдать последовательность действий при гемотрансфузии:
- Используют кровь только одноименной группы и не более 500 мл
- Определение групп крови и резус-фактора у донора и реципиента
- Делают пробу на совместимость, смешивая по капле крови обоих

- Делают биопробу - вводят 10 -15 мл и наблюдают 5 минут за реакцией
- Только после этого начинают гемотрансфузию

Эффекты донорства

- Заместительное действие
- Стимуляция иммунитета
- Гемостатическое действие
- Дезинтоксикационное
- Питательное
- Стимуляция гемопоэза

