

# 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. Для внутренней среды организма характерно постоянство состава - **гомеостаз.**



*-Death of the Vampire-*

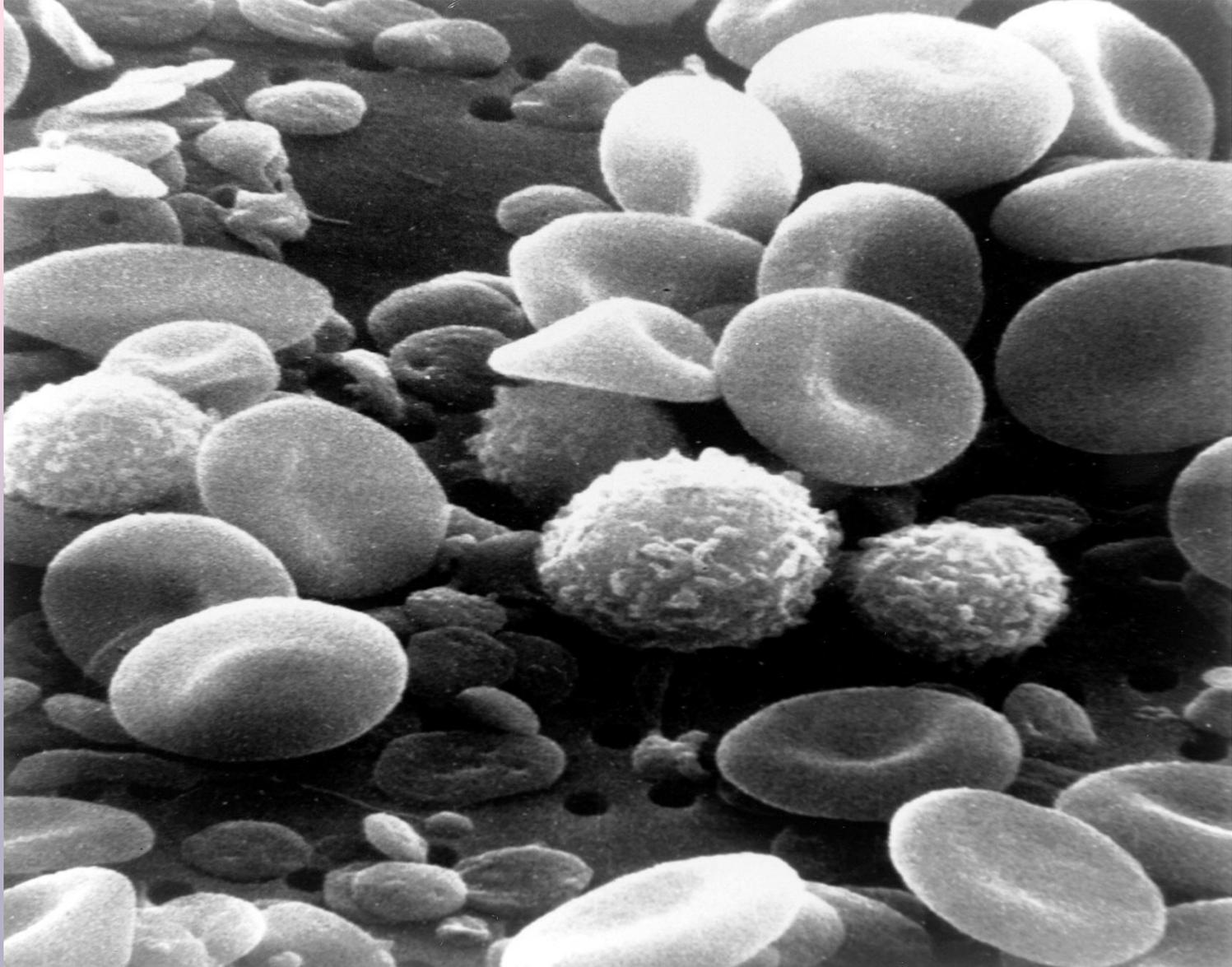
- В понятие **«система крови»** входят: **кровь, органы кроветворения (красный костный мозг, лимфатические узлы), органы кроверазрушения и механизмы регуляции.**

## **Функции крови:**

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

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

# МИКРОСКОПИЧЕСКИ:



# 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, 4,5 - 6 литров

**Плотность** - 1.05

**Вязкость** - в 5 раз выше вязкости воды, у плазмы в два

# Плазма

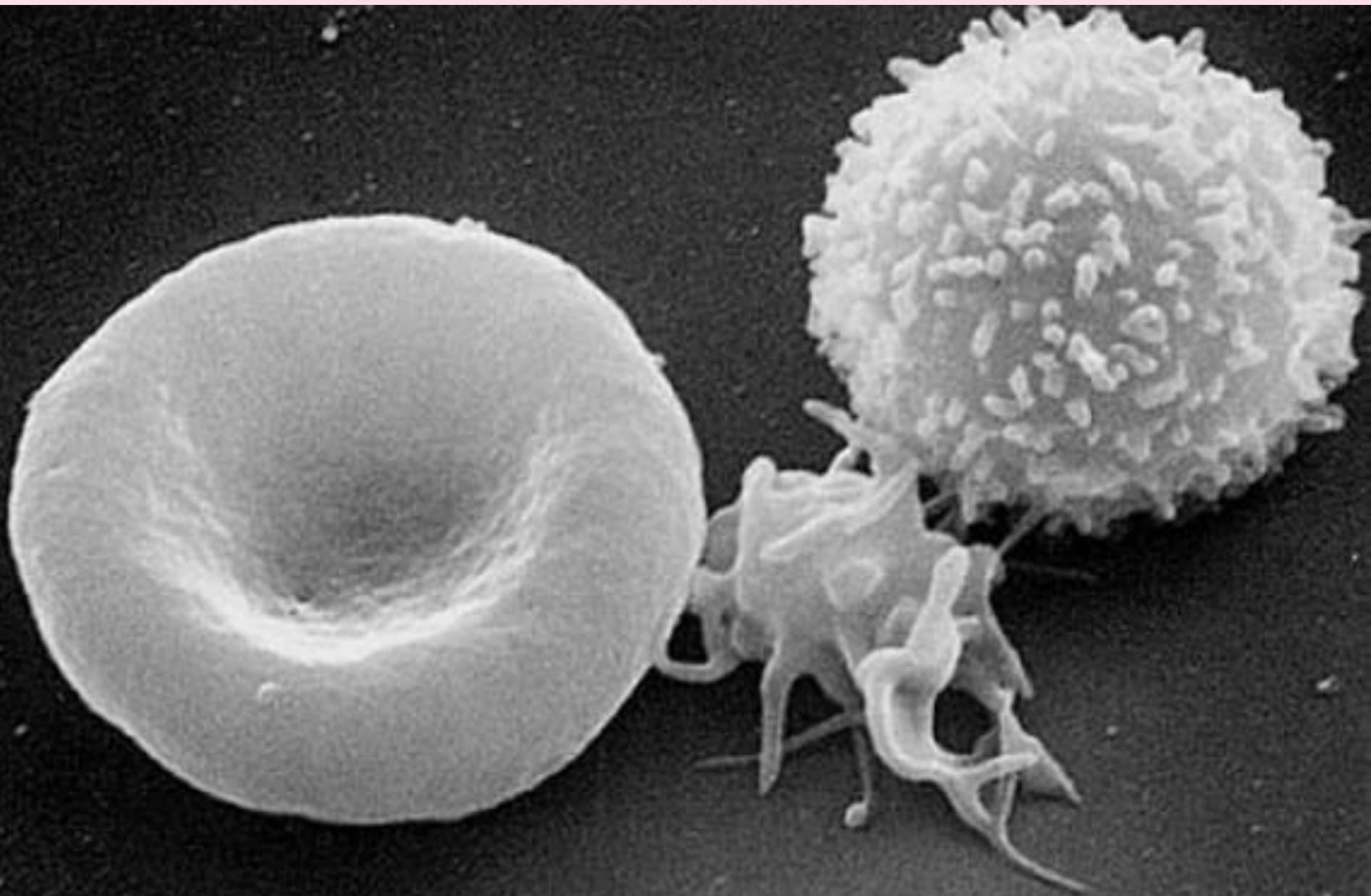
- 91% воды и 9 % сухого остатка: органика - 8% и % неорганика (минеральные соли). Органика плазмы: белки и азотсодержащие соединения. Белки в трех фракциях:
- **альбумины** создают **онкотическое давление**, переносят лекарства, витамины, гормоны
- **глобулины** обеспечивают иммунные реакции, транспорт глюкозы, железа
- **фибриноген** участвует в свертывании крови.
- **Сыворотка крови** - очищенная от фибриногена плазма.

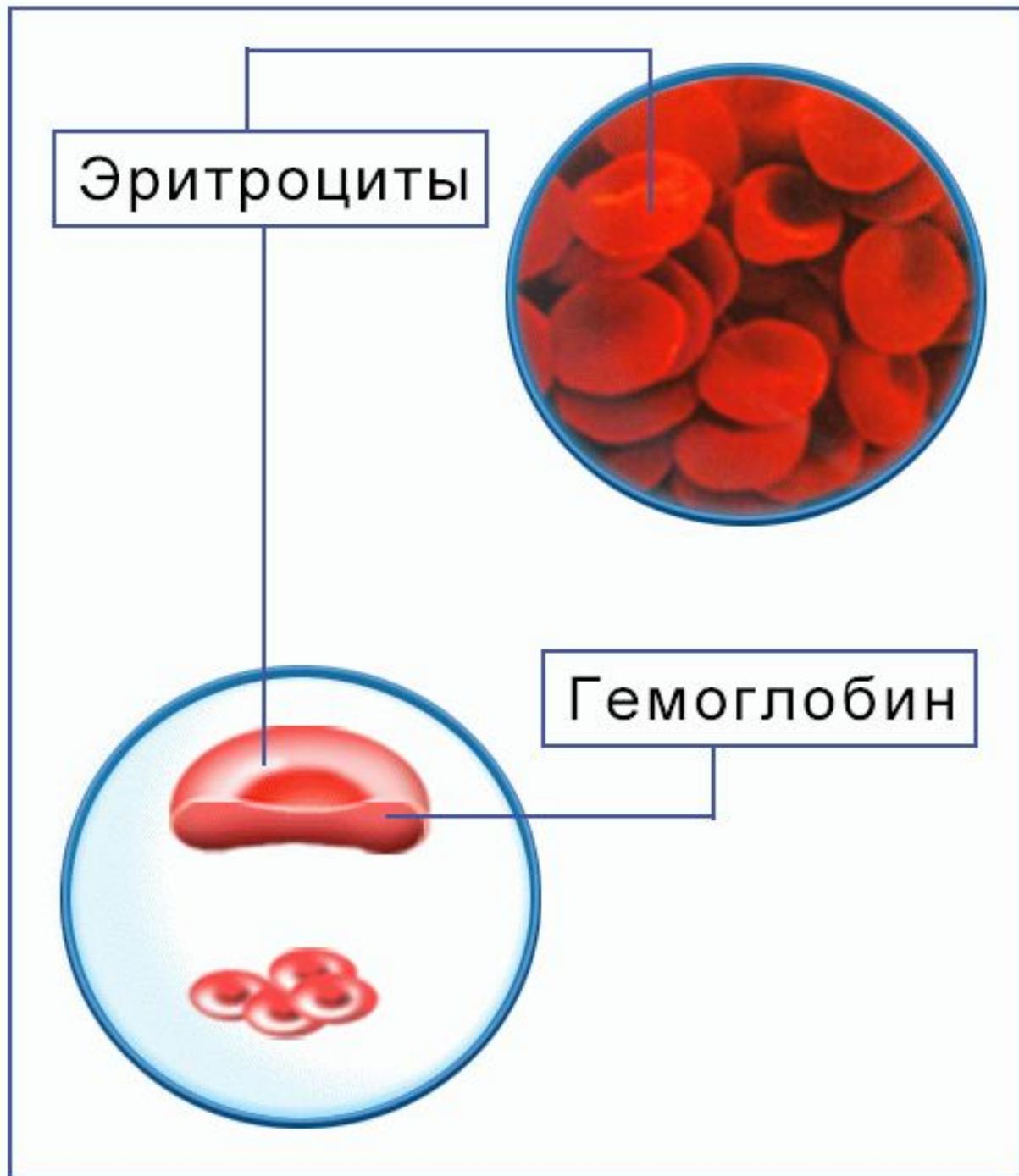
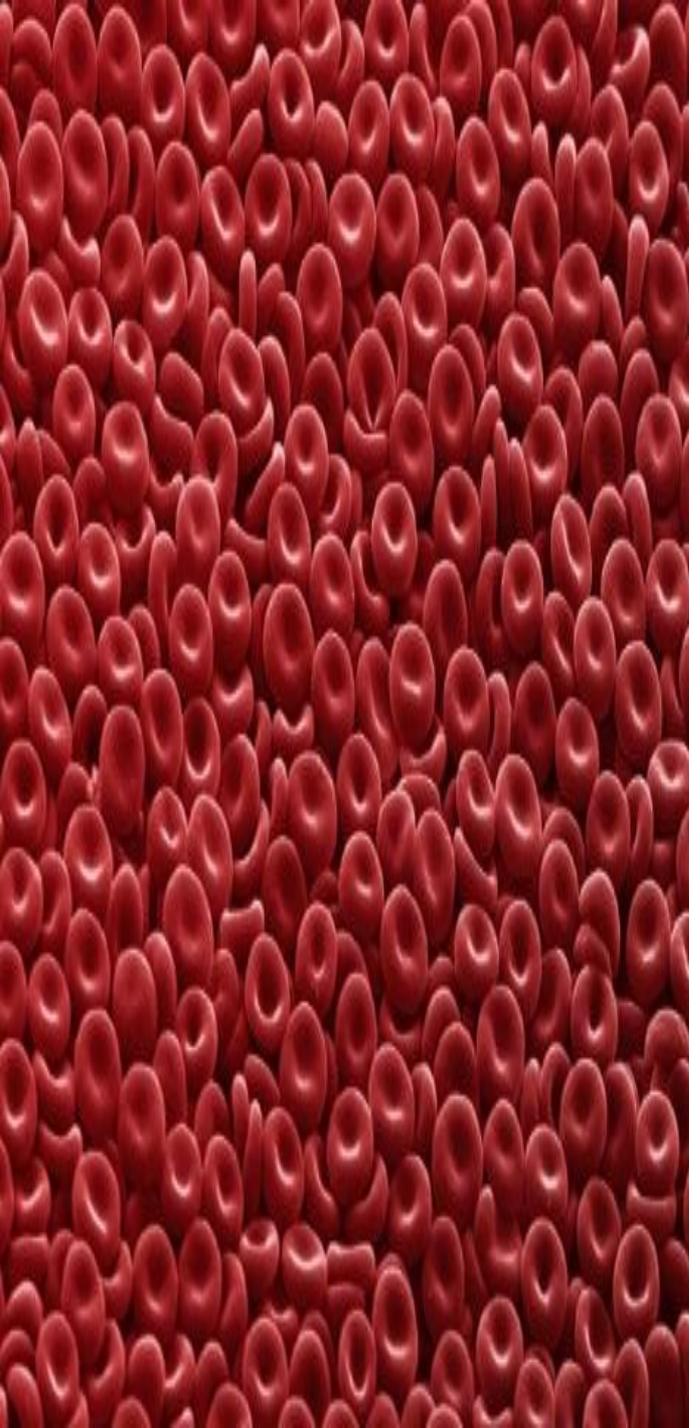
- Азотсодержащие соединения: аминокислоты и продукты белкового обмена (мочевина, мочевая кислота и креатинин)
- Неорганика: Na, K, Ca и Cl,  $\text{HCO}_3$ ,  $\text{HPO}_4$ . Соли создают **осмотическое давление** плазмы (7,6 Атм), такое же давление создает 0,9 % раствор (изотонический) Na Cl.
- Белки создают **онкотическое давление** (0,04 Атм), не большое по сравнению с осмотическим, но **не менее важное!!!**

# Кислотно-щелочное равновесие

- Только в интервале рН 7,36-7,42 (слабощелочная реакция) возможно оптимальное течение обмена веществ. Крайними пределами изменения рН, совместимыми с жизнью, являются величины от 7 до 7,8. 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 диаметром около 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, **женщин - 3,7 - 4,5** млн. (или на 10 в 12 / л), у новорожденных - **6** млн.
- Функции эритроцитов: **дыхательная** - за счет Нв ; **буферная** - поддержание рН крови

# ГЕМОЛИЗ – разрушение эритроцитов с выходом гемоглобина в плазму

## ВИДЫ ГЕМОЛИЗА

### Физический:

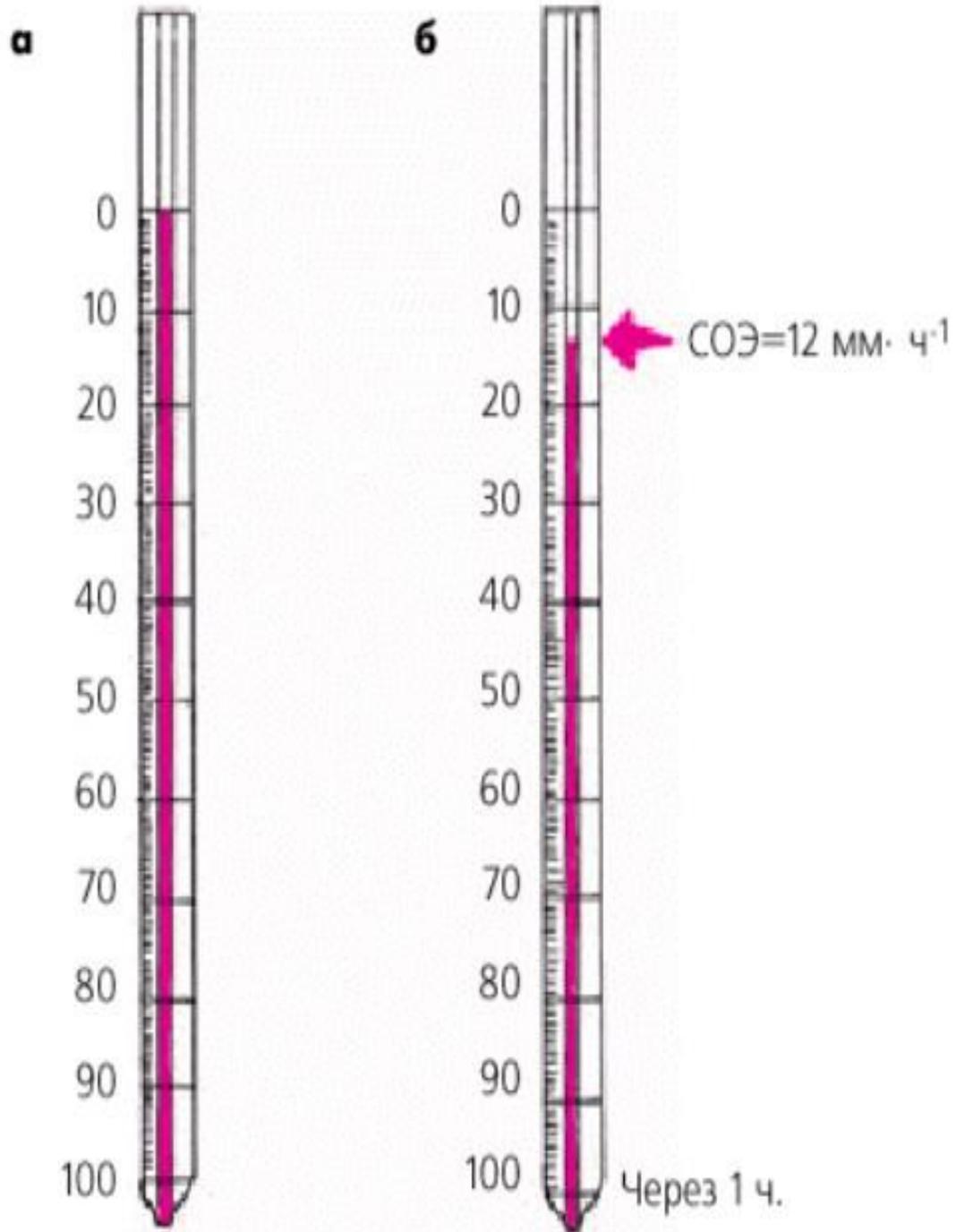
Термический  
Механический  
Осмотический  
Химический



### Биологический

«ЛАКОВАЯ КРОВЬ» -  
результат гемолиза

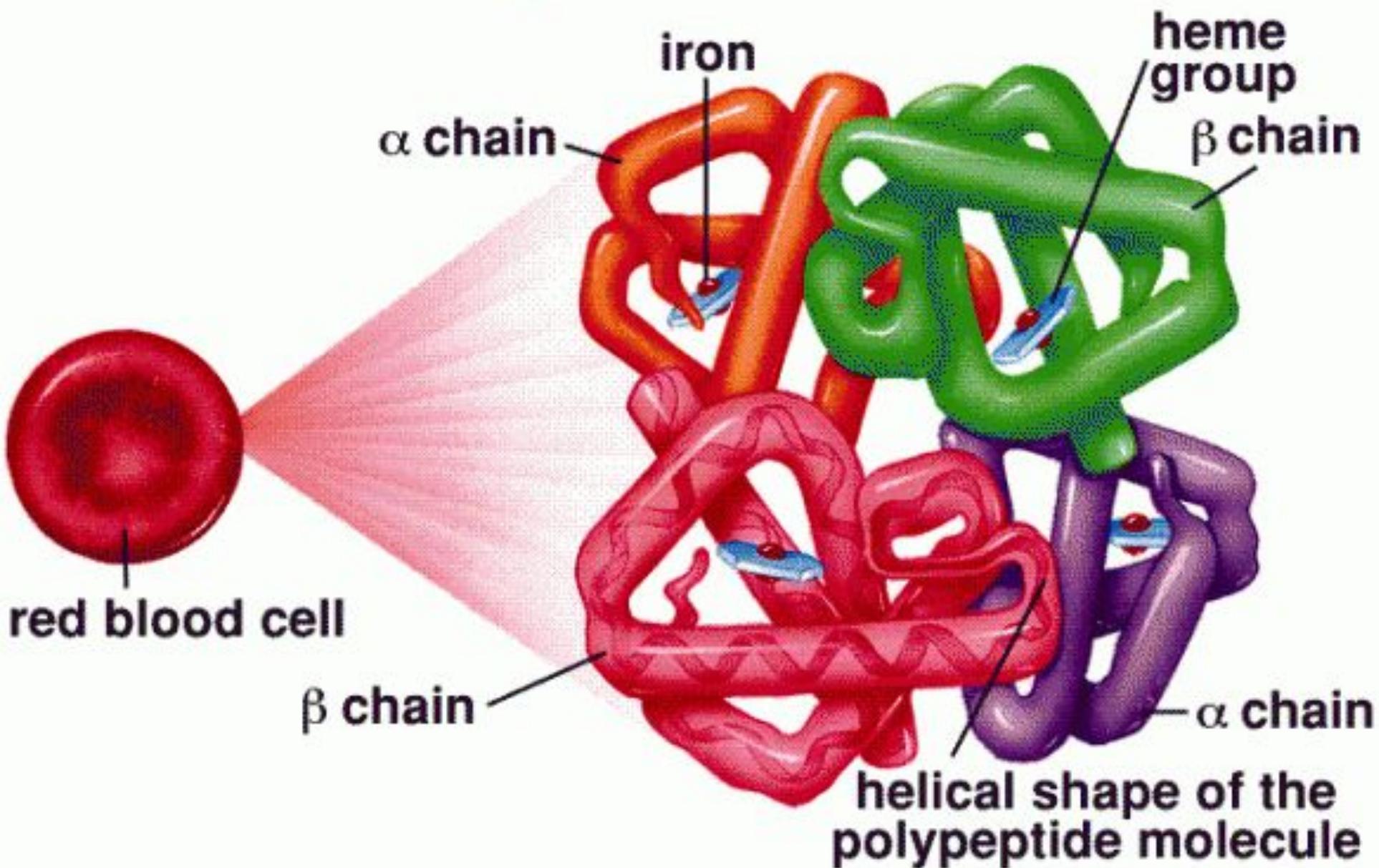




# СОЭ

- 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:**

- **Примитивный гемоглобин (Hb P)** - у эмбриона (до 18 недели)

- **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 O<sub>2</sub>) - присоединивший O<sub>2</sub>. В артериальной крови, придает ей ярко-алый цвет
- **Дезоксигемоглобин** (Hb) - оксигемоглобин, отдавший O<sub>2</sub>. В венозной крови, которая имеет темно-красный цвет
- **Карбгемоглобин** (Hb CO<sub>2</sub>) - соединение с углекислым газом (венозная кровь)
- **Гликированный** (Hb1C) - связывающий глюкозу, его содержание важно при лечении диабета

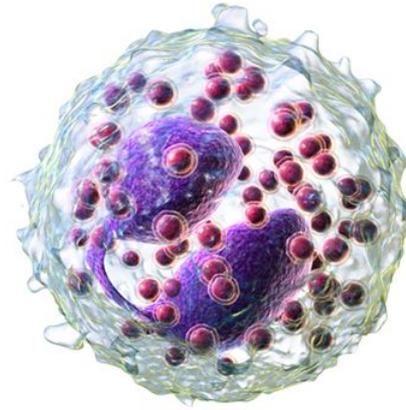
# • Патологические соединения Hb:

- **Карбоксигемоглобин** (Hb CO) - соединение гемоглобина с угарным газом
- **Метгемоглобин** (MetHb) - соединение, в котором под влиянием сильных окислителей (анилин, бертолетова соль) железо гема из двухвалентного превращается в трехвалентное и перестает связывать кислород
- Выработка **Hb** стимулируется **эритропоэтинами** почек и селезенки, особенно при гипоксии

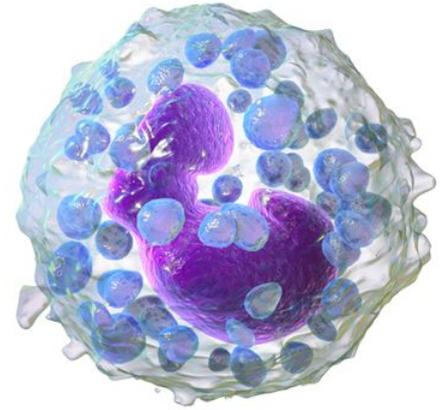
**Лейкоцит** (греч. leukos - белый), белое кровяное тельце - это бесцветная клетка с ядром. Размер 8-20 мкм. Образуются в ККМ, лимфоузлах и селезенке. В 1 мкл крови человека в норме **содержится 4-9 тысяч** лейкоцитов (или 4 - 9 на 10 в 9/л). Увеличение количества лейкоцитов в крови - **лейкоцитоз**, уменьшение - **лейкопения**. Живут около месяца, кроме лимфоцитов (более 20 лет). Лейкоциты делят на **гранулоциты (зернистые)** и **агранулоциты (незернистые)**. Гранулоциты: нейтрофилы, эозинофилы и базофилы. Агранулоциты: лимфоциты и **моноциты**.



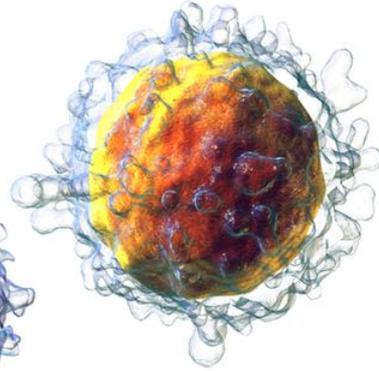
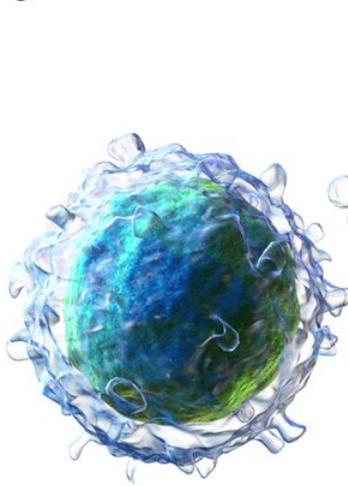
Monocyte



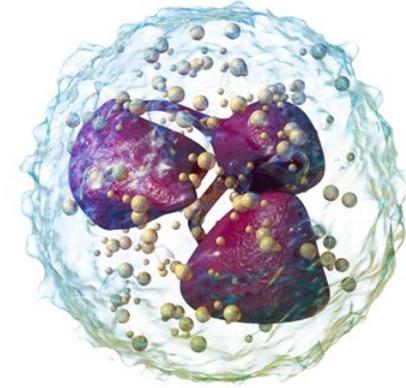
Eosinophil



Basophil



Lymphocytes



Neutrophil

# White Blood Cells

# Лейкоцитарная формула здорового человека (в %)

**Гранулоциты**

**Агранулоциты**

**Нейтрофилы**

юные Палочко- Сегменто-  
ядерные ядерные

Базофилы

Эозинофилы

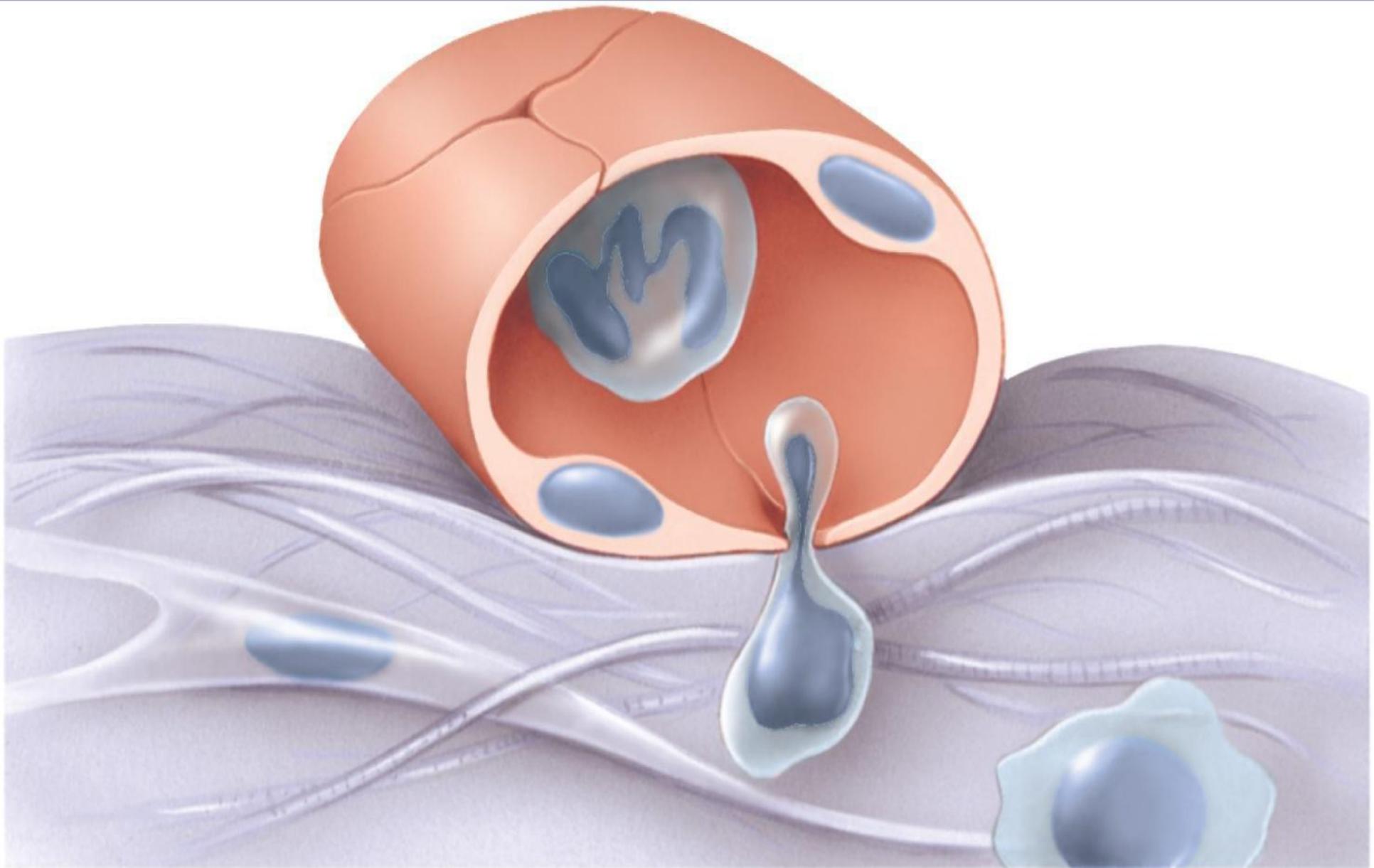
Лимфоциты

Моноциты

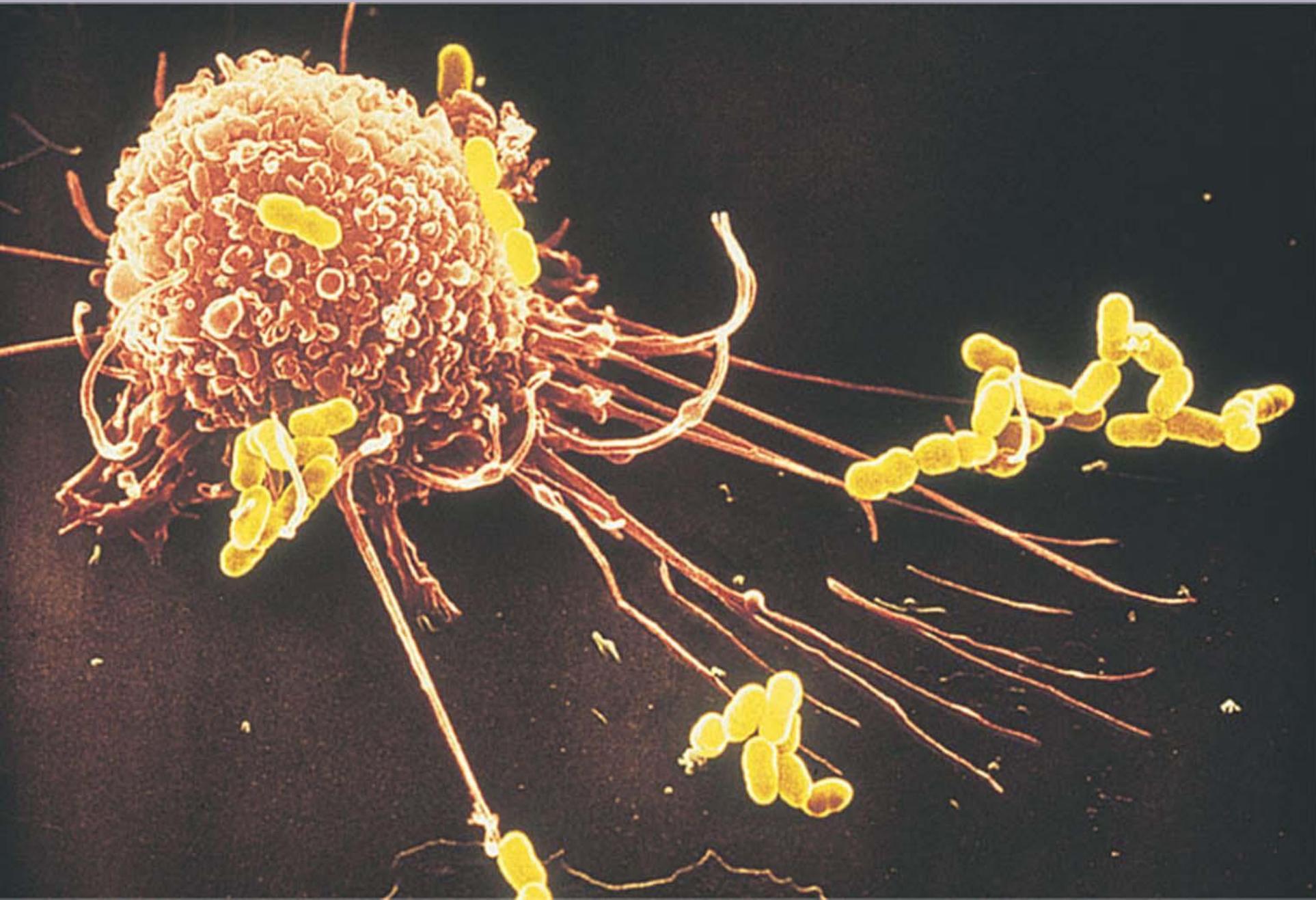
0 – 1    1 – 5    45 – 65    0 – 1    1 – 5    25 – 40    2 – 8

- **Все виды лейкоцитов обладают тремя общими важнейшими свойствами:**
- **амебовидная подвижность** - передвигаются за счет образования ложноножек (псевдоподий)
- **диapedез** - способность выходить через неповрежденную стенку сосуда
- **фагоцитоз** - способность окружать инородные тела и микроорганизмы, захватывать их в цитоплазму, поглощать и переваривать

# Диapedез 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, активируют воспаление и регенерацию.

- **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. В тканях становятся **макрофагами.**

# 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 **содержится 200 - 400 тысяч тромбоцитов (не зависит от пола)**. Увеличение количества - **тромбоцитоз**, уменьшение - **тромбоцитопения**

# • Основные свойства тромбоцитов:

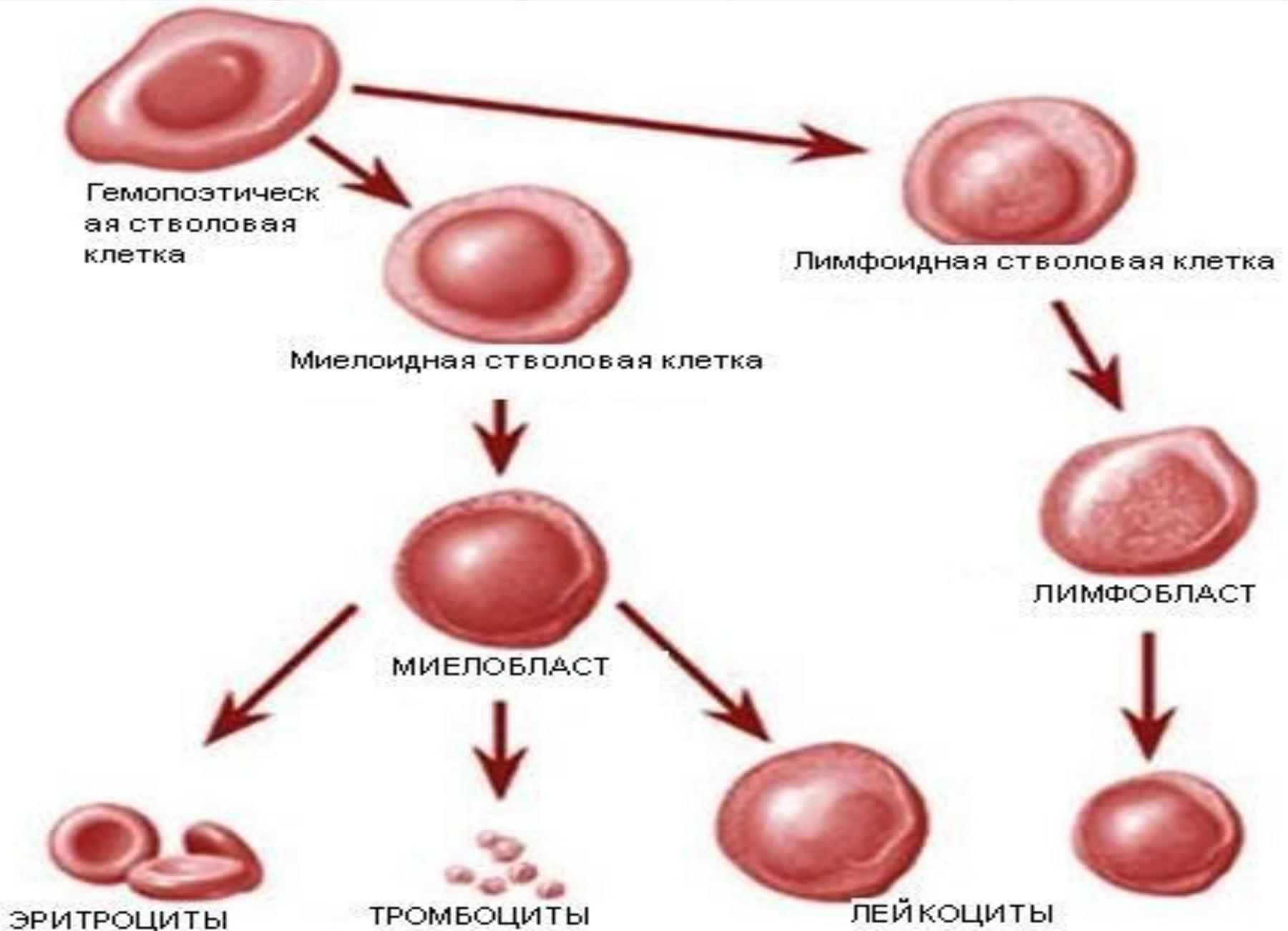
• Прилипание **(адгезия)** к чужеродной поверхности и склеивание между собой **(агрегация)**

• **Легкая разрушаемость**, с выделением различных биологически активных веществ: серотонин, адреналин и тромбоцитарных факторов свертывания.

# Функции тромбоцитов:

- **гемокоагуляция**
- растворения кровяного сгустка  
**(фибринолиз)**
- осуществляют транспорт веществ для питания эндотелия. Без взаимодействия с тромбоцитами эндотелий сосудов подвергается дистрофии и начинает пропускать через себя эритроциты.

# 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, кровопотеря, гипоксия.

# Гемостаз

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

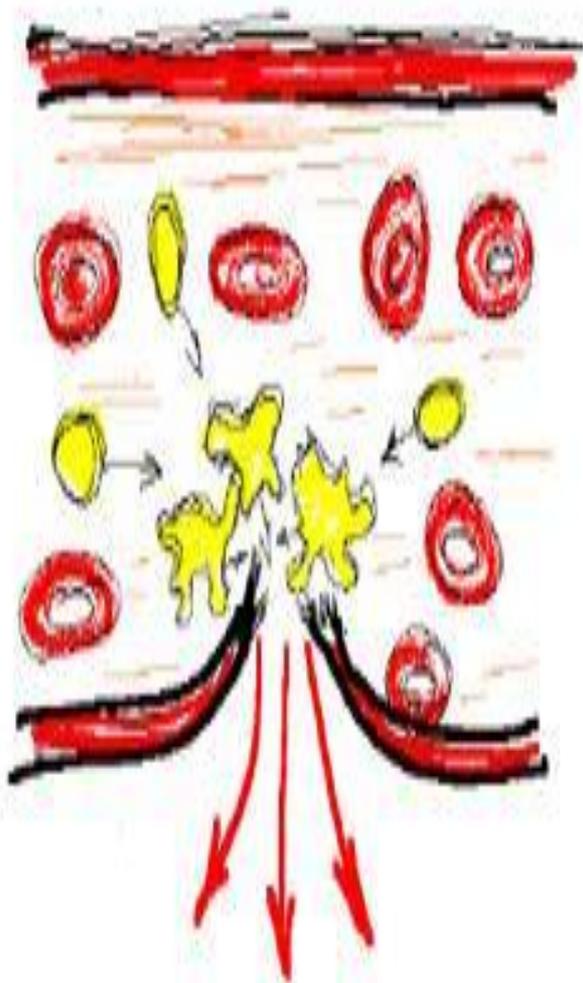
- **сосудисто-тромбоцитарный**

(микроциркуляторный) гемостаз складывается из двух процессов:

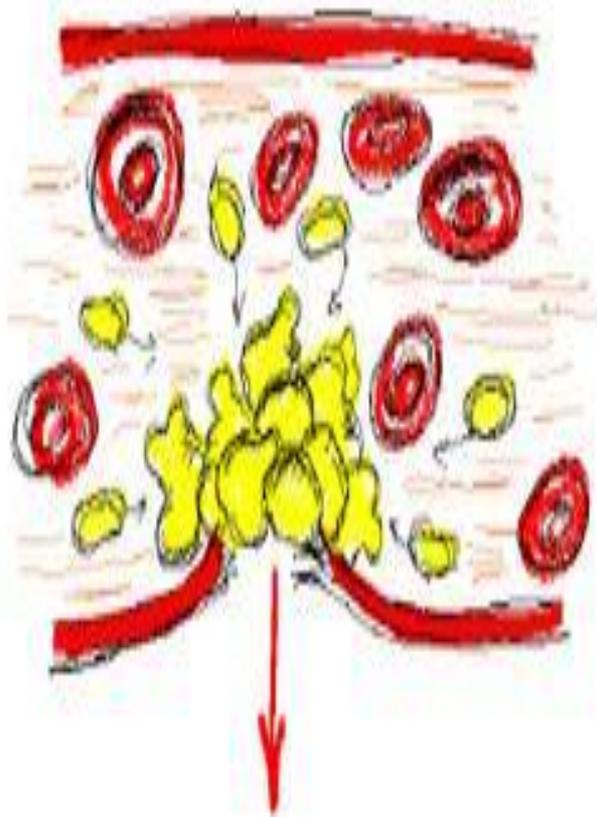
- 1. сосудистого спазма, приводящего к уменьшению кровотока.
- 2. образования, уплотнения и сокращения тромбоцитарной пробки, приводящей к полной остановке кровотока.

Время - **от 3 до 5 минут.**

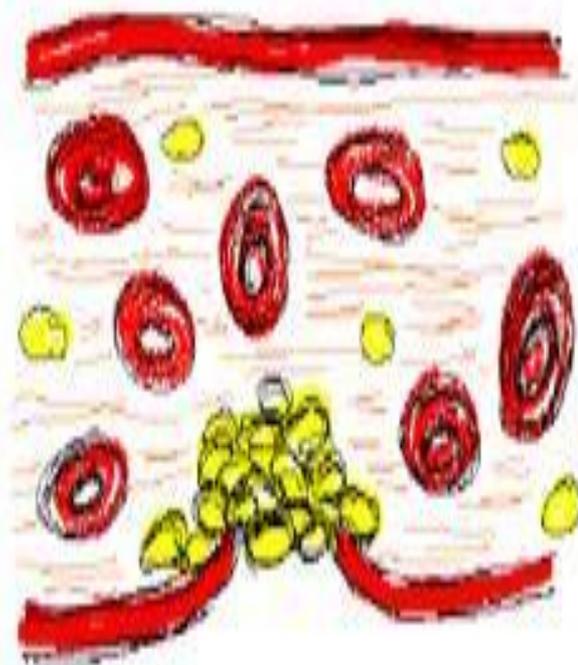
Адгезия и агрегация тромбоцитов



Набухание тромбоцитов и формирование тромба



Ретракция тромба



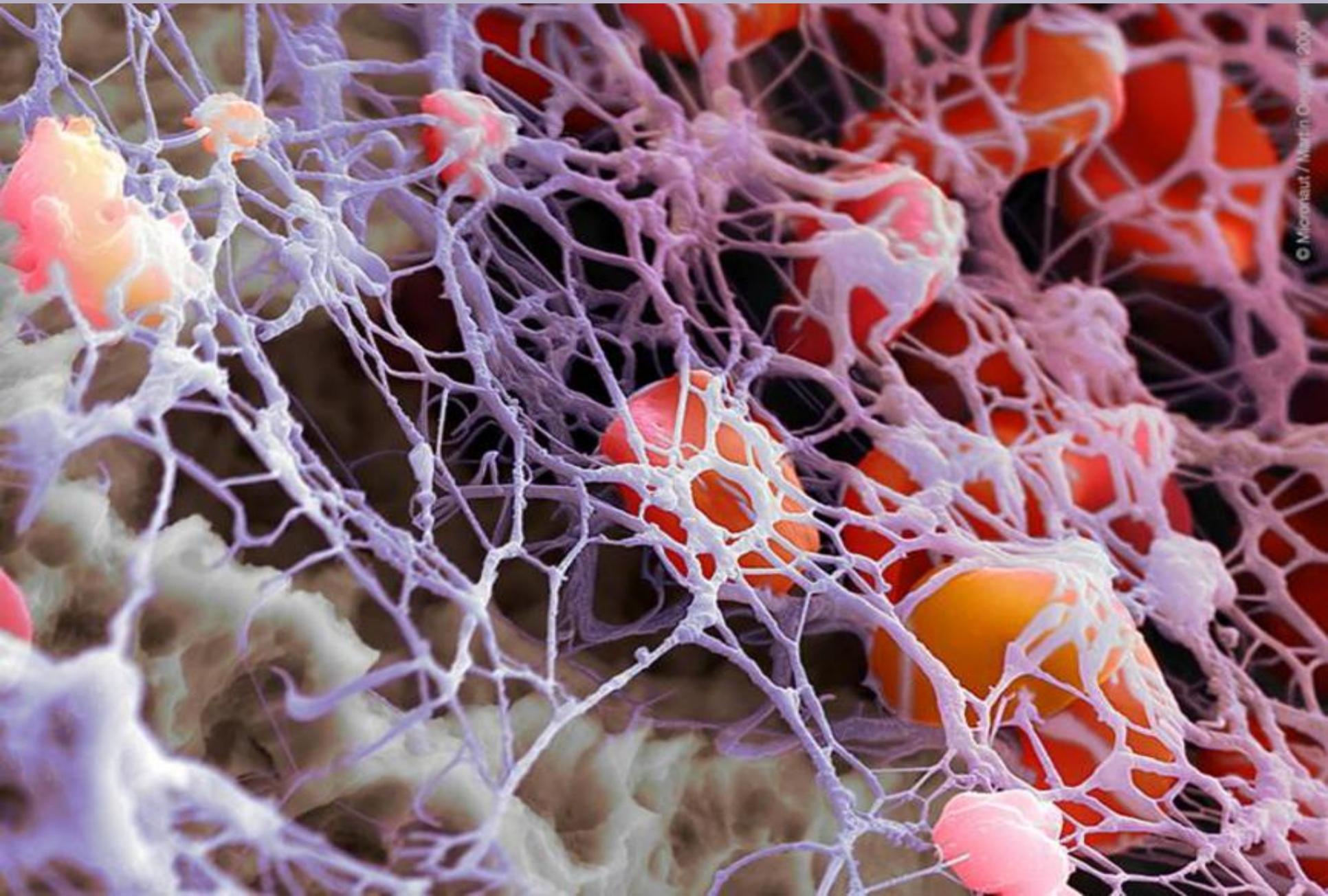
# Система свертывания крови (гемокоагуляция).

- **Систему гемокоагуляции** образуют кровь, ткани и механизм регуляции. Более 50 % смертей связаны с нарушениями этой системы.
- 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 тромбoplastина (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)

# Судьба тромба

- После остановки кровотечения происходит постепенное уплотнение тромба, активируется **система фибринолиза**, что приводит к медленному растворению тромба (**асептический аутолиз**) с участием фермента плазмы - фибринолизина и ферментов из форменных элементов, попавших в состав тромба.

- Кроме свертывающей и фибринолитической системы, в организме имеется **противо-свертывающая 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)**

- Свертывающий потенциал колоссален: 1 мл крови способен свернуть всю кровь за 10 секунд! Противосвертывающая система 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. Попытки Дени на рисунке.
- 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 имеются **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) - А, β. У людей II группы (30 %) эритроциты имеют агглютиноген А, а плазма - агглютинин β.

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

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

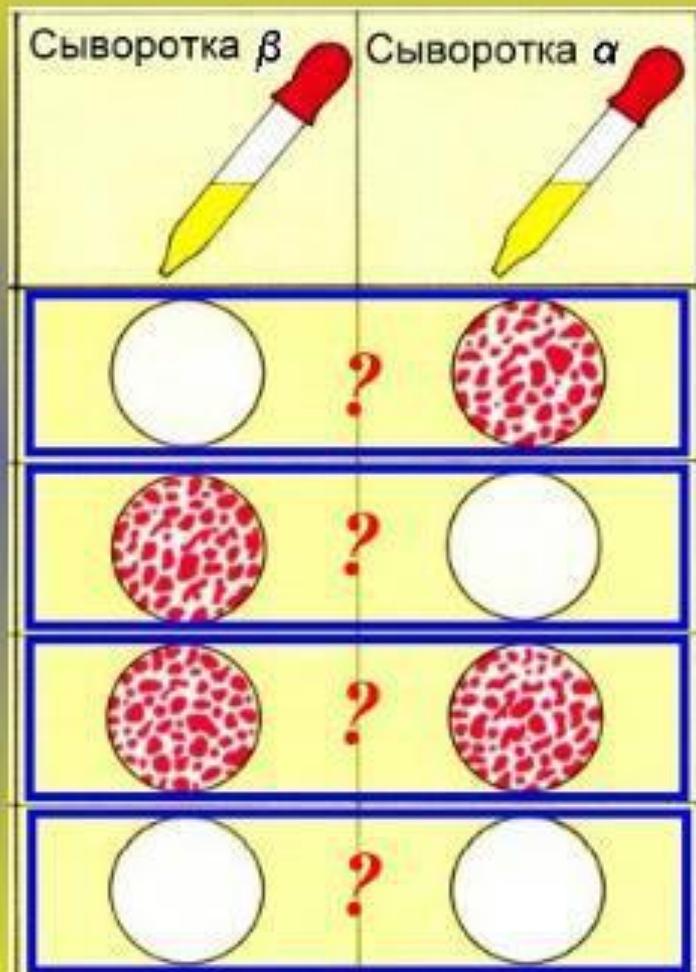
Это открытие научно обосновало учение о переливании крови

## 2.44. Определение групп крови с помощью стандартных сывороток

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

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

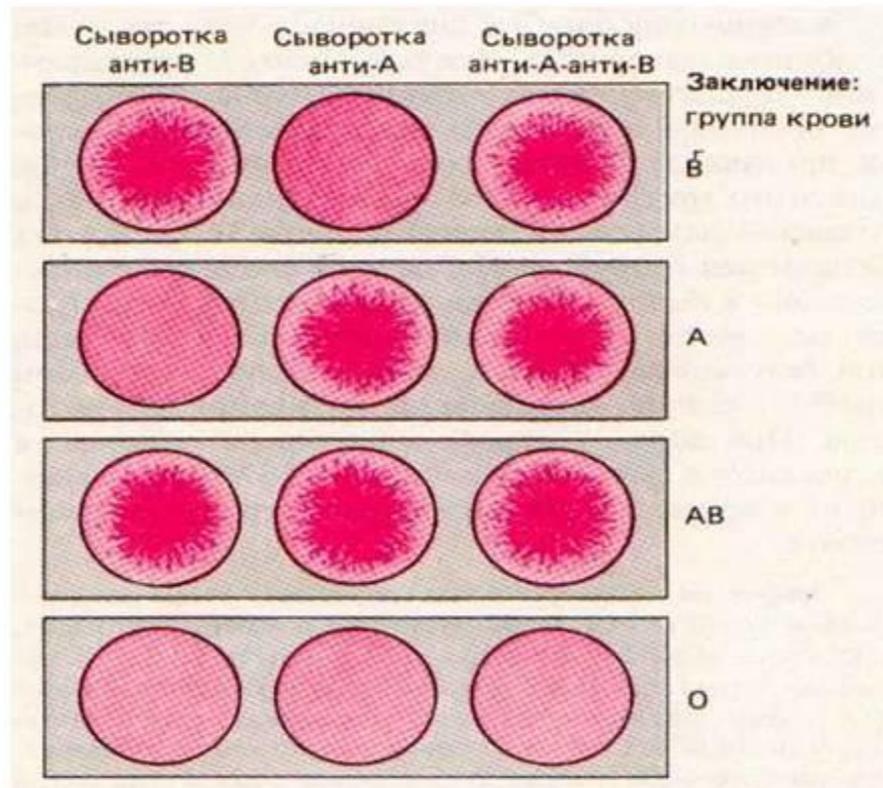
# Определение группы крови



		Донор			
		○ $\alpha \beta$	А $\beta$	В $\alpha$	АВ
Реципиент	○ $\alpha \beta$	○ —	●	●	●
	А $\beta$	○ —+	○ —	●	●
	В $\alpha$	○ —+	●	○ —	●
	АВ	○ —+	○ —+	○ —+	○ —

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

## Определение групп крови с помощью цоликлонов



# Резус - фактор

- В эритроцитах могут быть другие антигены, в частности, резус-фактор (85% людей). Такая кровь называется резус-положительной. Кровь без него называется резус-отрицательной. Система резус имеет более 40 разновидностей агглютиногенов - D, C, E. Особенностью резус-фактора является то, что у людей отсутствуют антирезус-агглютинины. 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 повторное 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 растет медленно. Но при повторной беременности угроза резус-конфликта нарастает вследствие образования новых порций антирезус-антител. Резус-несовместимость при беременности встречается не очень часто: один случай на 700 родов. Для профилактики резус-конфликта беременным резус-отрицательным женщинам назначают антирезус-гамма-глобулин, который нейтрализует резус-положительные антигены плода.

# Гемотрансфузиология

- В 1930 Ландштейнер, получая Нобелевскую премию, предсказал открытие других агглютиногенов. 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 у донора и реципиента**

- Резус-фактор у обоих
- Делают пробу на совместимость, смешивая по капле крови обоих
- Делают биопробу - вводят 10 -15 мл и наблюдают 5 минут за реакцией
- Осложнение - гемотрансфузионный шок



5 мл донорской крови на человека в год:



За год в мире сдаётся, в среднем, 81 млн. доз донорской крови (по 450 мл каждая). Жители

# Эффекты донорства



- **Заместительное действие;**
- Стимуляция иммунитета;**
- Гемостатическое действие;**
- Дезинтоксикация;**
- Питательное;**
- Стимуляция гемопоэза.**