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 противо-свертывающая 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-

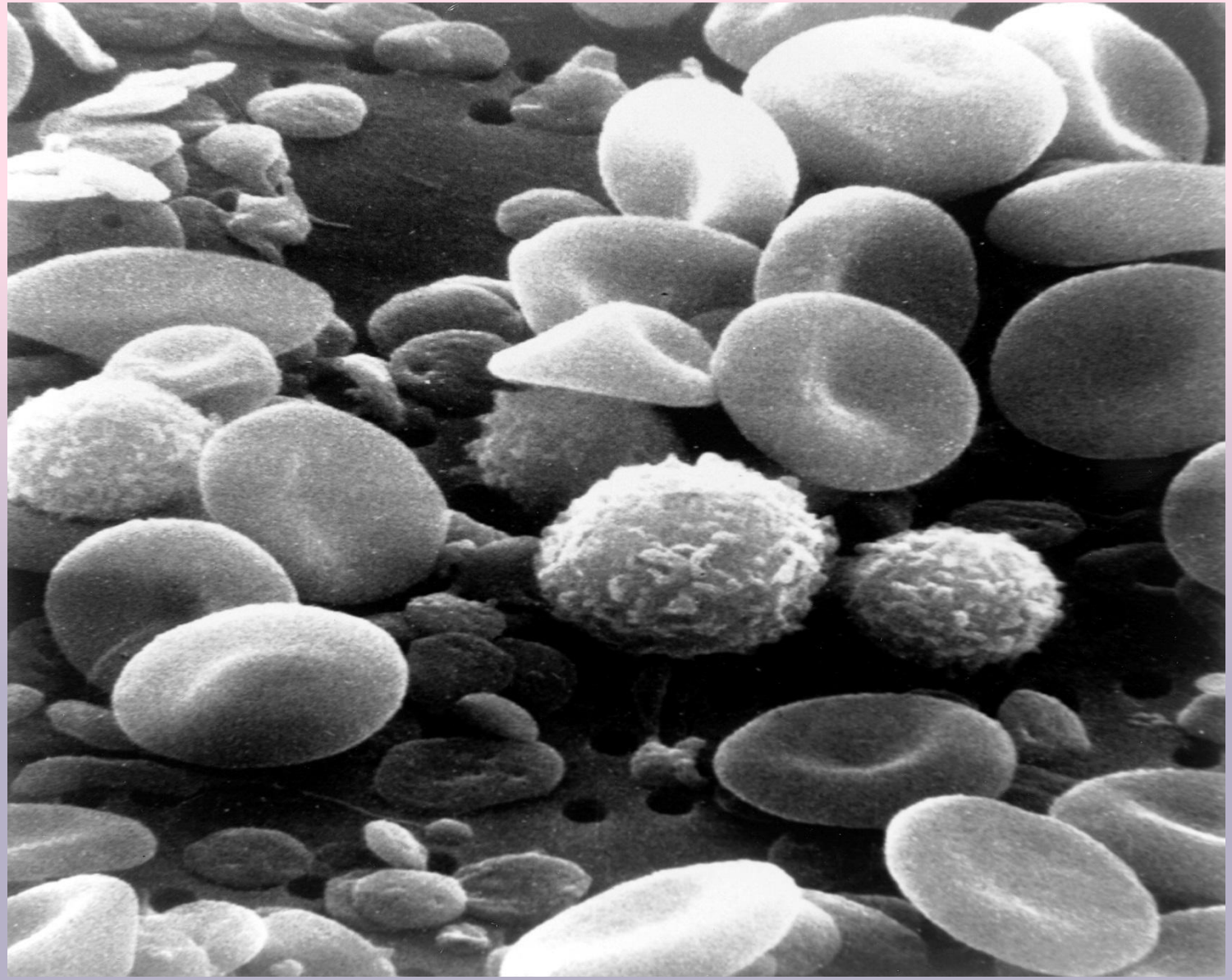
- В понятие **«система крови»** входят: **кровь, органы кроветворения (красный костный мозг, лимфатические узлы), органы кроверазрушения и механизмы регуляции.**

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

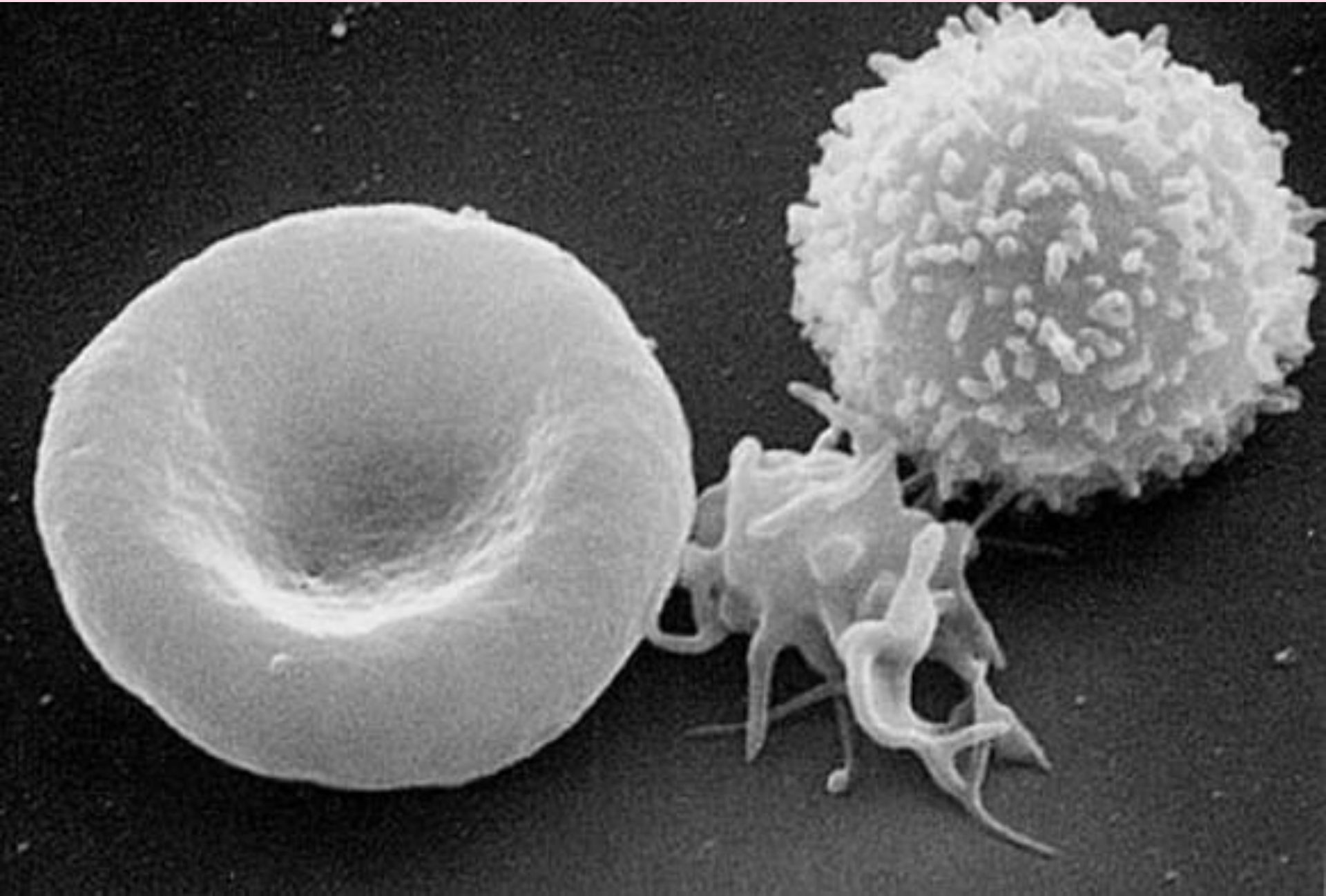
- 91% воды и 9 % сухого остатка: органика - 8% и % неорганика (минеральные соли). Органика плазмы: белки и азотсодержащие соединения. Белк в трех фракциях:
- **альбумины** создают **онкотическое давление**, переносят лекарства, витамины, гормоны
- **глобулины** обеспечивают иммунные реакции, транспорт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

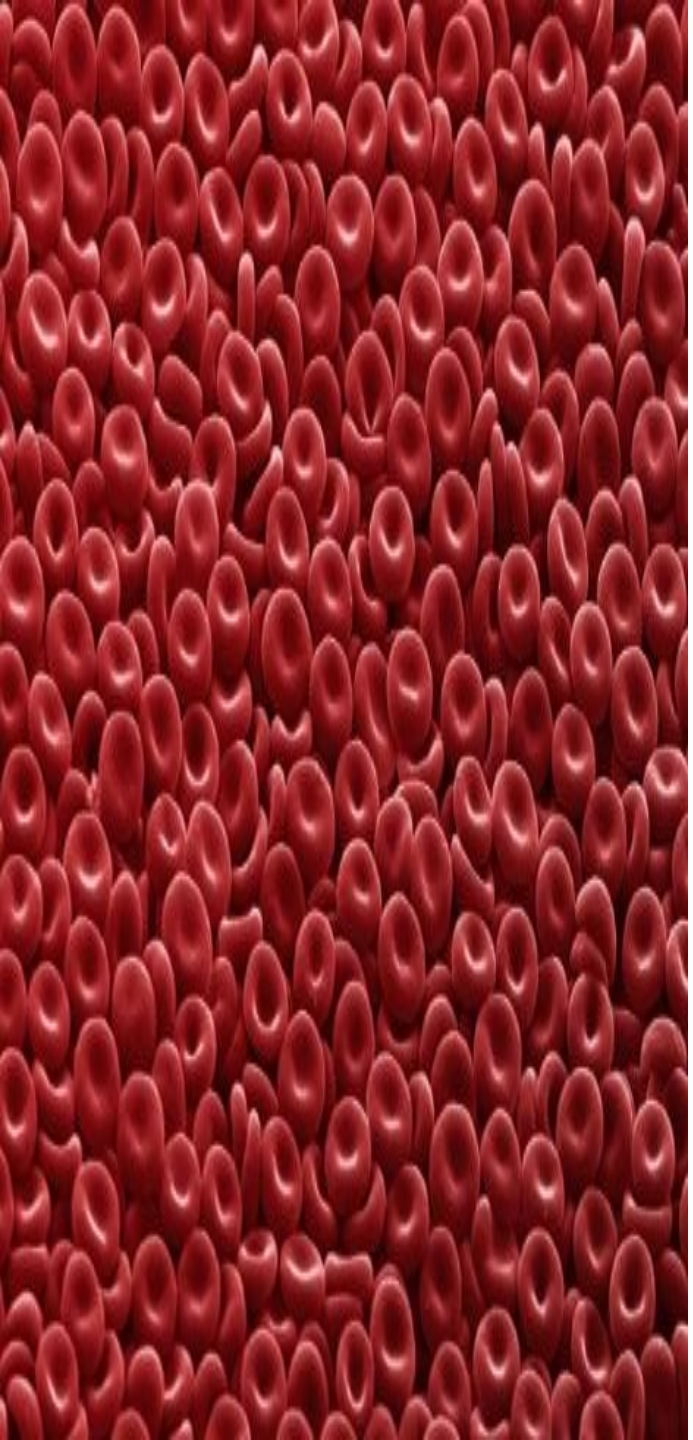
- Азотсодержащие соединения: аминокислоты и продукты белкового обмена (мочевина, мочевая кислота и креатинин)
- Неорганика: Na, K, Ca и Cl, HCO3, HPO4. Соли создают **осмотическое давление** плазмы (7,6 Атм), такое же давление создает 0,9 % раствор (изотонический) Na Cl.
- Белки создают **онкотическое давление** (0,04 Атм), не большое по сравнению с осмотическим, но **не менее важное!!!**

Кислотно-щелочное равновесие

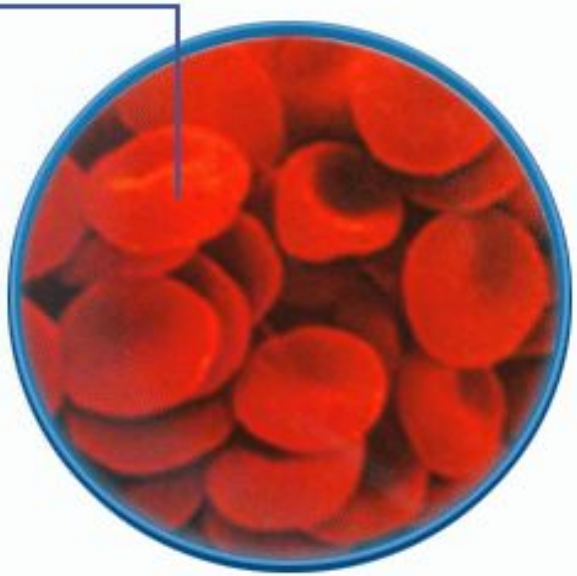
- Только в интервале pH 7,36-7,42 (слабощелочная реакция) возможно оптимальное течение обмена веществ. Крайними пределами изменения pH, совместимыми с жизнью, являются величины от 7 до 7,8. Сдвиг реакции крови в кислую сторону - **ацидоз**, в щелочную - **алкалоз**.
- Поддержание постоянства реакции крови в норме обеспечивают буферные системы крови (буферная система гемоглобина, карбонатная буферная система, фосфатная и белковая)

КЛЕТКИ: эритроцит, тромбоцит, лейкоцит

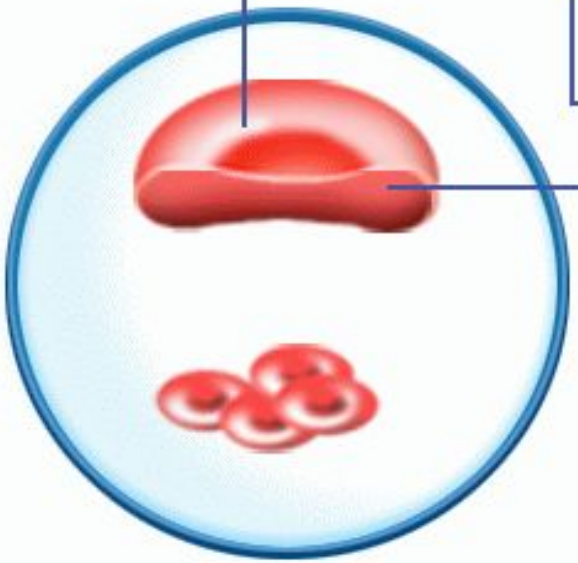




Эритроциты



Гемоглобин



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 Hb ; **буферная** - поддержание pH крови

ГЕМОЛИЗ – разрушение эритроцитов с выходом гемоглобина в плазму

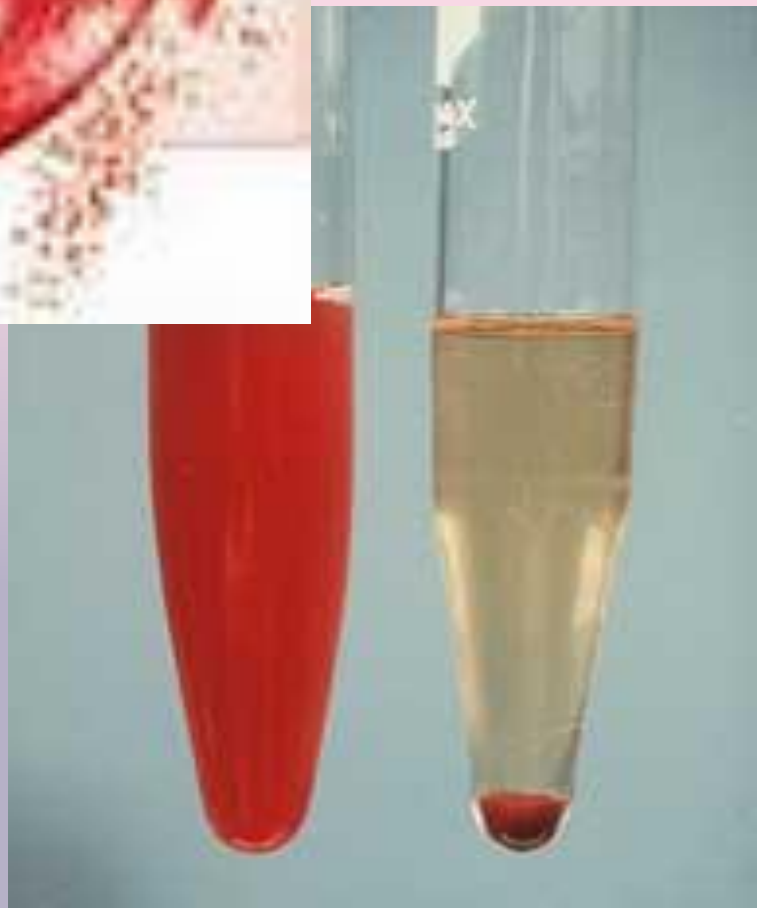
ВИДЫ ГЕМОЛИЗА

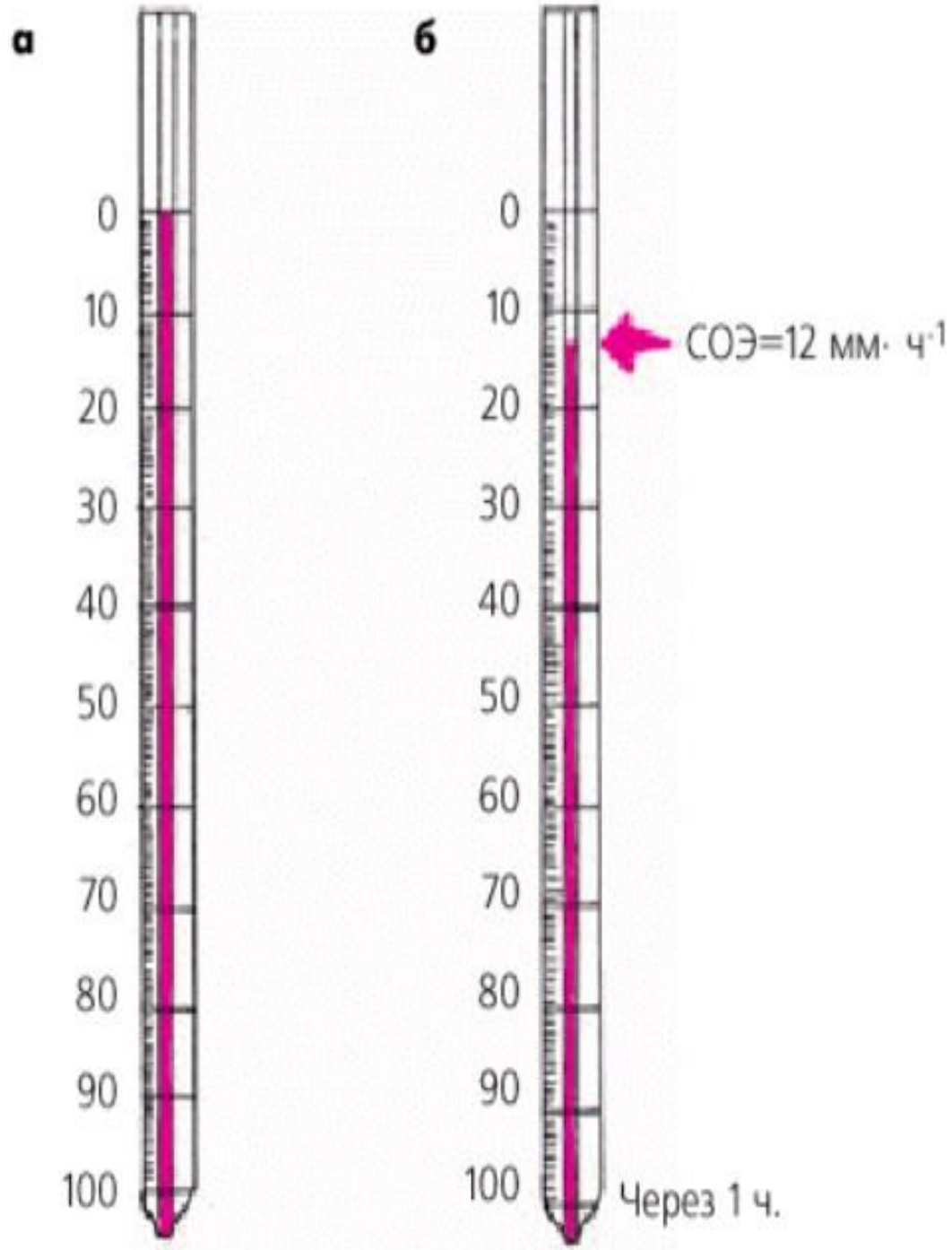
Физический:

Термический
Механический
Осмотический
Химический

Биологический

«ЛАКОВАЯ КРОВЬ» - результат гемолиза



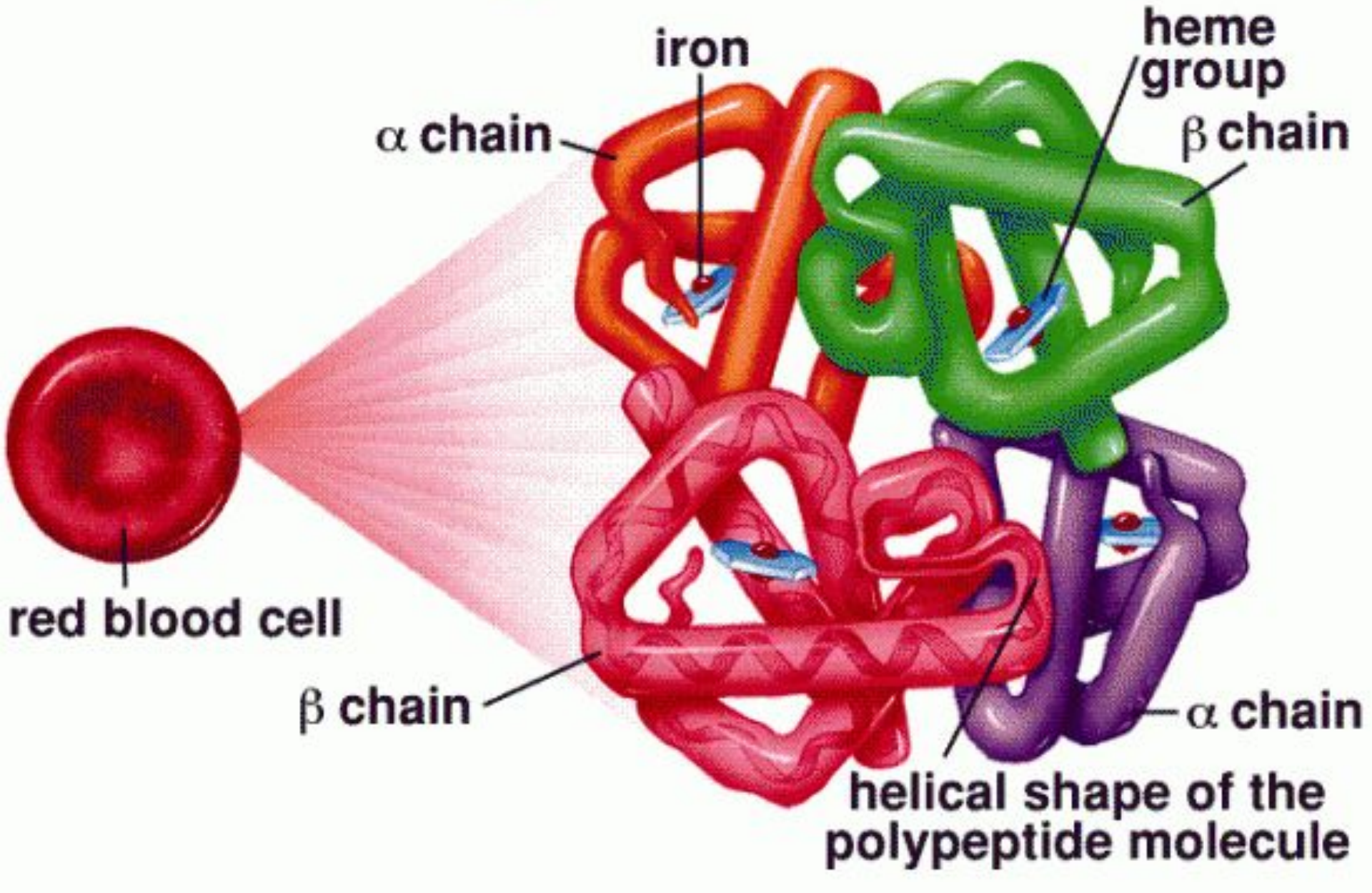


СОЭ

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

Sylvia S. Mader, Inquiry into Life, 8th edition. Copyright © 1997 The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

Hemoglobin Molecule



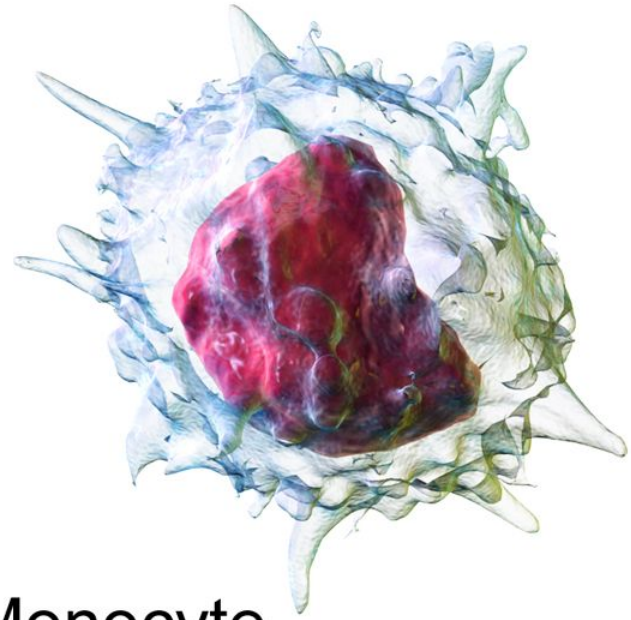
- **Гемоглобин (Hb)** - соединение, состоящее из белка глобина и четырех молекул гема. В каждом геме по атому железа способного присоединять и отдавать кислород.
- Содержание **Hb у мужчин в норме 130-160 г/л,**
  у женщин - 120-140 г/л. Разница из-за андрогенов, как и в случае с количеством эритроцитов. 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%

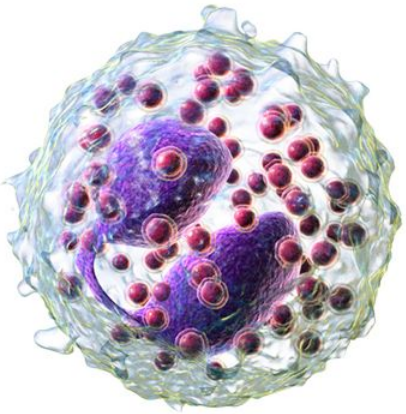
- **Физиологические соединения Hb:**
- **Оксигемоглобин** (Hb O2) - присоединивший O2. В артериальной крови, придет ей ярко-алый цвет
- **Дезоксигемоглобин** (Hb) - оксигемоглобин, отдавший O2. В в венозной крови, которая имеет темно-красный цвет
- **Карбгемоглобин** (HЬ CO2) - соединение с углекислым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

- **Патологические соединения Hb:**
- **Карбоксигемоглобин** (НЬ СО) - 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

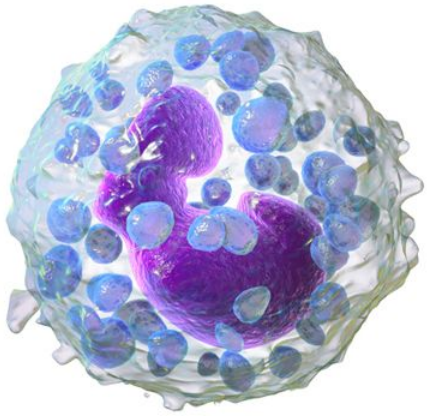
Лейкоцит (греч. leukos - белый), белое кровяное тельце - это бесцветная клетка с ядром. Размер 8-20 мкм. Образуются в ККМ, лимфоузлах и селезенке. В 1 мкл крови человека в норме **содержится 4-9 тысяч** лейкоцитов (или 4 - 9 на 10 в 9/л). Увеличение количества лейкоцитов в крови - **лейкоцитоз**, уменьшение - **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.**



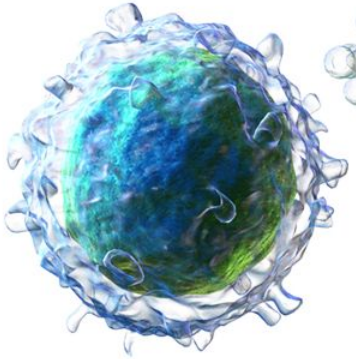
Monocyte

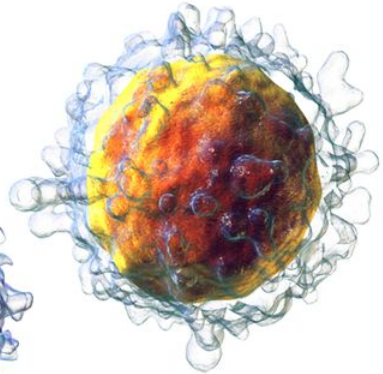


Eosinophil

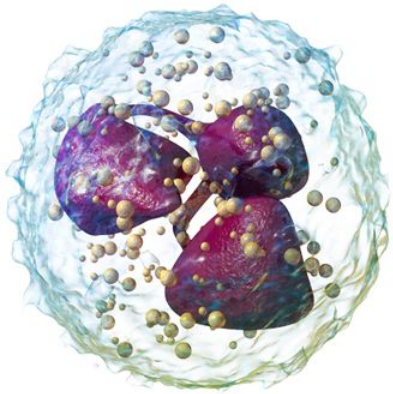


Basophil





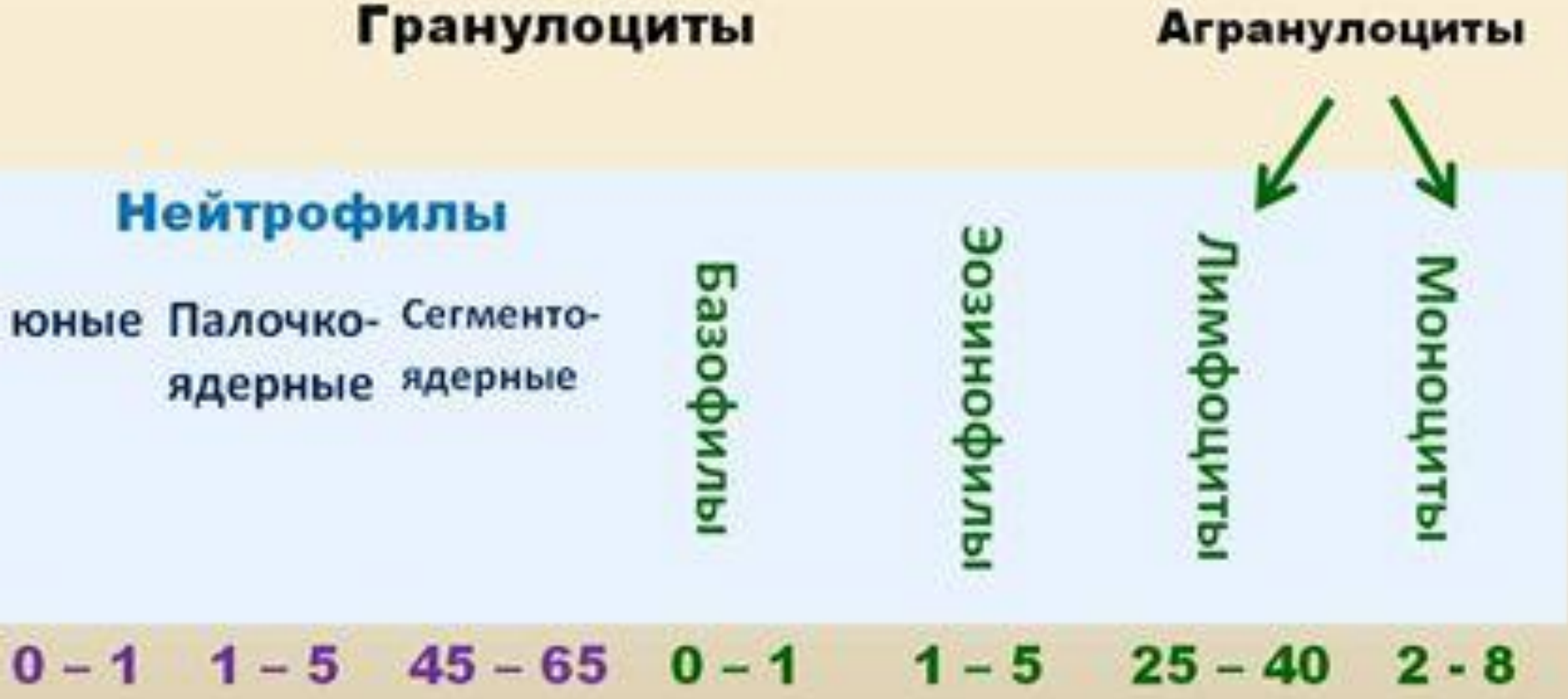
Lymphocytes



Neutrophil

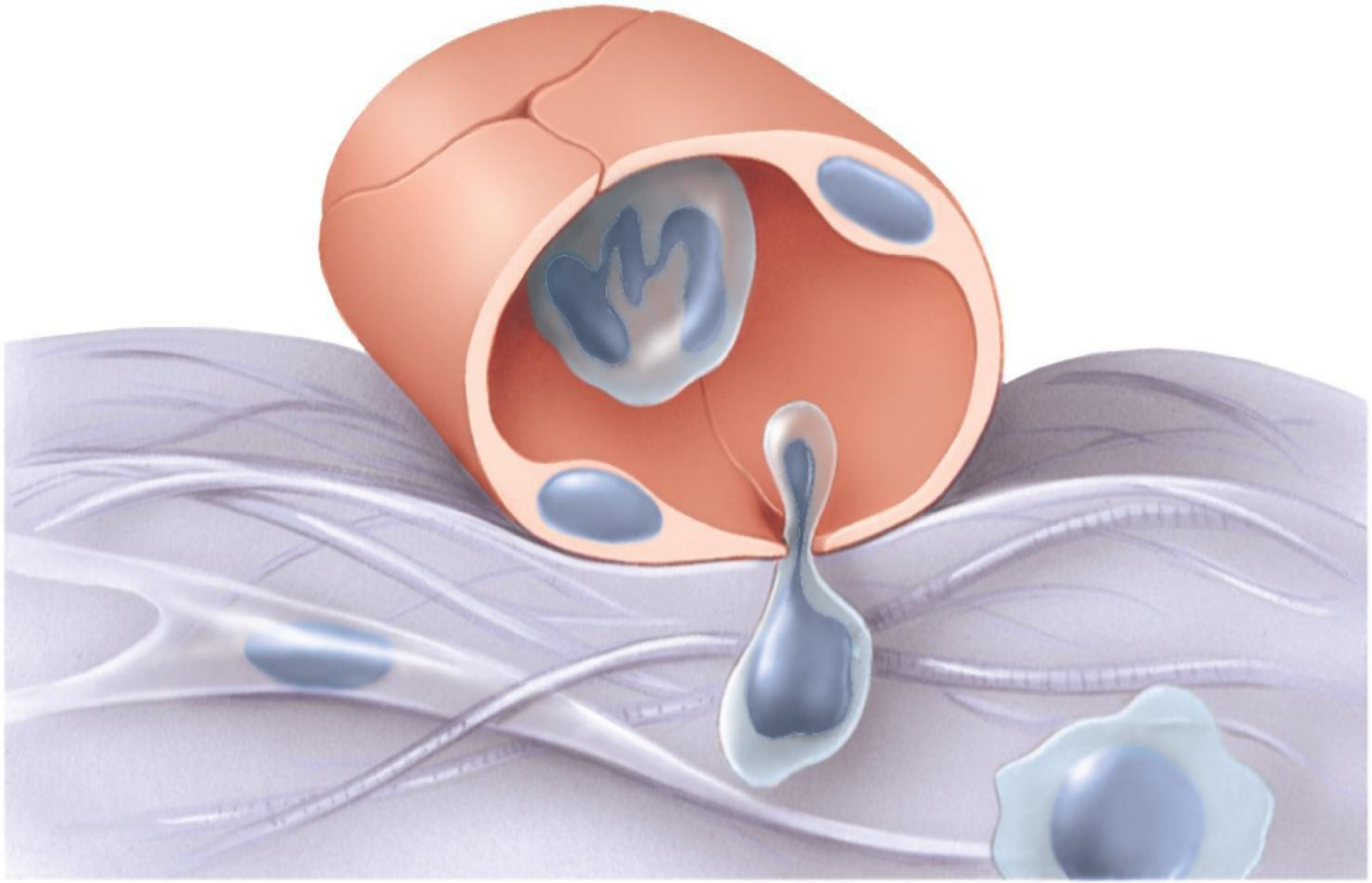
White Blood Cells

Лейкоцитарная формула здорового человека (в %)

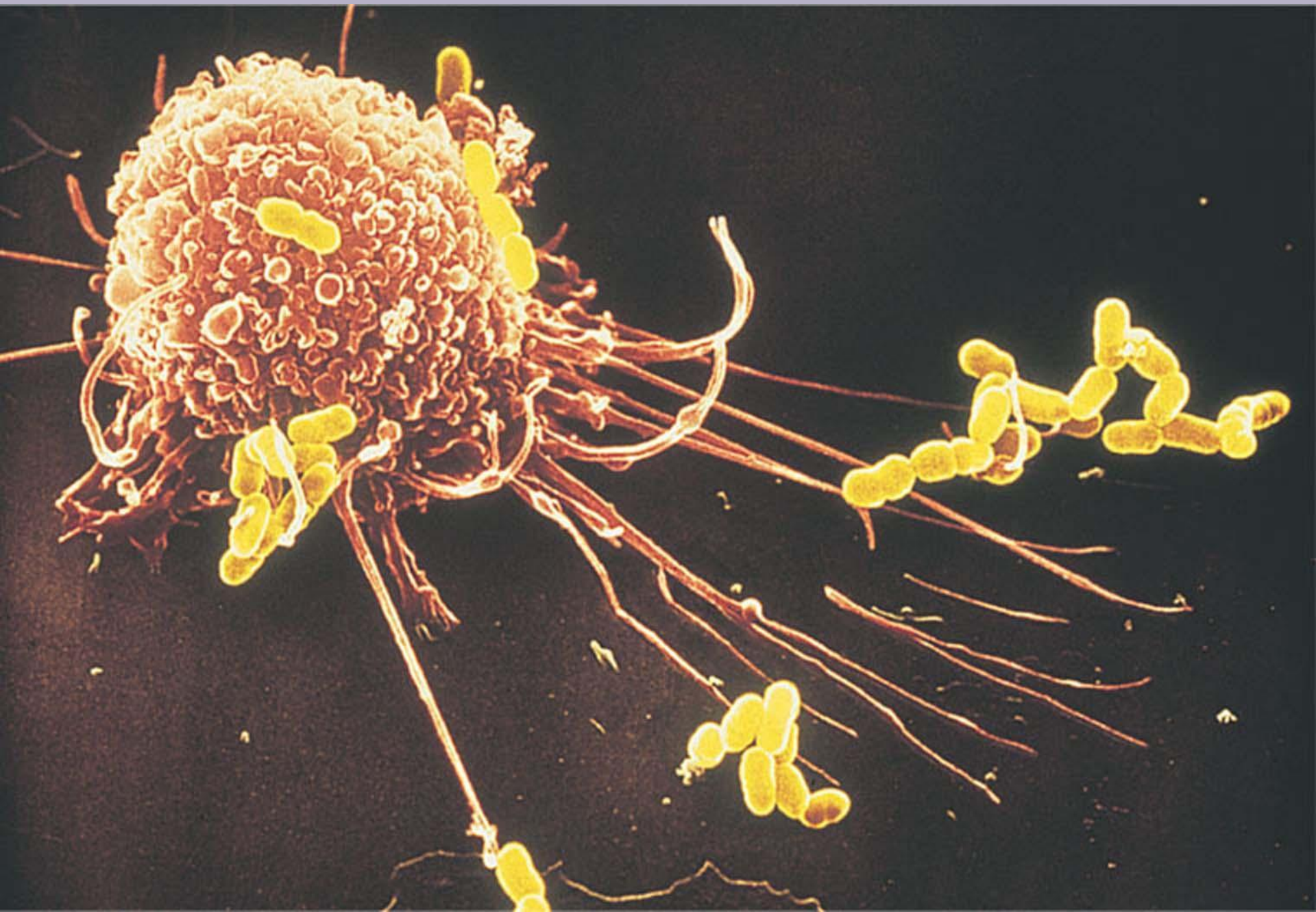


- **Все виды лейкоцитов обладают тремя общими важнейшими свойствами:**
- **амебовидная подвижность** - передвигаются за счет образования ложноножек (псевдоподий)
- **диапедез** - способность выходить через неповрежденную стенку сосуда
- **фагоцитоз** - способность окружать инородные тела и микроорганизмы,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

Диапедез лейкоцита



Псевдоподии и фагоцтитоз



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,**

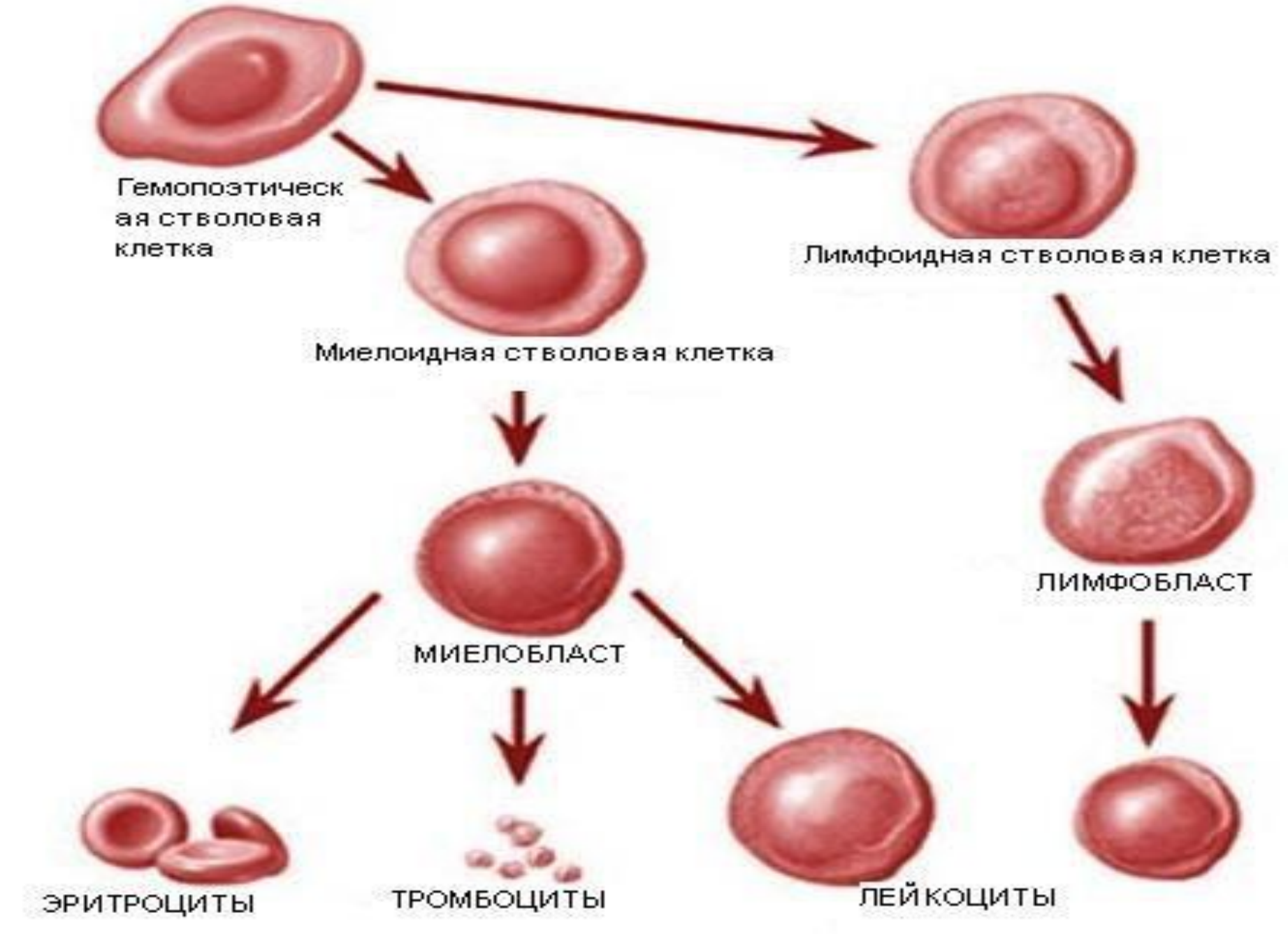
  уменьшение - **тромбоцитопения**

- **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 (гемопоэз)



- 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 B2, B6 и B12.
- Стимулируют кроветворение эритропоэтины почек, селезенки и печени, кровопотеря, гипоксия.

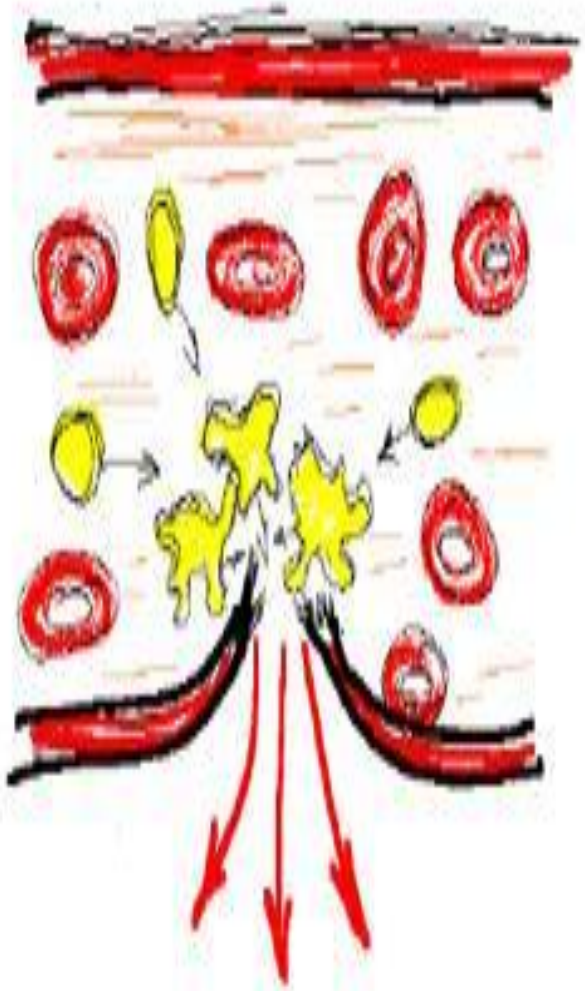
Гемостаз

- **Гемостаз** (stasis - застой) - 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**

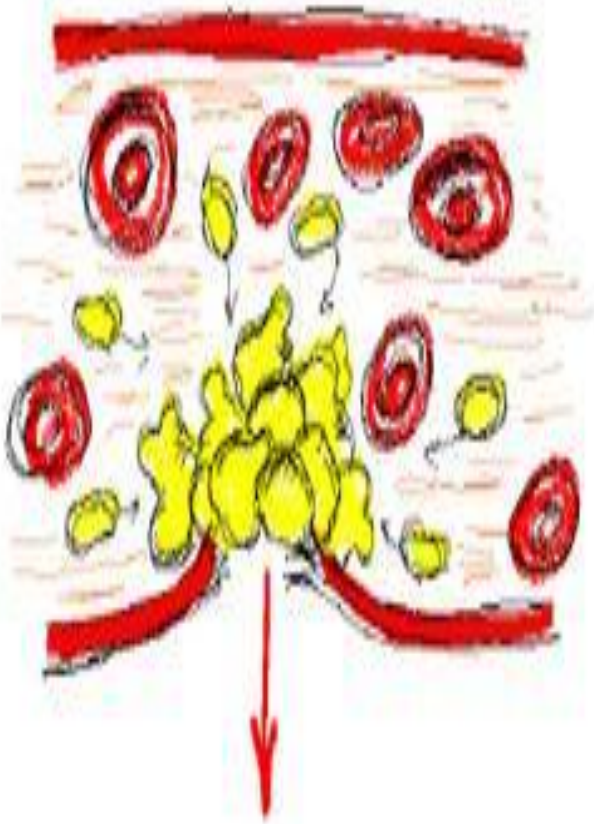
- **сосудисто-тромбоцитарный** (микроциркуляторный) гемостаз слагается из двух процессов:
- 1. сосудистого спазма, приводящего к уменьшению кровотечения.
- 2. образования, уплотнения и сокращения тромбоцитарной пробки, приводящей к полной остановке кровотечения.

  Время - **от 3 до 5 минут.**

Адгезия и агрегация тромбоцитов



Набухание тромбоцитов и формирование тромба



Ретракция тромба

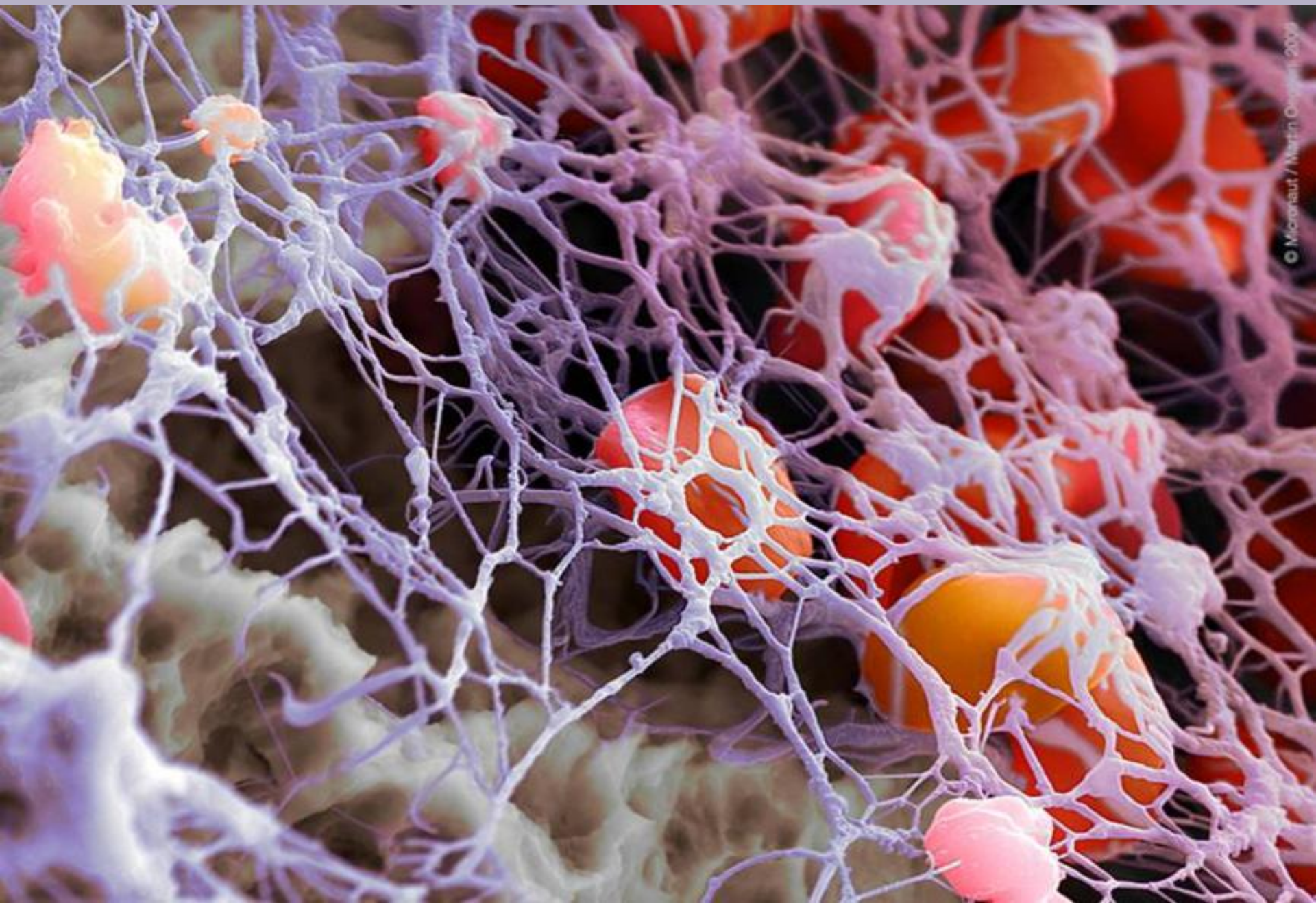
Система свертывания крови (гемокоагуляция).

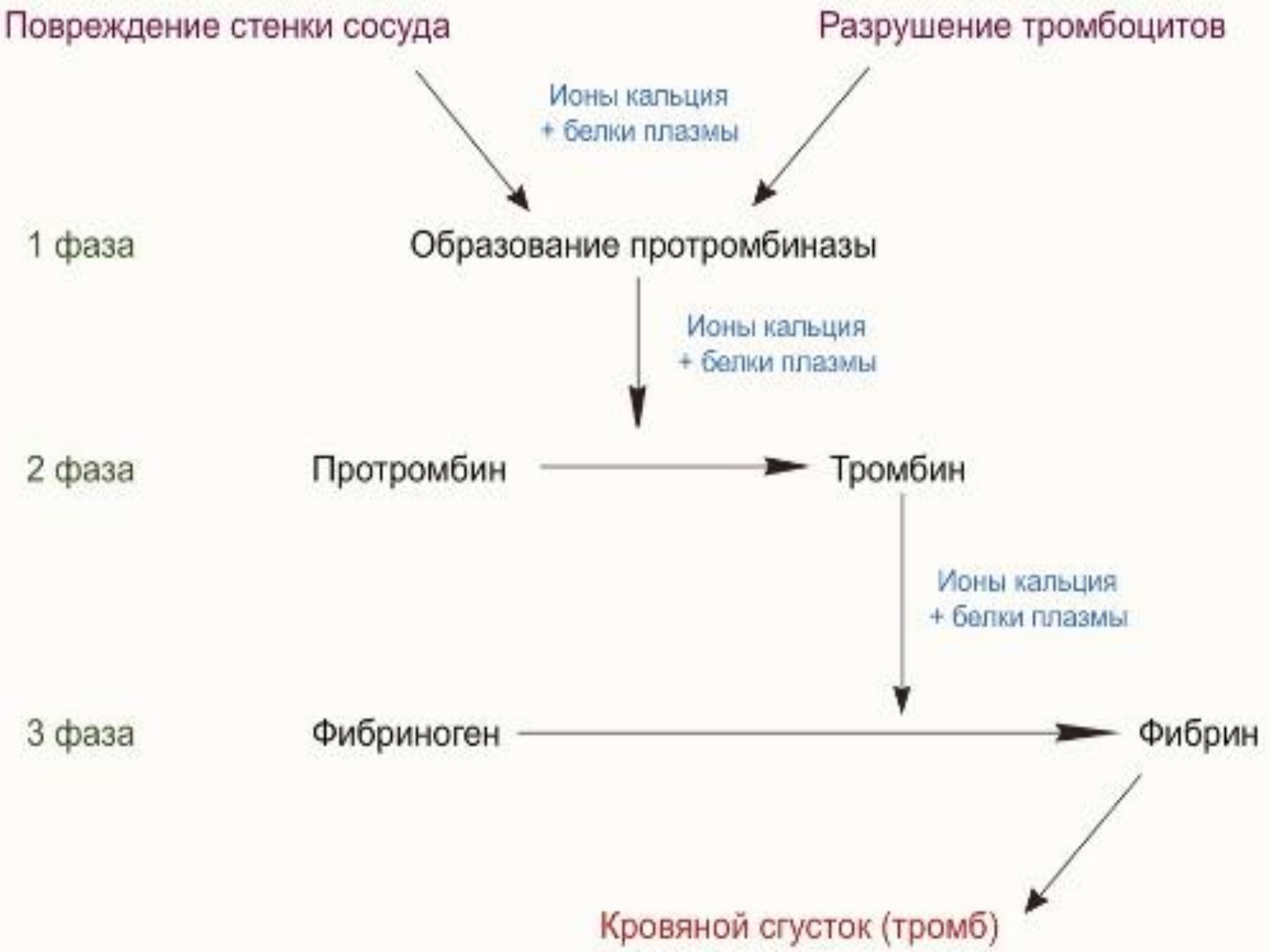
- **Систему гемокоагуляции** образуют кровь, ткани и механизм регуляции. Более 50 % смертей связаны с нарушениями этой системы.
- Сформулирована в конце 19 века, как **ферментативная теория Шмидта**, признающая существование факторов свертывания.

- 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 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)

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.

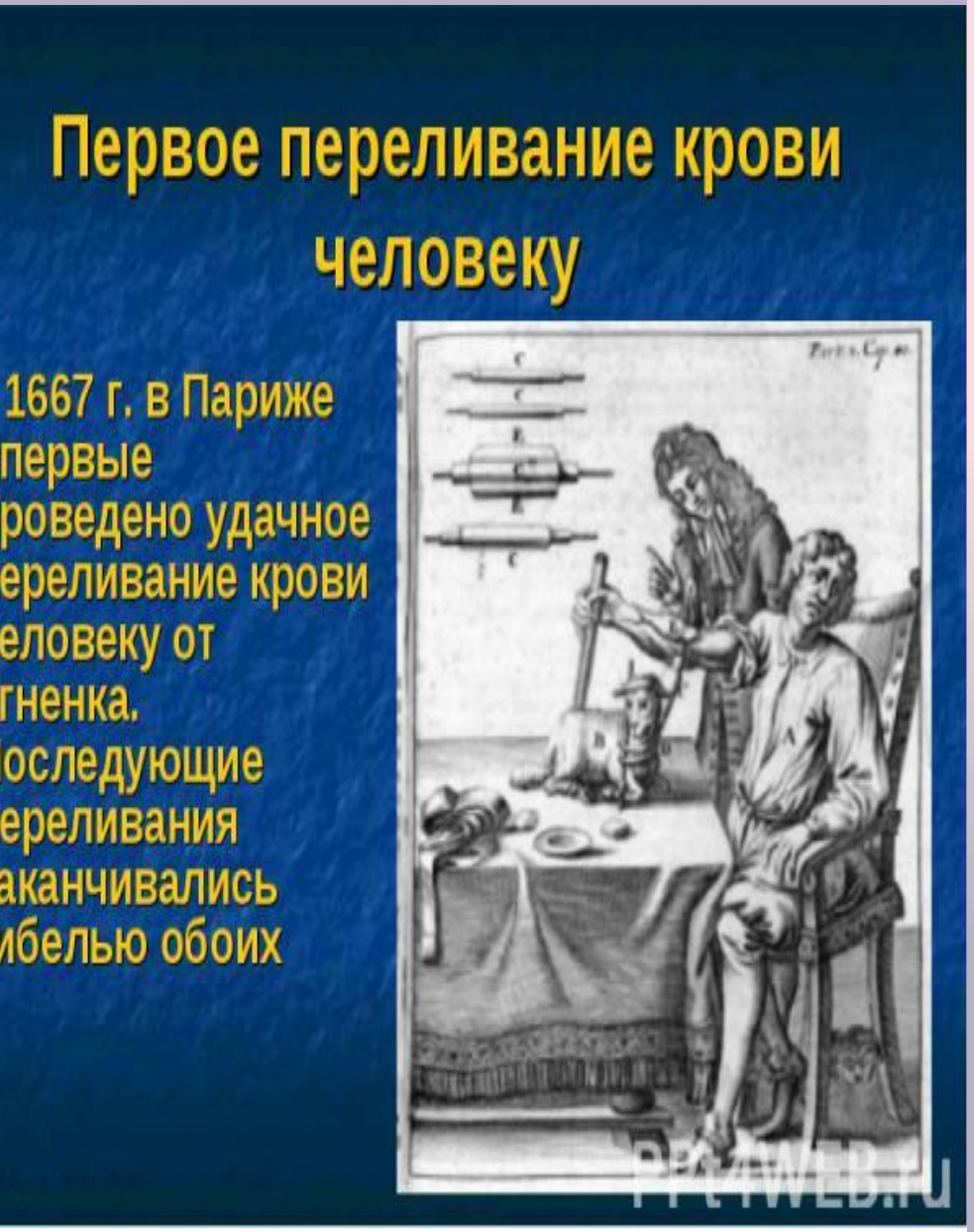
- Кроме свертывающей и фибринолитической системы, в организме имеется **противо-свертывающая система**, которая препятствует процессам внутрисосудистого свертывания крови. Главный **антикоагулянт** этой системы - **гепарин**, вырабатываемый легкими, печенью, базофилами и тучными клетками соединительной 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



- Вопрос возник в связи с необходимостью возмещения потерянной крови и попыток переливания человеку чужой крови, которые далеко не всегда были удачными. Опыты 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 **b (бета),** (антитела), склеивающие эритроциты, имеющие одноименные антигены.

- Агглютиноген А и агглюгтинин а, а также В и b называются одноименными. Склеивание эритроцитов происходит в том случае, если эритроциты **донора (человека, дающего кровь)** встречаются с одноименными агглютининами **реципиента (человека, получающего кровь)**, то есть А + а, В + b или АВ + а, b. 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

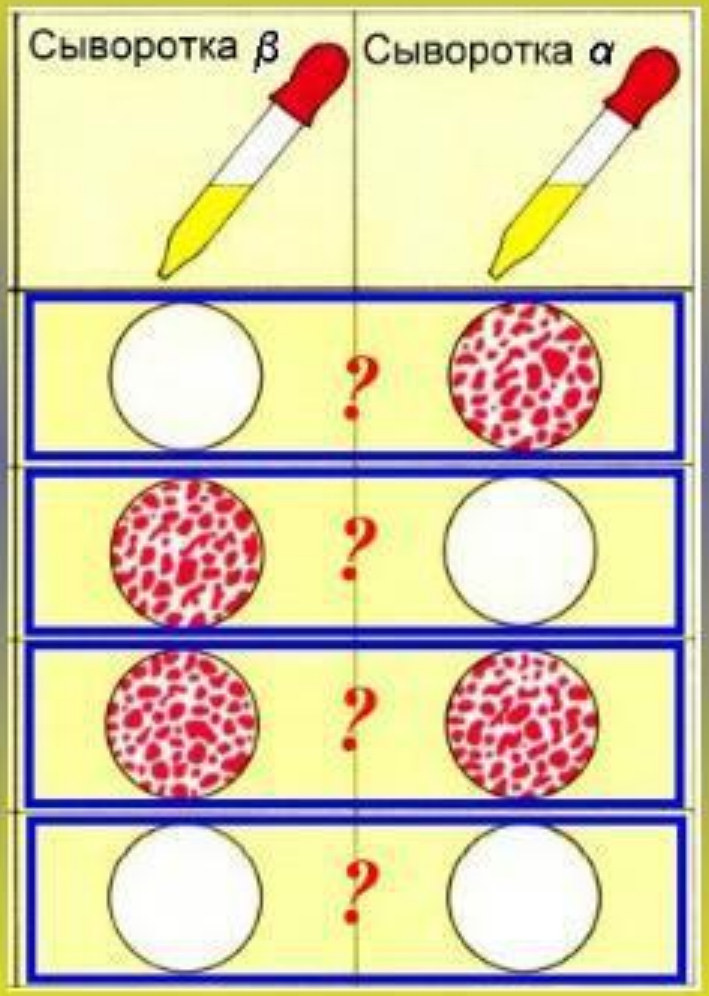
2.44. Определение групп крови с помощью стандартных сывороток

Агглютиногены донора	Агглютинины стандартных сывороток			
	αβ (I)	β (II)	α (III)	0 (IV)
0 (I)	–	–	–	–
A (II)	+	–	+	–
B (III)	+	+	–	–
AB (IV)	+	+	+	–

Схемо http://схемо.рф

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

Определение группы крови



		Донор			
		O α β	A β	B α	AB
Реципиент	O α β	–			
	A β	–+	–		
	B α	–+		–	
	AB	–+	–+	–+	–

PPt4WEB.ru

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

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**

Эффекты донорства

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