

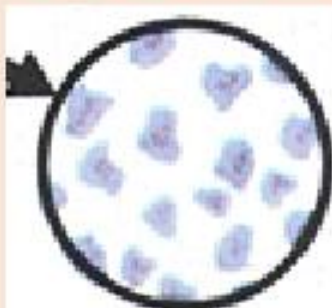
ФОРМЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ



Эритроциты
(4,5–5) · 10¹²/л

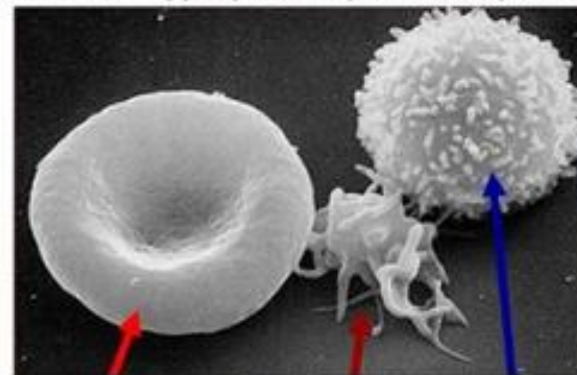


Лейкоциты
(6–9) · 10⁹/л



Тромбоциты
(250–400) · 10⁹/л

Снимок сканирующего электронного микроскопа



Эритроцит Тромбоцит Лейкоцит

Основные функции крови

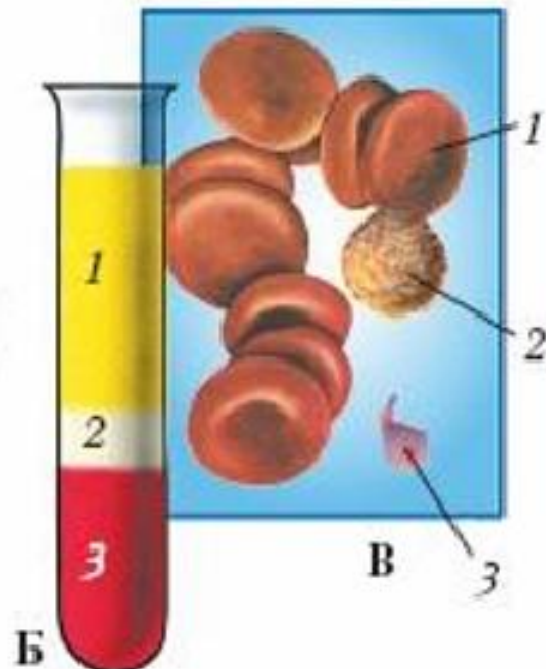
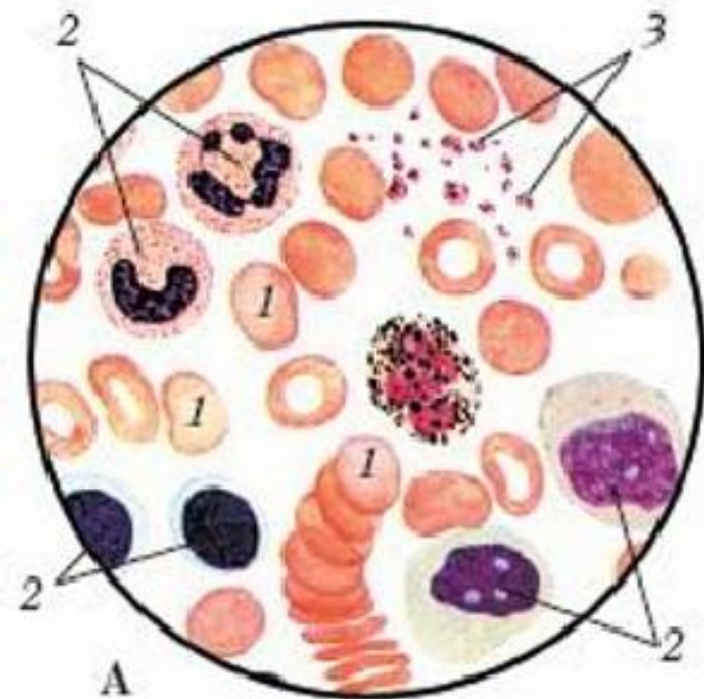


Транспортная:

- 1) газы:
кислород, углекислый газ
- 2) питательные вещества

Защитная

- 1) иммунитет
врожденный-приобретенный
клеточный-гуморальный
- 2) гемостаз (свертывание)



Состав крови:

А — кровь под микроскопом:

- 1 — эритроциты;
- 2 — лейкоциты;
- 3 — тромбоциты;

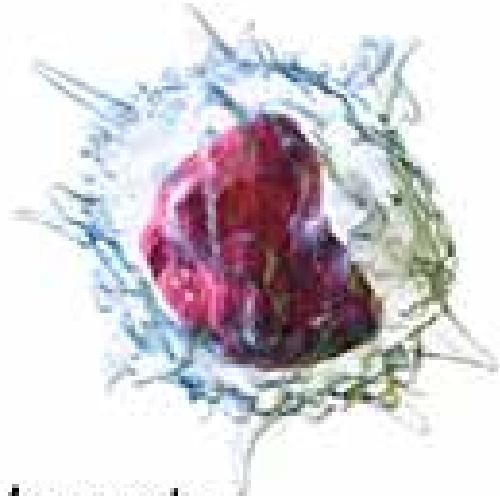
Б — расслоившаяся кровь:

- 1 — плазма;
- 2 — лейкоциты;
- 3 — эритроциты;

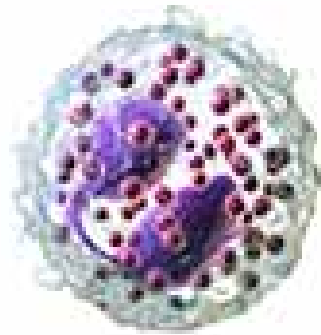
В — форменные элементы крови:

- 1 — эритроциты;
- 2 — лимфоциты;
- 3 — тромбоциты

Blood cells and its types with functions



Monocyte



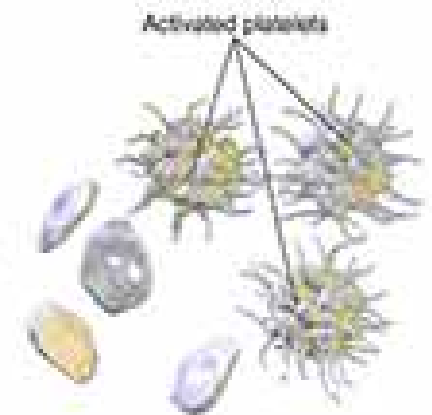
Eosinophil



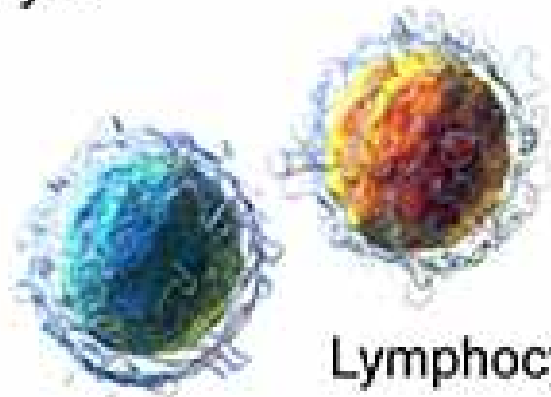
Basophil



Red Blood Cells



Platelets



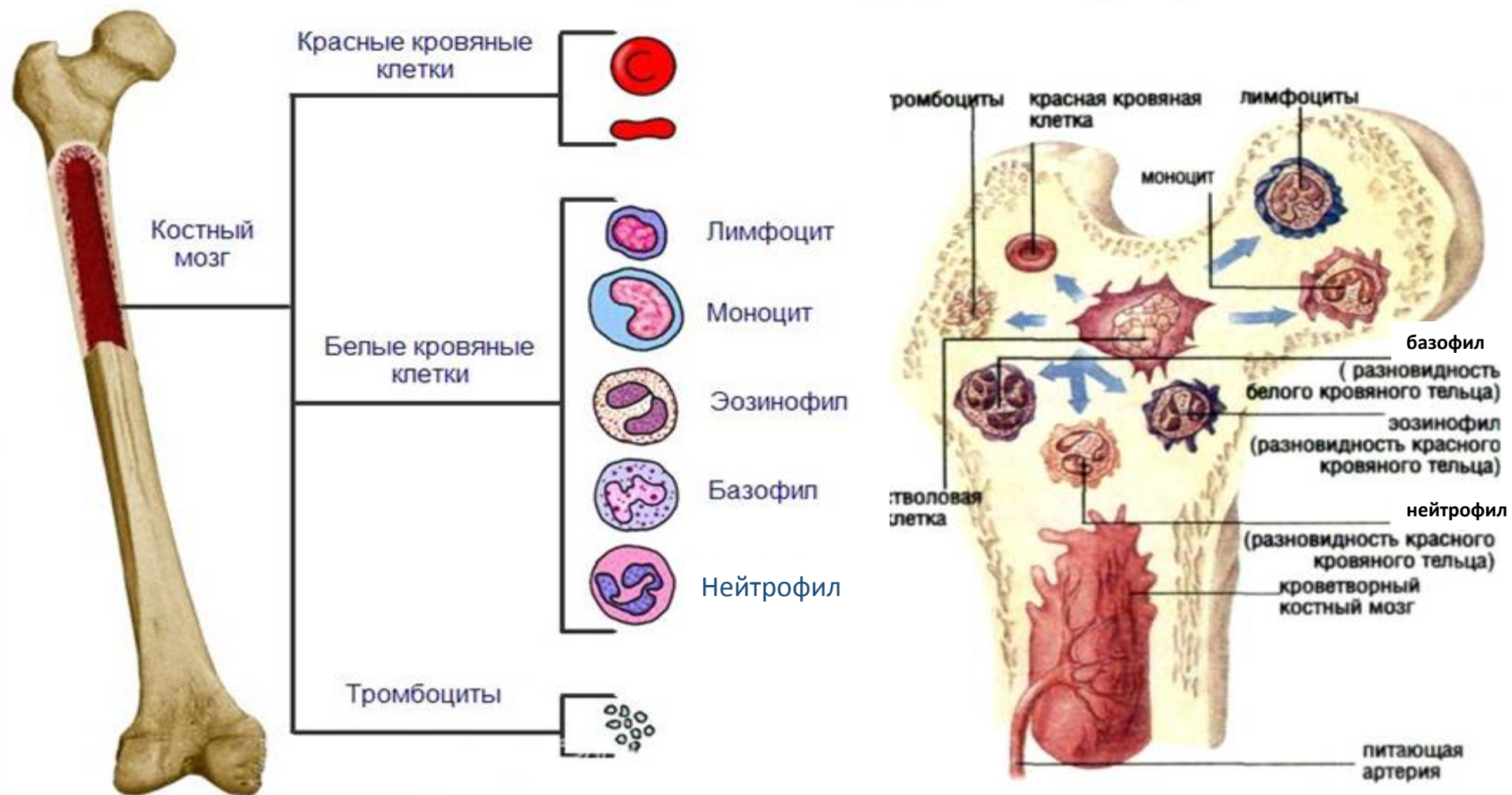
Lymphocytes



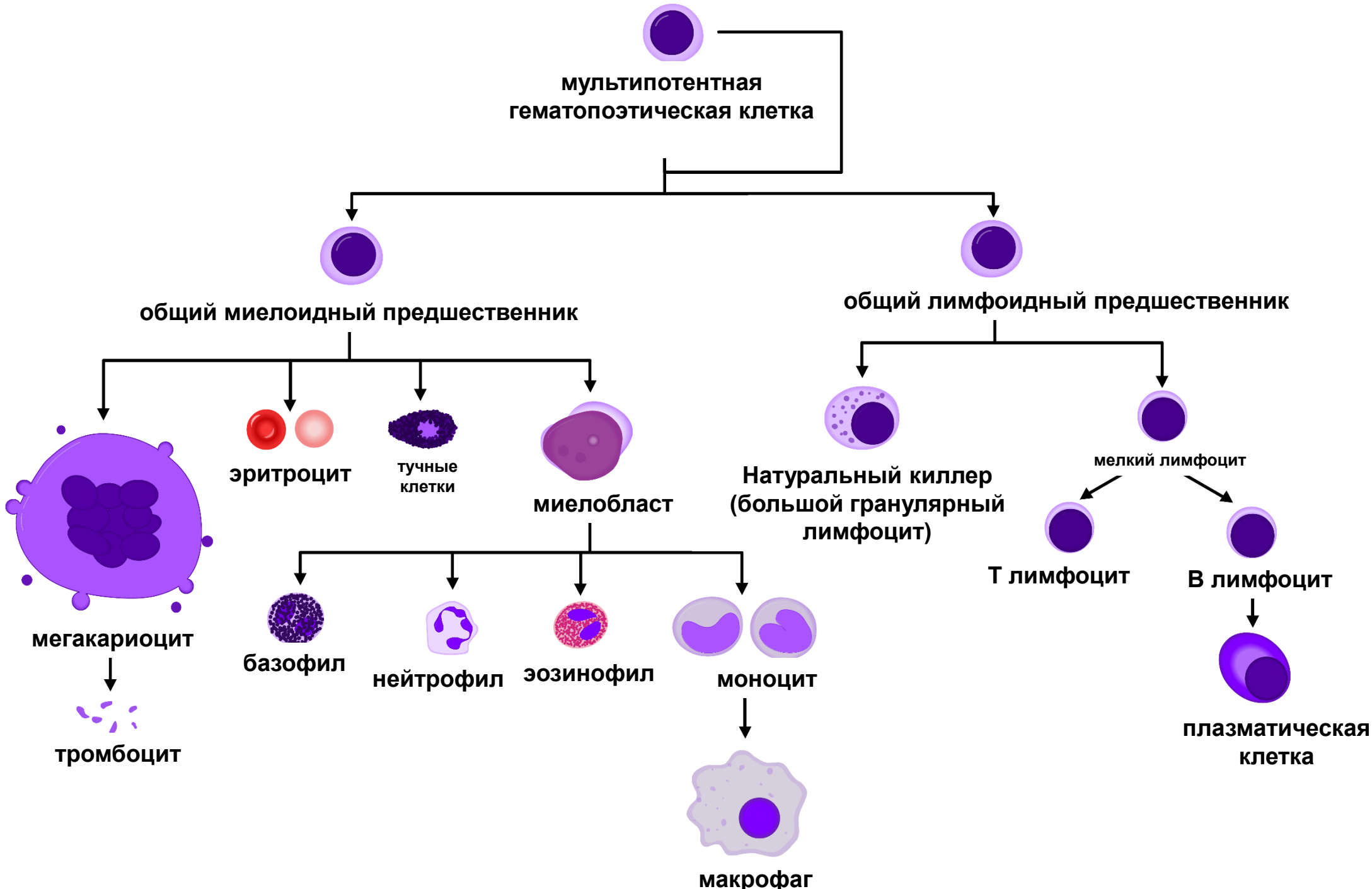
Neutrophil

White Blood Cells

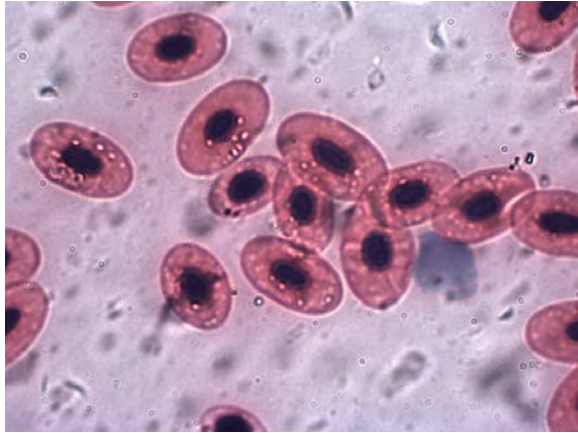
А что происходит внутри кости?



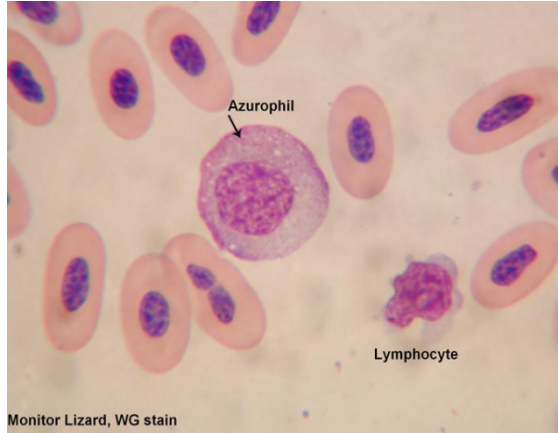
- Внутри кости есть целый завод по производству клеток крови – **красный костный мозг**. В нём изготавливаются тромбоциты, лейкоциты и эритроциты крови.



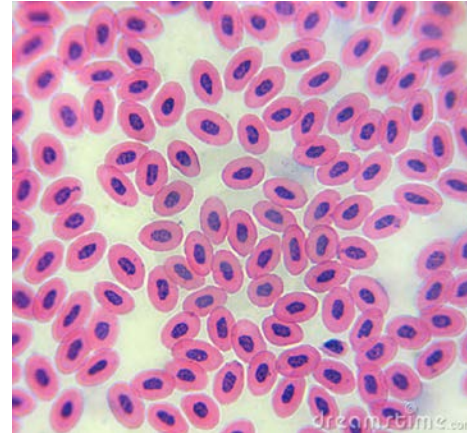
ЭРИТРОЦИТЫ



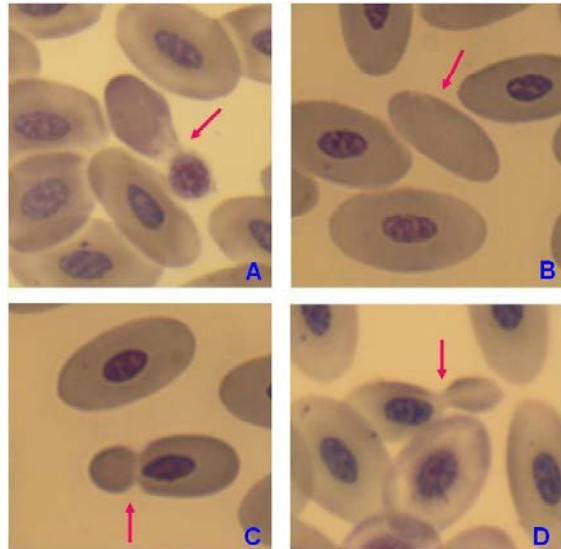
лягушка



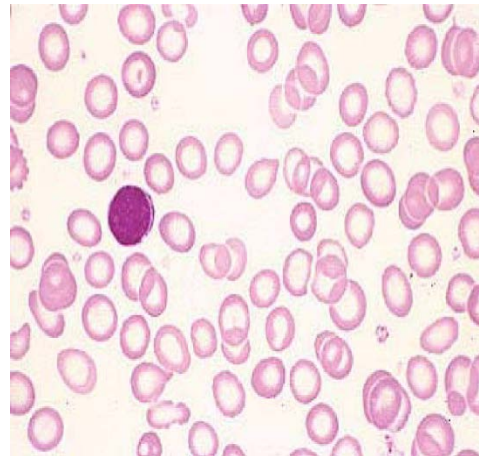
ящерица



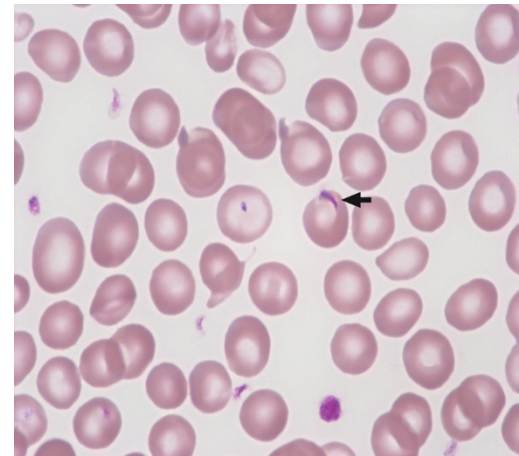
курица



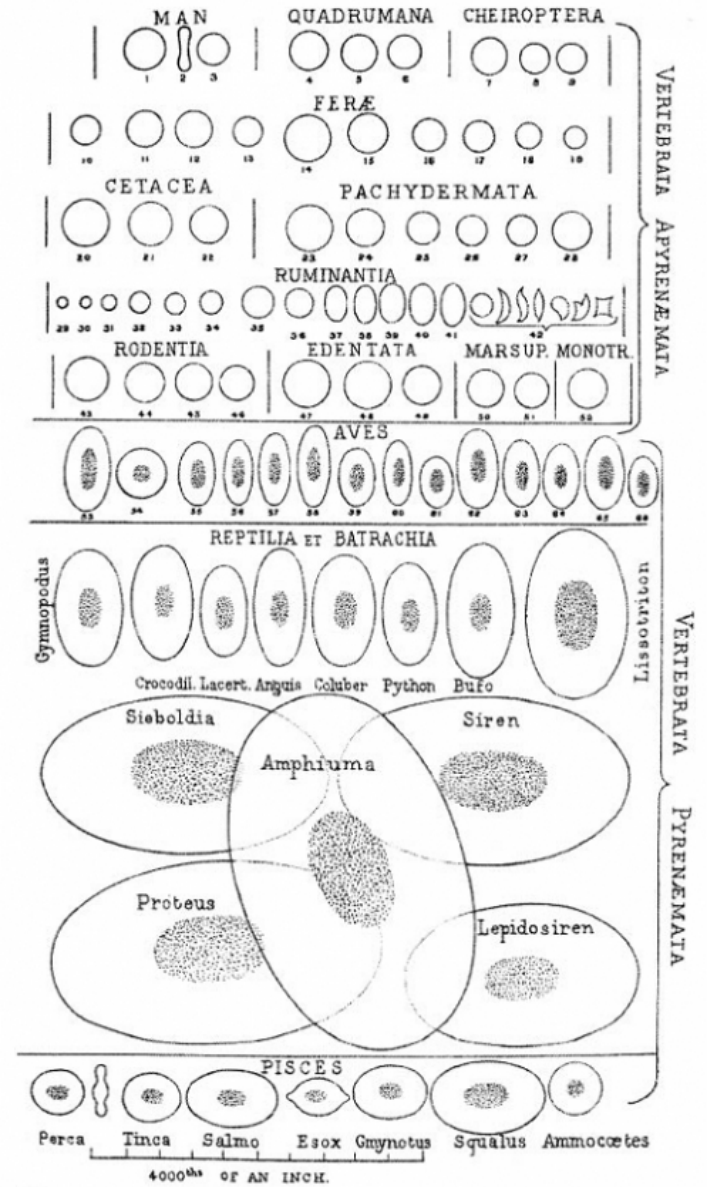
ПИНГВИН



мышь



человек



RED BLOOD-CORPUSCLES



Человеческие **эритроциты** — очень маленькие эластичные клетки дисковидной двояковогнутой формы диаметром от 7 до 10 мкм. Размер и эластичность помогают им при движении по капиллярам, их форма обеспечивает большую площадь поверхности, что облегчает газообмен. В них отсутствует клеточное ядро и большинство органелл, что повышает содержание гемоглобина. Приблизительно **четверть всех клеток в теле человека** — эритроциты

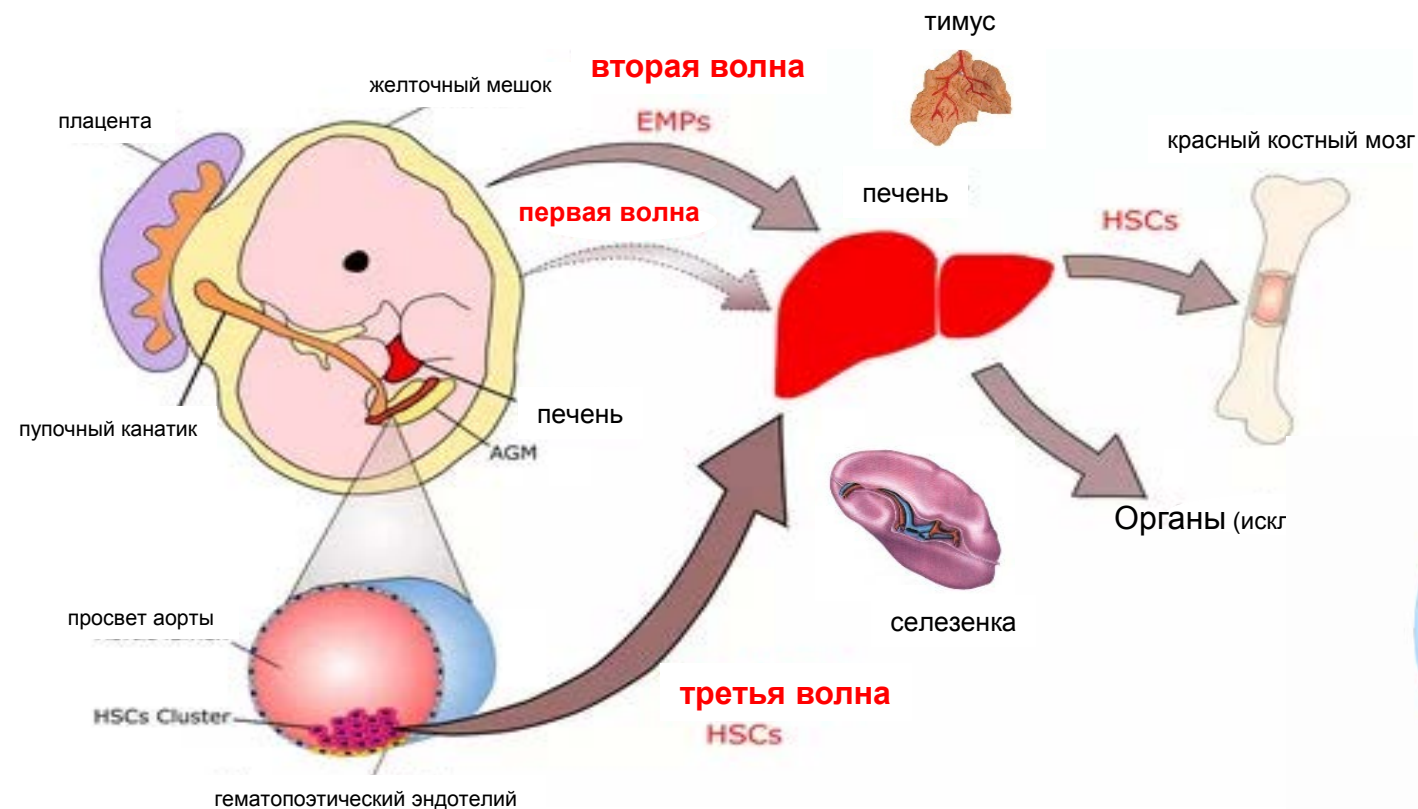
Увеличение (эритроцитоз) количества эритроцитов бывает при:

- **новообразованиях;**
- водянке почечных лоханок;
- влиянии кортикостероидов;
- болезни истинной полицитемии;
- **лечении стероидами**

Небольшое относительное увеличение количества эритроцитов может быть связано со сгущением крови вследствие ожога, диареи, приема диуретиков.

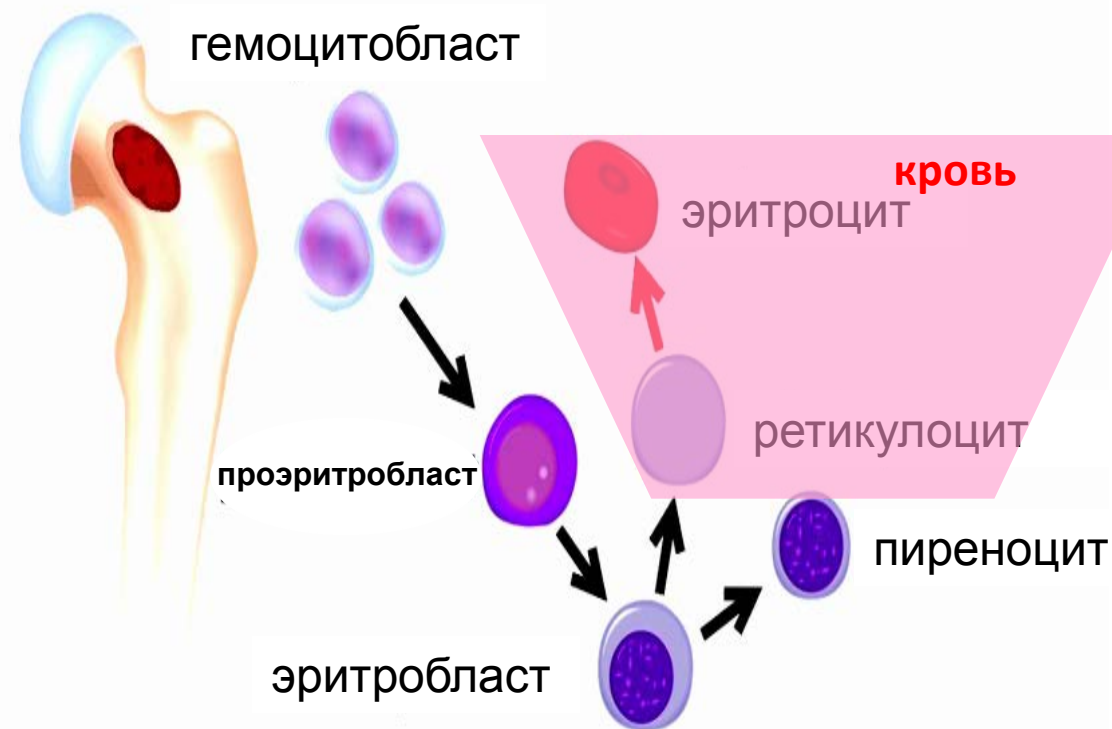
Уменьшение содержания эритроцитов в крови наблюдается при:

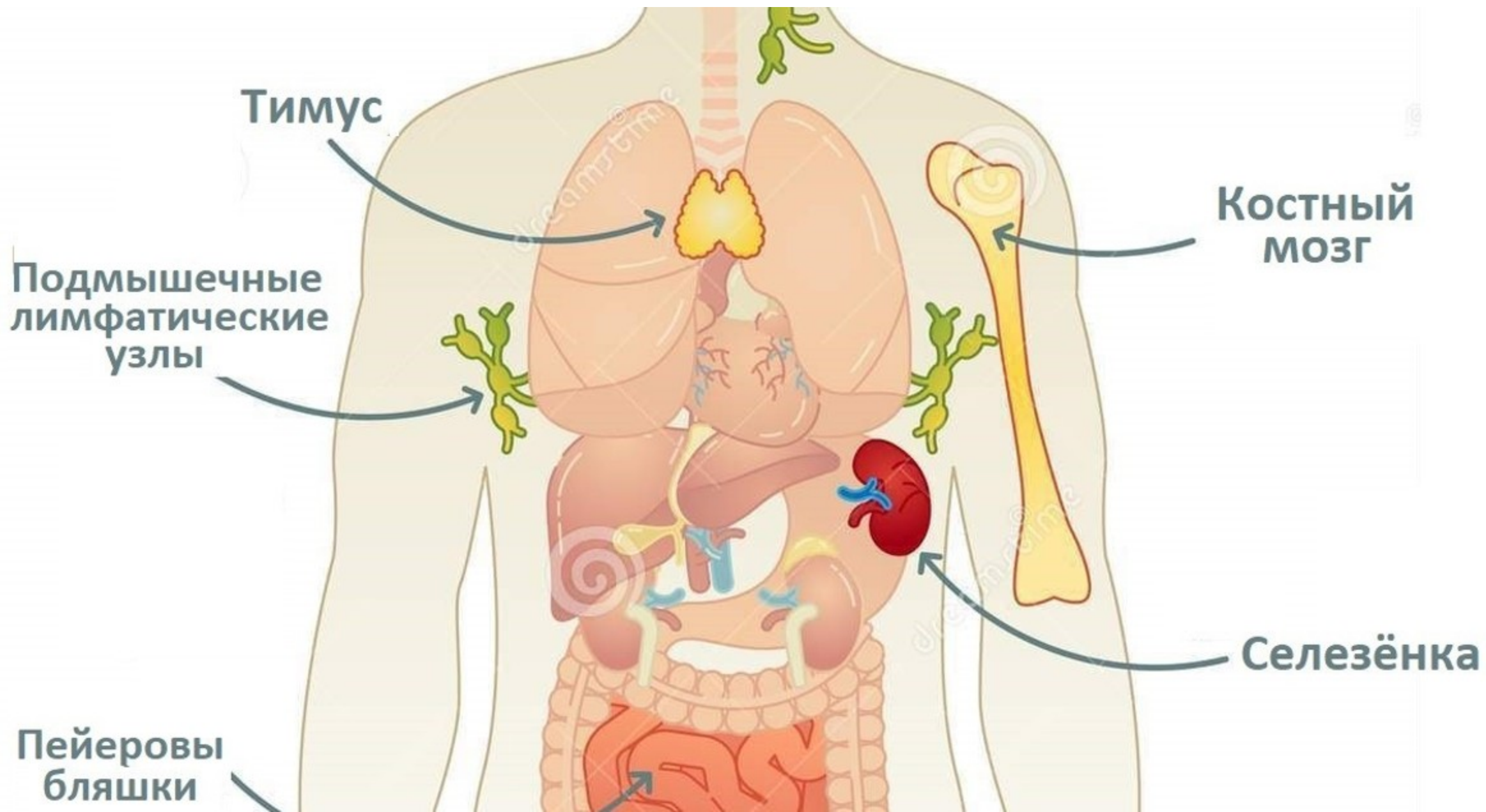
- **кровопотере;**
- анемии;
- **беременности;**
- гидремия (внутривенное введение большого количества жидкости, то есть инфузионная терапия)
- при оттоке тканевой жидкости в кровеносное русло при уменьшении отеков (терапия мочегонными препаратами).
- снижении интенсивности образования эритроцитов в костном мозге;
- ускоренном разрушении эритроцитов;



Гемопоэз на эмбриональной стадии претерпевает изменения при онтогенезе. На ранних стадиях развития эмбрионов человека гемопоэз начинается в утолщениях мезодермы желточного мешка, продуцирующего эритроидные клетки примерно с 16—19 дня развития и прекращается после 60-го дня развития, после чего функция кроветворения переходит к печени и селезёнке, начинается лимфопоэз в тимусе (т. н. гепатоспленотимическая стадия). Последним из кроветворных органов в онтогенезе развивается красный костный мозг, играющий главную роль в постэмбриональном гемопоэзе. Костный мозг начинает формироваться в период, когда гематopoэз уже иссяк в желточном мешке, временно осуществляется в печени и активно развивается в тимусе. После окончательного формирования костного мозга гематopoэтическая функция печени угасает.

Гемопоэз





Увеличение (лейкоцитоз) бывает при:

- острых воспалительных процессах;
- гнойных процессах, сепсисе;
- многих инфекционных заболеваниях вирусной, бактериальной, грибковой и другой этиологии;
- злокачественных новообразованиях;
- травмах тканей;
- инфаркте миокарда;
- при беременности (последний триместр);
- после родов — в период кормления ребёнка грудным молоком;
- после больших физических нагрузок (физиологический лейкоцитоз).

К **снижению** (лейкопения) приводит:

- аплазия, гипоплазия костного мозга;
- воздействие ионизирующего излучения, лучевая болезнь;
- брюшной тиф;
- вирусные заболевания;
- анафилактический шок;
- под влиянием некоторых лекарственных препаратов (сульфаниламиды и некоторые антибиотики, нестероидные противовоспалительные препараты, тиреостатики, противоэпилептические препараты, антиспазматические пероральные препараты);
- повреждение костного мозга химическими средствами, лекарствами;
- гиперспленизм (первичный, вторичный);
- острые лейкозы;
- миелодиспластические синдромы;
- плазмоцитома;
- метастазы новообразований в костный мозг;
- пернициозная анемия;
- тиф и паратиф;
- коллагенозы.

Моноциты

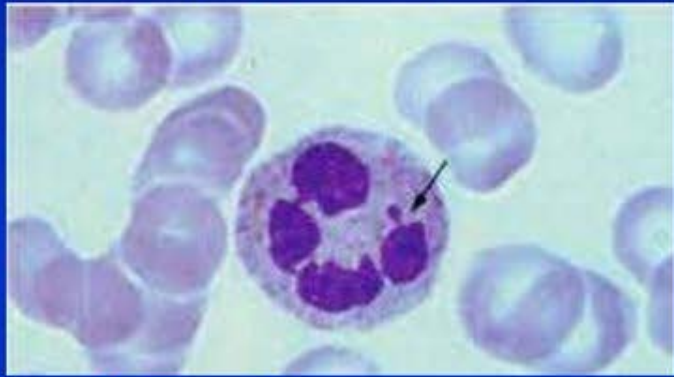


Моноциты обладают выраженной фагоцитарной функцией. Это самые крупные клетки периферической крови и их называют макрофагами. Моноциты находятся в крови 2-3 дня, затем они выходят в окружающие ткани, где, достигнув зрелости, превращаются в тканевые макрофаги (гистиоциты). Моноциты способны фагоцитировать микробы в кислой среде, когда нейтрофилы не активны. Фагоцитируя микробы, погибшие лейкоциты, поврежденные клетки тканей, моноциты очищают место воспаления и подготавливают его для регенерации. Моноциты синтезируют отдельные компоненты системы комплемента. Активированные моноциты и тканевые макрофаги продуцируют цитотоксины, интерлейкин (ИЛ-1), фактор некроза опухолей (ФНО), интерферон, тем самым осуществляя противоопухолевый, противовирусный, противомикробный и противопаразитарный иммунитет; участвуют в регуляции гемопоза. Макрофаги принимают участие в формировании специфического иммунного ответа организма. Моноциты продуцируют как факторы, усиливающие свертывание крови (тромбоксаны, тромбопластины), так и факторы, стимулирующие фибринолиз (активаторы плазминогена).

- ❖ Моноциты – это самый крупный вид лейкоцитов
- ❖ Моноциты способны к активному амебовидному движению благодаря выростам цитоплазмы — псевдоподиям, к эмиграции за пределы кровеносных сосудов и к **хемотаксису** (преимущественной миграции в места воспаления или повреждения тканей), но главным свойством моноцитов является способность к **фагоцитозу**.
- ❖ **Повышение моноцитов (моноцитоз)** наиболее часто наблюдается при **инфекционных заболеваниях**, в период выздоровления после острых инфекций, может появляться при болезнях крови (например, при острых лейкозах).

Нейтрофилы

В настоящее время по нейтрофильным лейкоцитам возможно **определение половой принадлежности** крови — у женщин один из сегментов имеет околядерный сателлит (или придаток) в виде барабанной палочки.



Функции нейтрофилов:

- 1) фагоцитоз бактерий;
- 2) фагоцитоз иммунных комплексов («антиген — антитело»);
- 3) бактериостатическая и бактериолитическая;
- 4) выделение кейлонов и регуляция размножения лейкоцитов.

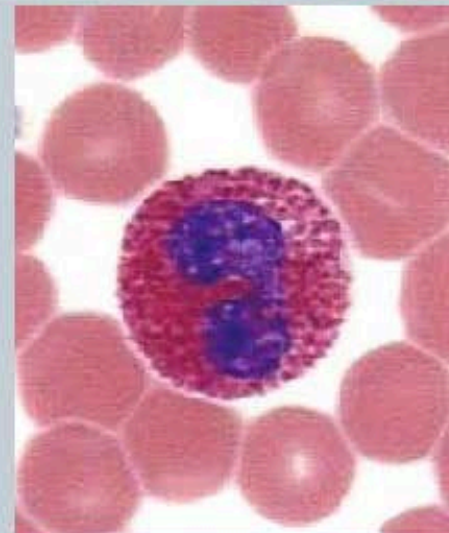
Свойства нейтрофилов:

- ❖ Выход из крови в ткани, миграция в тканях (хемотаксис)
- ❖ Активация под действием бактерий (**микроорганизмов**).
- ❖ **Нетоз** — это процесс программируемой клеточной гибели, сопровождающийся выбросом нейтрофилом внеклеточной нейтрофильной ловушки состоящей из специфически ориентированных нитей **ДНК**.
- ❖ Интенсивный фагоцитоз под действие бактерий
- ❖ Высвобождение лизирующих ферментов в межтканевое пространство, разрушение инородных агентов и окружающих их клеток, образование гноя
- ❖ **Увеличение количества нейтрофилов** в крови обозначает наличие **гнойной инфекции** в организме

Эозинофилы



- Убивают гельминтов и простейших, паразитирующих в крови и внутренних органах
- Фагоцитируют комплексы антиген-антитело
- Стимулируют развитие воспаления, выделяя провоспалительные цитокины



- способны к активному амeboидному движению, к экстравазации (проникновению за пределы стенок [кровеносных сосудов](#)) и к [хемотаксису](#) (преимущественному движению в направлении очага [воспаления](#) или повреждения ткани).
- как и нейтрофилы, способны к [фагоцитозу](#), причём являются **микрофагами**, то есть способны поглощать лишь относительно мелкие чужеродные частицы или клетки.
- В больших количествах обнаруживаются в **тонком кишечнике**.

Базофилы, тучные клетки

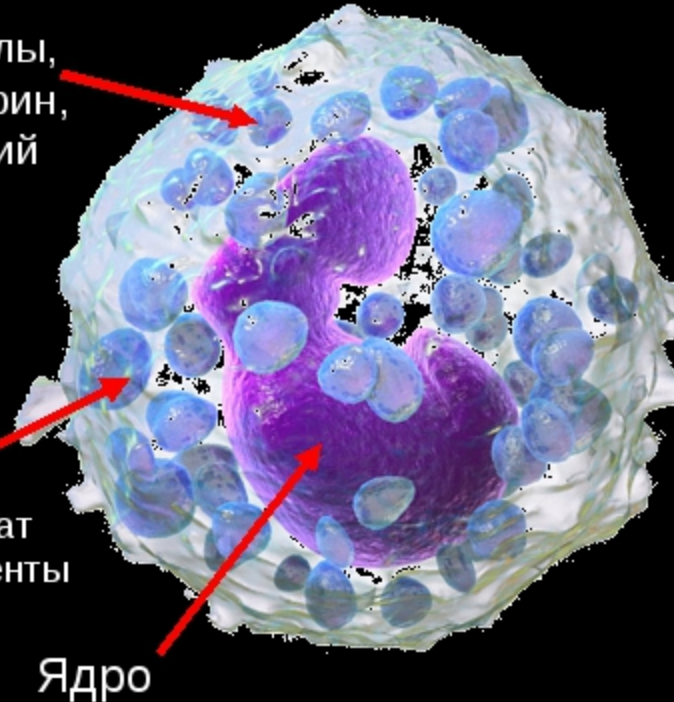
Базофилы – это разновидность лейкоцитов, к-ые способствуют поддержанию иммунной системы. Различают два вида: гранулоциты-базофилы и тканевые базофилы(тучные к-ки). Базофилия – увеличение их количества, наблюдается при аллергических реакциях

Основные функции базофилов:

- Очищение среды от биологически активных веществ путем их поглощения;
- В условиях “покоя” продуцируют гепарин, гистамин, серотонин, а при сенсibilизации базофилов – вещ-ва, при локальном выделении которых развивается аллергическое воспаление, выделение в кровотока приводит к анафилактическому шоку
- Участие в механизмах иммунных реакций, в том числе клеточного иммунитета

Специф. гранулы, содержат гепарин, гистамин, хем-ий фактор

Неспец. Гранулы содержат протеолитические ферменты



Ядро

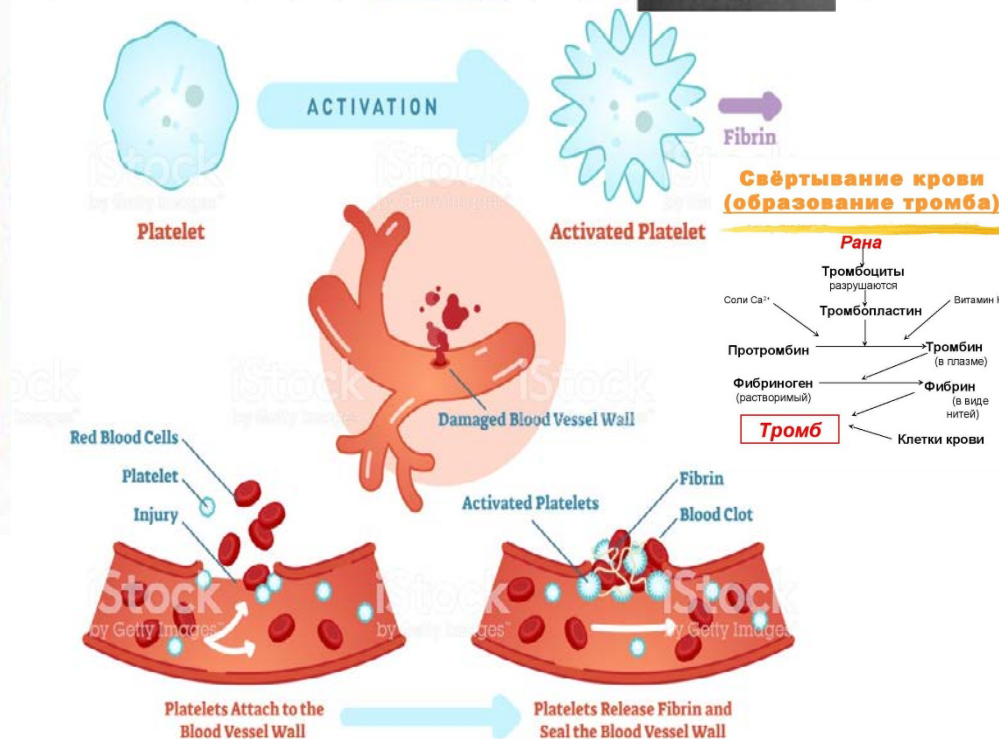
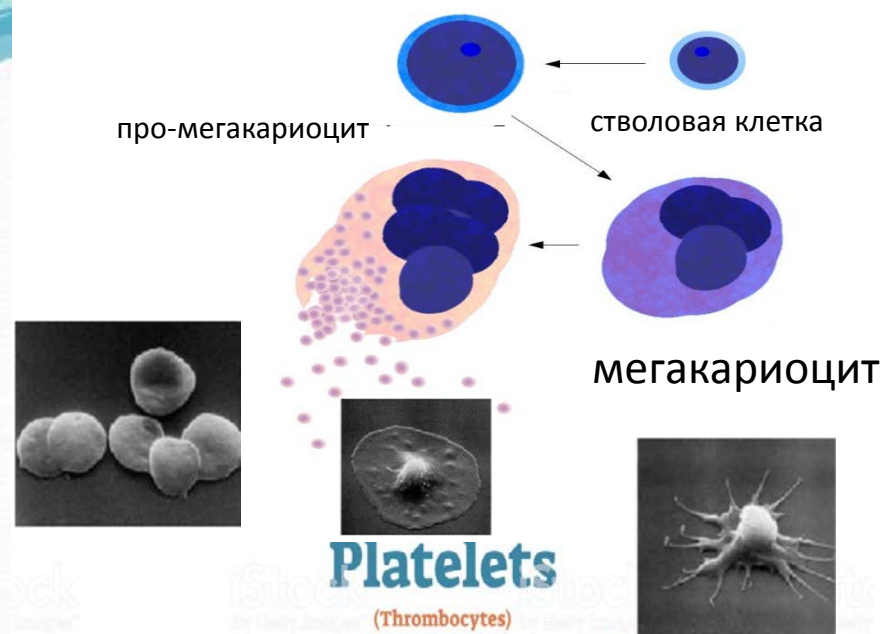
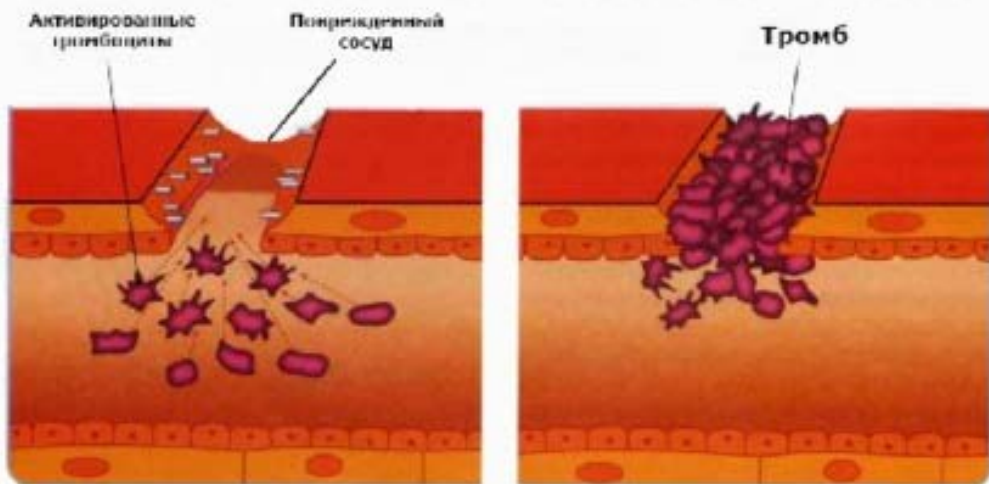
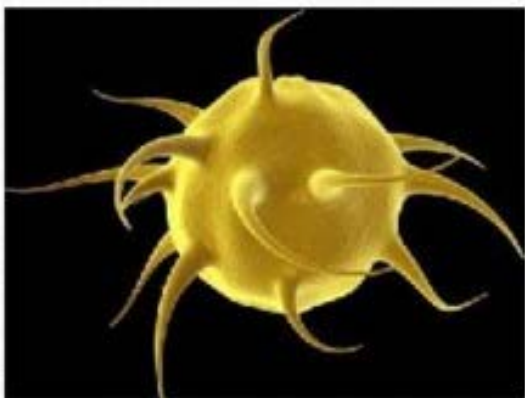
Гепарин – основной антикоагулянт – препятствует свертыванию крови, тормозит фагоцитоз

Гистамин – усиливает тканевую проницаемость, усиливает свертываемость крови, но высокая концентрация вызывает воспаления

- ❖ Если **базофилы повышены** у взрослого, то первоначально врачом выносится предположение о развитии **аллергического ответа**. В качестве аллергенов могут выступать продукты питания, пыльца растений, перхоть и эпителий домашних животных, клещи, пыльца растений и лекарственные препараты.

ТРОМБОЦИТЫ

- **Тромбоциты** (кровяные пластинки) самые маленькие клетки крови.
- **Функция:** накапливаясь вместе и слипаясь друг с другом, эти клетки закрывают собой рану и останавливают кровотечение.



Тромбоцитопатия – это уменьшение форменных элементов ниже представленного предела. Часто тромбоцитопения развивается при некоторых заболеваниях, таких как **лейкемия** или **нарушениях иммунной** системы или в результате использования определенных лекарств.

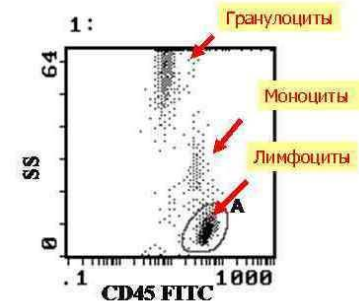
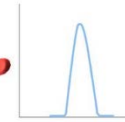
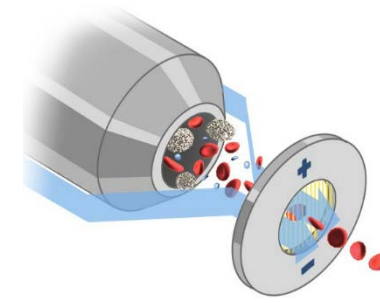
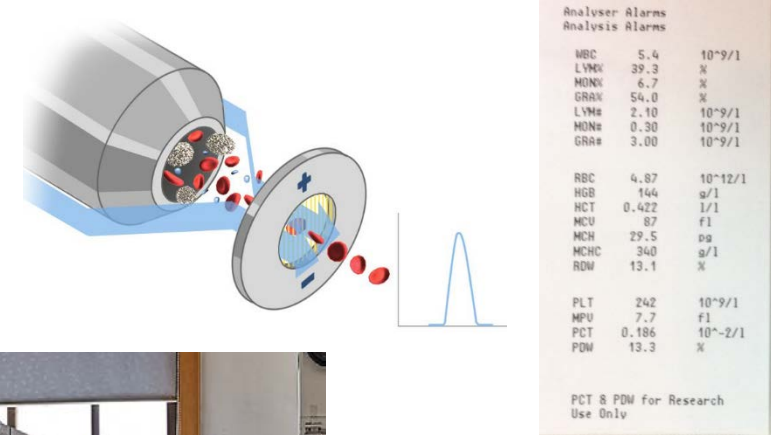
Тромбоцитоз – заболевание, при котором в крови человека количество тромбоцитов выше нормы. Из-за этого кровь становится более густой, что приводит к закупорке сосудов и образованию тромбов. Наблюдается при **инфекционных заболеваниях**, сильной кровопотере, дефиците железа в организме, **циррозе печени**.

Гематологические анализаторы крови

широко используются для исследований крови при диагностике и мониторинге заболеваний.

Принцип работы гематологических анализаторов крови

В основе устройства автоматических гематологических анализаторов лежат три технологии:



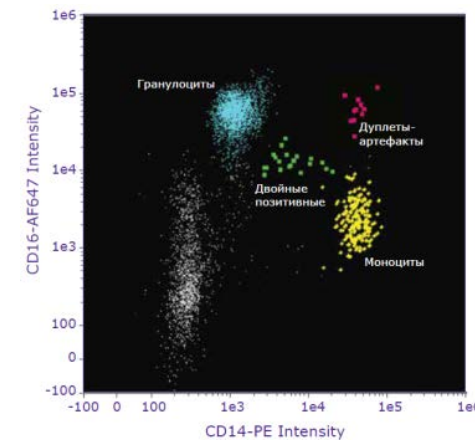
- Электрический импеданс (Суть его состоит в том, что кровь пропускается между двумя электродами через отверстие настолько узкое, что через него может проходить только одна клетка. Импеданс или, проще говоря, проводимость среды изменяется по мере прохождения клеток через отверстие и это изменение пропорционально объему/размеру проходящих клеток. Данная зависимость и позволяет производить их дифференцированный подсчет).



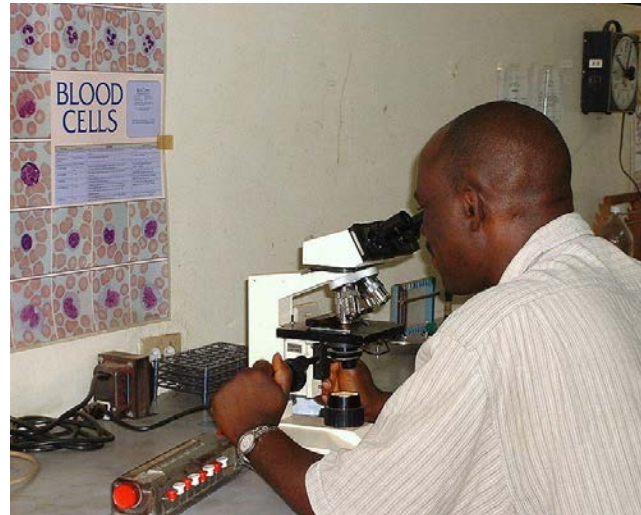
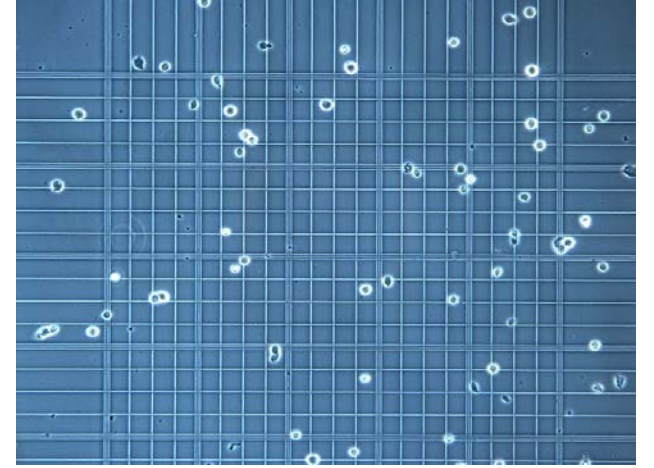
- Проточная цитометрия (Суть метода состоит в том, что поток образца крови проходит через лазерный луч. Измеряется поглощение луча, а рассеянный свет измеряется под разными углами для определения зернистости, диаметра и внутренней сложности клетки. Это фактически те же самые морфологические характеристики клетки, которые можно определить вручную с помощью микроскопа).



- Флуоресцентная проточная цитометрия (Добавление специальных флуоресцентных добавок позволяет расширить применение проточной цитометрии до возможности оценивать специфические популяции клеток. Флуоресцентные красители позволяют оценить соотношение ядро-плазма в каждой окрашенной клетке. Это используется для анализа тромбоцитов, зарождающихся эритроцитов и ретикулоцитов)



Давайте проведем анализ крови крысы:



| | крыса | мышь | человек |
|---|---------------|---------------|---------------|
| Эритроциты $\times 10^{12}/\text{л}$ | ≈ 8 | ≈ 11 | ≈ 4 |
| Тромбоциты $\times 10^9/\text{л}$ | ≈ 250 | ≈ 270 | ≈ 250 |
| Лейкоциты $\times 10^9/\text{л}$ | ≈ 15 | ≈ 4 | ≈ 5 |