

# *Кровь и лимфа*

A 3D illustration of a blood vessel. The background is dark red. Numerous red blood cells, depicted as biconcave discs, are scattered throughout. Several white blood cells, shown as smaller, spherical cells with granular interiors, are also present. A large, prominent virus particle is on the left side, featuring a complex, multi-layered structure with a central core and numerous spikes extending outwards.

*Лектор – зав.кафедрой гистологии,  
цитологии и эмбриологии И.Л. Кравцова*

# *Тема: Кровь и лимфа*

- **Функции и состав крови. Плазма**
- **Эритроциты**
- **Тромбоциты**
- **Лейкоциты: - нейтрофилы**
- **- эозинофилы**
- **- базофилы**
- **- моноциты**
- **- лимфоциты**
- **Лимфа (самостоятельное изучение)**

# Кровь

% массы (4-6 л). Потеря более 70% крови смертельна

## Гемограмма

ФУНКЦИИ:

Транспортная:

перенос  $\text{CO}_2$  и  $\text{O}_2$  (дыхательная);

перенос питательных веществ (трофическая);

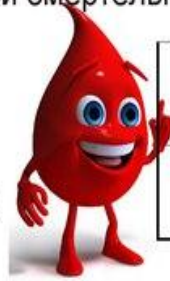
перенос продуктов обмена (экскреторная);

перенос БАВ: гормонов, факторов роста и т.д.,

распределение тепла в организме (регуляторная)

гомеостатическая

защитная (нейтрализация антигенов)



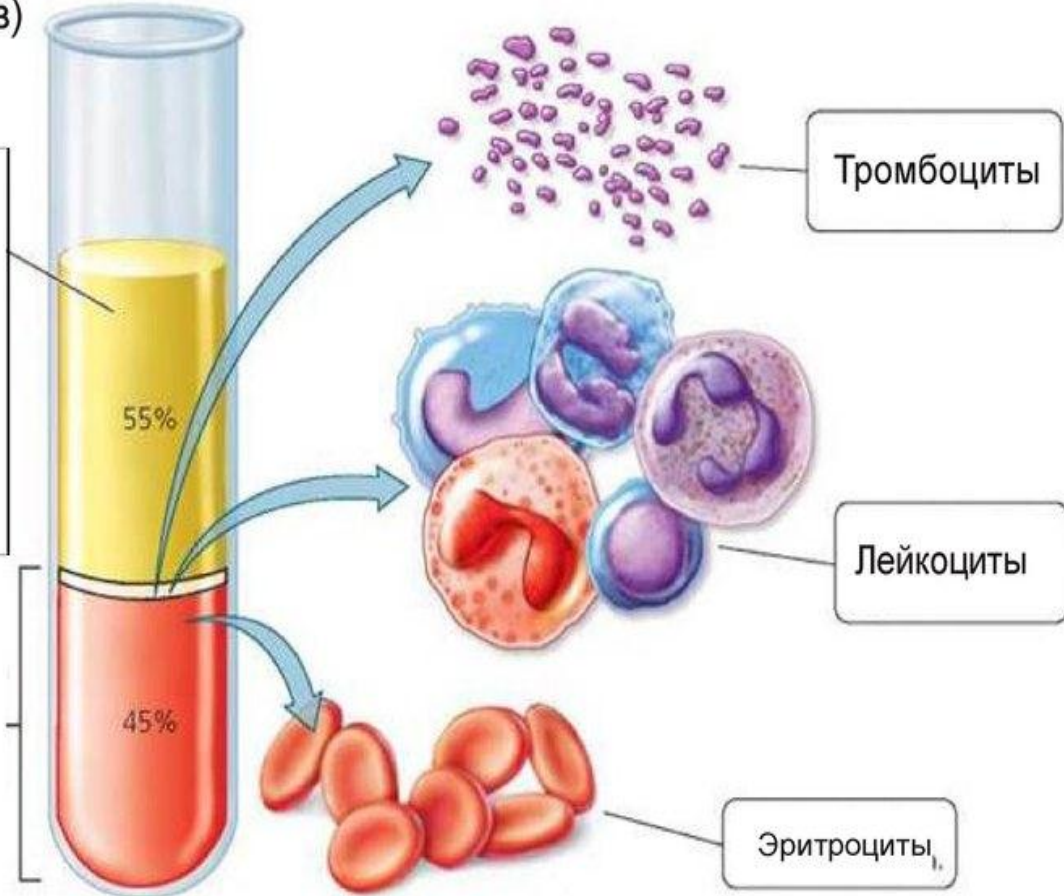
Эритроциты (в 1 л)	Гемоглобин (г/л)	Ретикулоциты (%)	СОЭ (мм/ас)	Тромбоциты (в 1 л)	Лейкоциты (в 1 л)	Гематокрит (%)
М. $4,0 \cdot 5,5 \times 10^{12}$ Ж. $3,7 \cdot 4,7 \times 10^{12}$	130-160 120-140	0,2-1	1-10 2-15	150- $350 \times 10^9$	$4 \cdot 9 \times 10^9$	35-50

## Плазма крови

Белки ~ 7 % массы	Другие вещества, ~ 1 % массы
- Альбумины ~ 58 % - Глобулины ~ 37 % - Фибриноген ~ 4 % - Регуляторные белки ~ 58 %	- Электролиты - Питательные вещества - Дыхательные газы - Конечные продукты метаболизма

Сыворотка крови — плазма крови, лишённая фибриногена

Форменные элементы

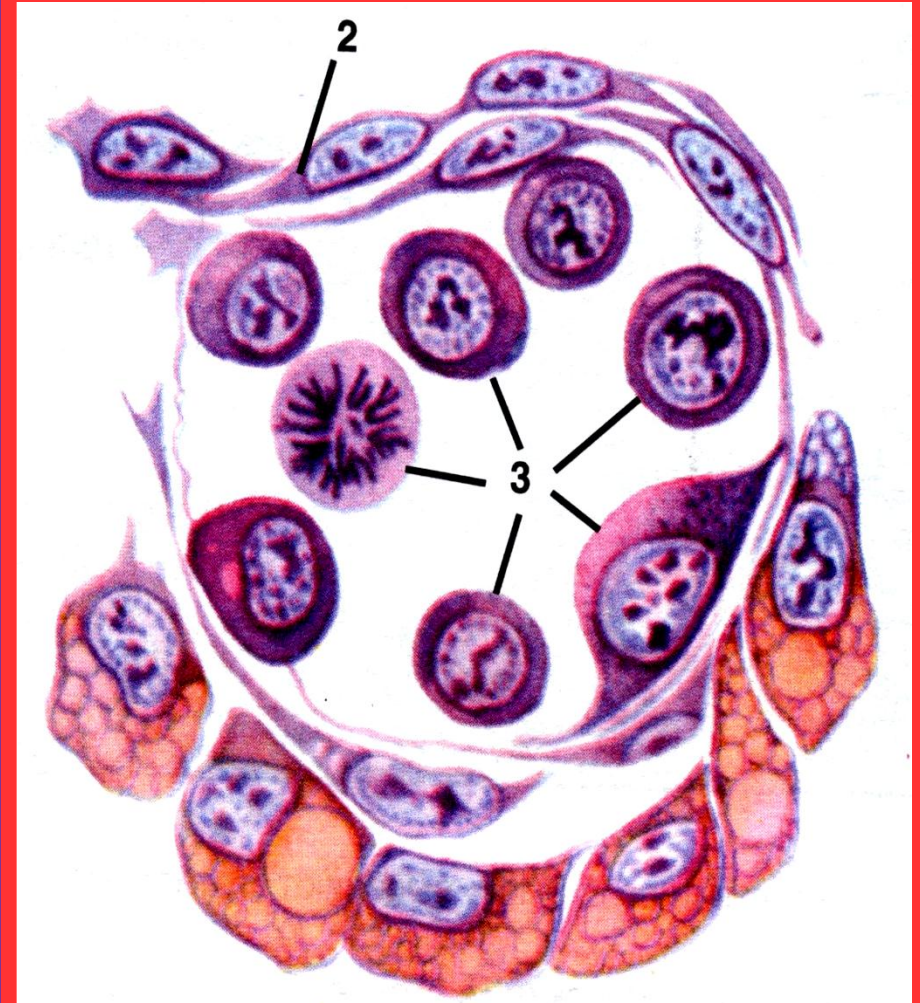
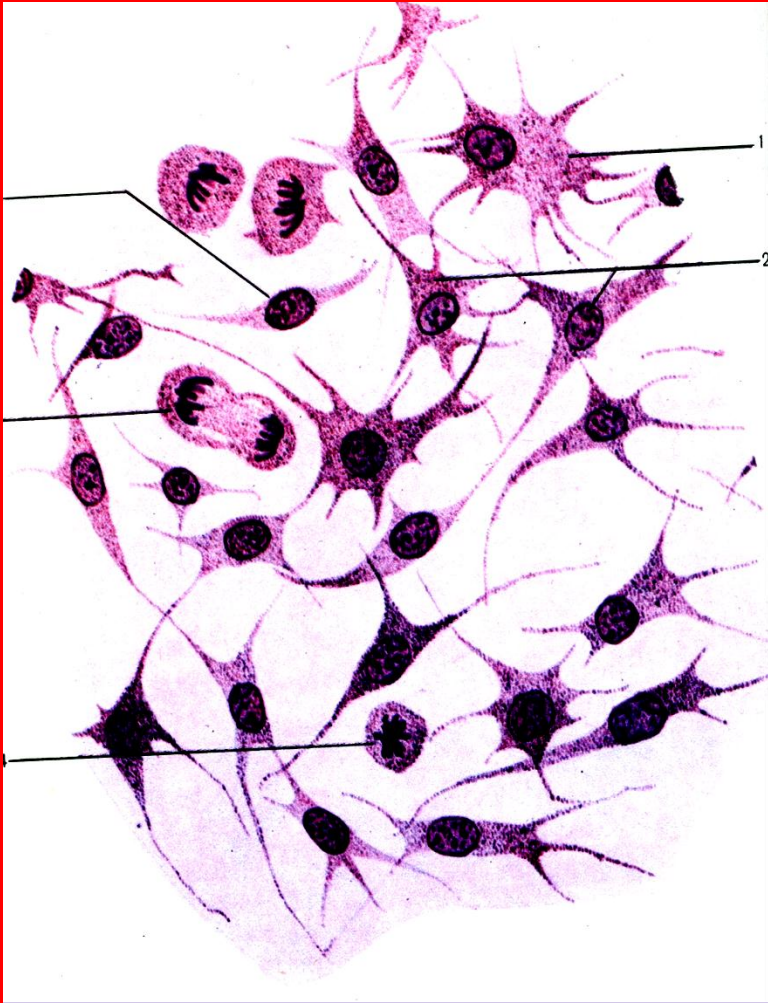


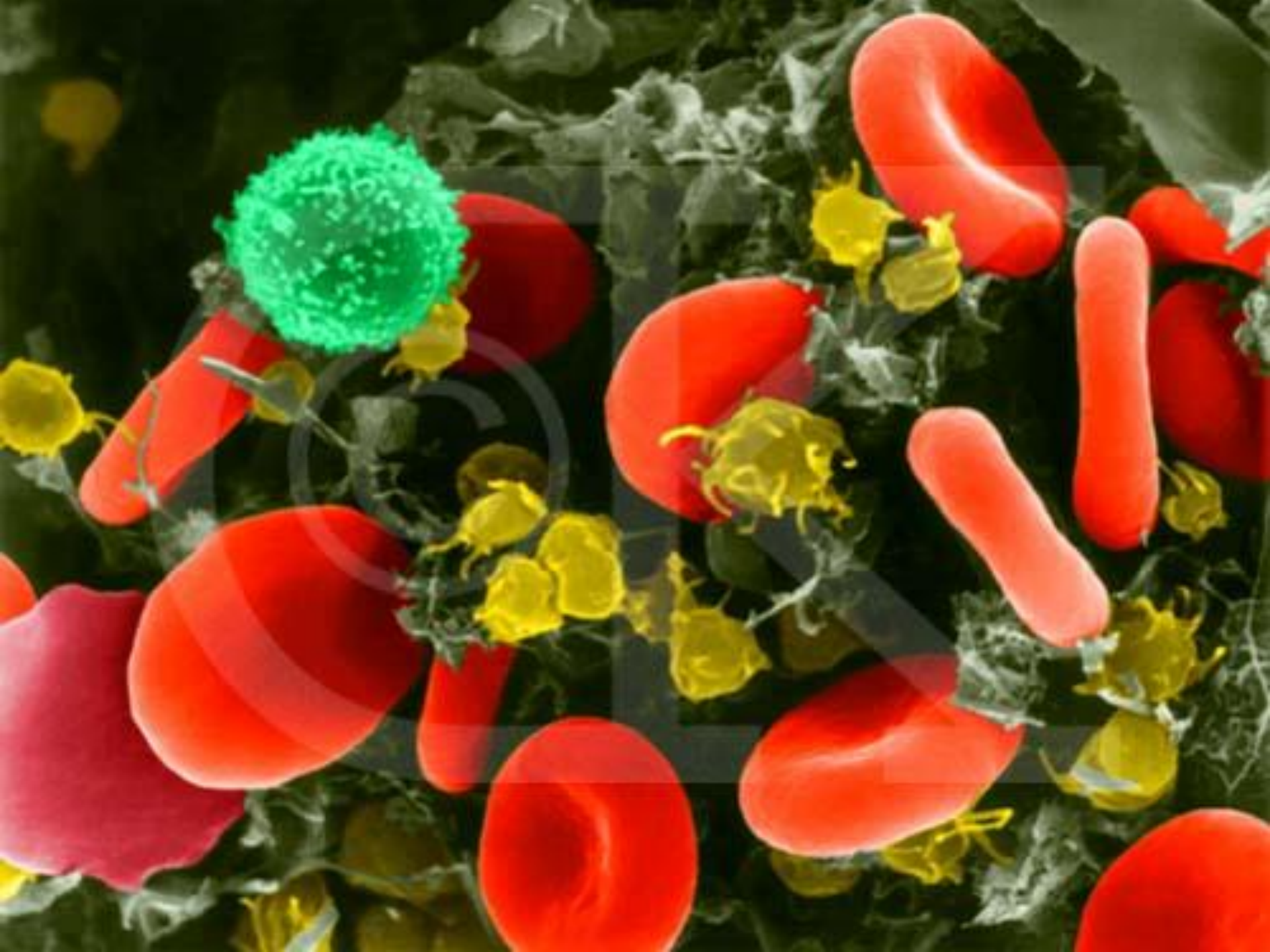
Эритроциты

# *Функции крови*

- **1. Транспортная :**
  - - газов (дыхательная)
  - - питательных веществ (трофическая)
  - - продуктов обмена (выделительная )
  - - гормонов, факторов роста и пр.
- **2. Гомеостатическая**
- **3. Защитная (участие в иммунных и воспалительных реакциях)**
- **4. Участие в регуляции температуры тела**
- **5. Интегративная (циркуляция обеспечивает связь в единое целое)**

# МЕЗЕНХИМА





# *Состав крови*

- Жидкая часть ( **плазма = 55 - 60%** )
- **Форменные элементы (клетки = 40 - 45 %)**
- **Отношение объема клеток к объему плазмы - гематокрит,**
- **Классификация клеток крови :**
- **эритроциты,**
- **лейкоциты,**
- **тромбоциты**

# *Плазма крови*

- **1. Вода - 90 - 93 % 2. Сухое вещество - 7 - 10 % :**
- - белки системы свертывания и фибринолиза (протромбин, фибриноген, фибринолизин)
- - белки транспортные ( альбумины, трансферрин)
- - белки иммунных и воспалительных реакций (глобулины, компоненты)
- - углеводы, липиды, гормоны, витамины, продукты катаболизма
- - минеральные вещества ( железо, хлор, кальций и др. )
- **Сыворотка крови - это плазма без фибриногена**



# Гемограмма

Эритроциты (в 1 л)	Гемоглобин (г/л)	Ретикулоциты (%)	СОЭ мм/ч	Тромбоциты (в 1 л)	Лейкоциты (в 1 л)	Гематокрит (%)
<b>4 - 5,1</b>	130-160	0,2-1	5-9	<b>150-450</b>	<b>4-9х</b>	35-50
<b>3,7-4,7</b>	120-140		2-10	<b>10<sup>9</sup></b>	<b>10<sup>9</sup></b>	
<b>10<sup>12</sup></b>			3-14			



visuals:unlimited

# ***Эритроциты***

**Образуются в красном костном мозге (ККМ),  
выходят в кровеносные сосуды, где  
выполняют свои функции:**

- 1. Транспортная трофическая**
- 2. Транспортная дыхательная**
- 3. Транспортная выделительная**
- 4. Транспортная защитная**

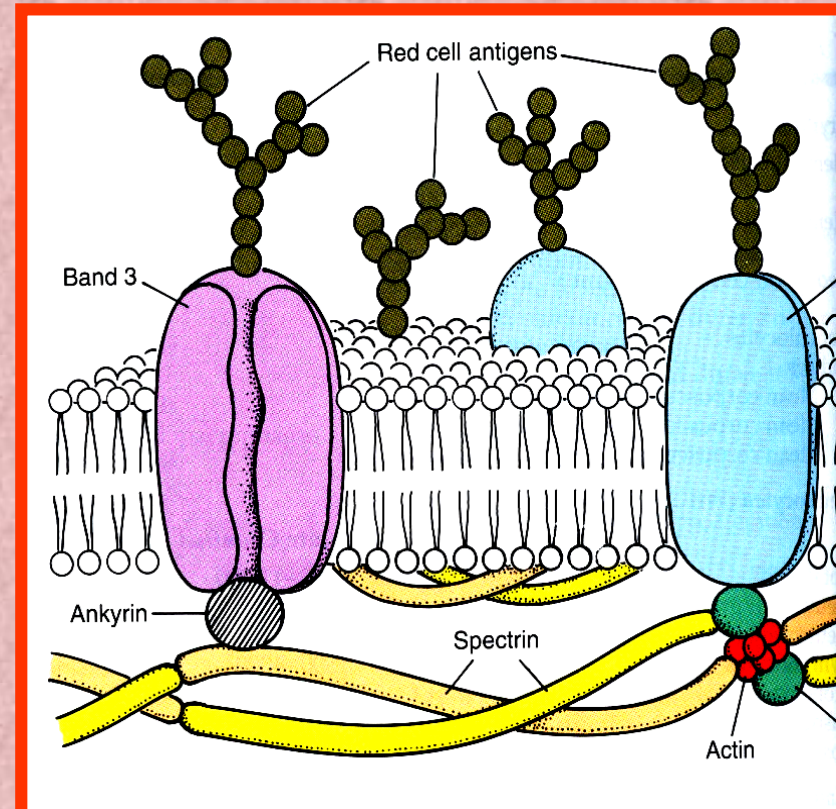
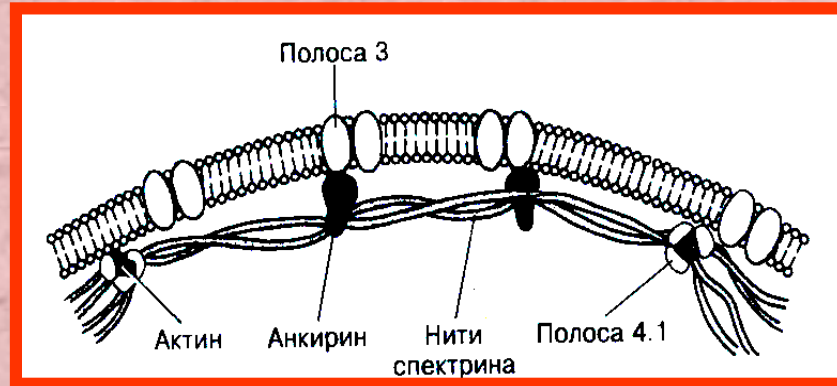
**Продолжительность жизни 120 дней,**

**Разрушаются в селезенке. В сутки погибает и  
образуется 1,5 % общего числа клеток.**




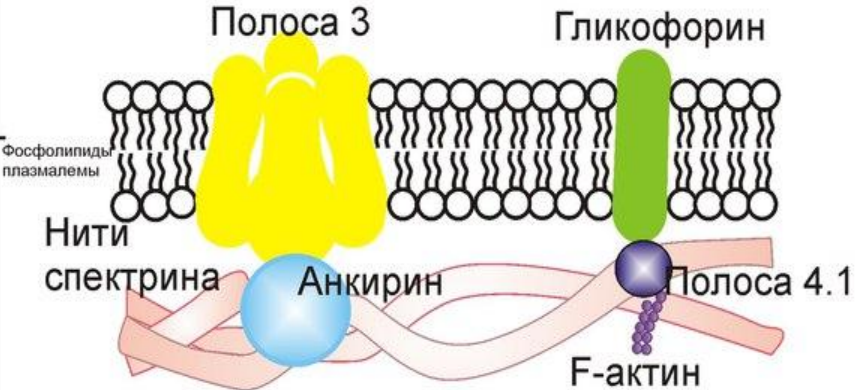
**Уменьшение - эритропения, увеличение -  
эритроцитоз.**

# Строение плазмолеммы

- **интегральные белки** - полоса 3 и гликофорин (формирование рецепторов, транспорт глюкозы, анионов)
- **комплекс белков гиалоплазмы** анкирин + спектрин, связан с полосой 3 (поддерживает форму)
- «узелковый»- **комплекс** актин + спектрин + гликофорин (изменение формы)



# Эритроциты

Продолжительность жизни	Размер	Строение и форма	Функции
<p>120 суток</p> <p>7,5 мкм - нормоцит (75%)</p> <p>&gt; 7,5 мкм - макроцит (12,5%)</p> <p>&lt;7,5 мкм - микроцит (12,5%)</p> <p>Изменение размеров эритроцитов анизоцитоз</p>		<p>Большинство имеет форму двояковогнутого диска - <b>дискоциты</b></p> <p>Другие формы: <b>паноциты</b> (плоские); <b>эхиноциты</b> (с шипами); <b>стоматоциты</b> (куполообразные); <b>сфероциты</b> (шаровидные)</p>  <p>эхиноцит</p>  <p>стоматоцит</p>  <p>сфероцит</p> <p>Процесс нарушения формы - <b>пойкилоцитоз</b></p> <p>Цитоскелет эритроцита</p>  <p>Полоса 3      Гликофорин</p> <p>Фосфолипиды плазмалеммы</p> <p>Нити спектрина      Анкирин      Полоса 4.1      F-актин</p>	<p><b>Транспортная</b></p> <p>Дыхательная: гемоглобин связывает и переносит кислород (оксигемоглобин) и углекислый газ (карбогемоглобин) При связи с угарным газом (CO) карбоксигемоглобин</p> <p>Регуляторная: переносят БАВ, иммунные комплексы</p> <p>Участвуют в транспорте аминокислот, токсинов, лекарственных средств, адсорбированных на поверхности плазмалеммы</p>
<p>Снижение количества гемоглобина - анемия Повышенное количество эритроцитов - эритроцитоз</p>		<p>Внутри эритроцита - цитоплазма с гранулами гемоглобина. ЯДРА НЕТ!!!</p>	

# Тромбоциты

Образуются в ККМ путем отщепления части цитоплазмы **мегакариоцита**

Живут 4-8 суток.

Уменьшение - **тромбоцитопения**

Увеличение - **тромбоцитоз**

## Функции:

- 1 Участие в свертывании крови
2. Заживление дефектов в стенках сосудов



# Тромбоциты

Продолжительность жизни	Размер	Строение и форма	Функции
-------------------------	--------	------------------	---------

В крови  
5-10 дней

Самые маленькие (кровяные пластинки) 2-4 мкм  
Ядер нет



**Остановка кровотечения** - первичный гемостаз. Включает адгезию и активацию тромбоцитов, выделение ими физиологически активных веществ. Далее происходит агрегация тромбоцитов и образование белого тромба

**Обеспечение свертываемости крови (гемокоагуляция)** - вторичный гемостаз. Из протромбина образуется тромбин, под влиянием которого из фибриногена образуется фибрин (кровь становится желеобразной, образуется красный тромб). Далее следует ретракция (уменьшение объема тромба), в дальнейшем его фибринолиз, т.е. растворение

**Участия в реакциях заживления ран и воспаления**

**Обеспечение нормальной функции сосудов**

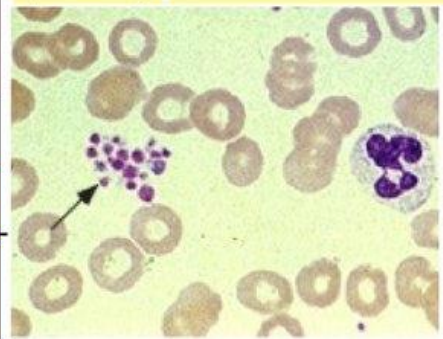
## Содержимое гранул

α-гранулы	фактор фон Вилебранда, фибриноген, факторы роста, тромбопластин, белки, связывающие гепарин
δ-гранулы (плотные тельца)	накапливают серотонин, Ca <sup>2+</sup> , АДФ, АТФ
γ-гранулы (лизосомы)	лизосомные ферменты



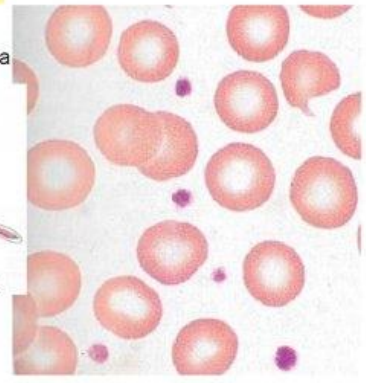
электронный микроскоп

Снижение количества тромбоцитов - тромбоцитопения  
Повышенное количество тромбоцитов - тромбоцитоз



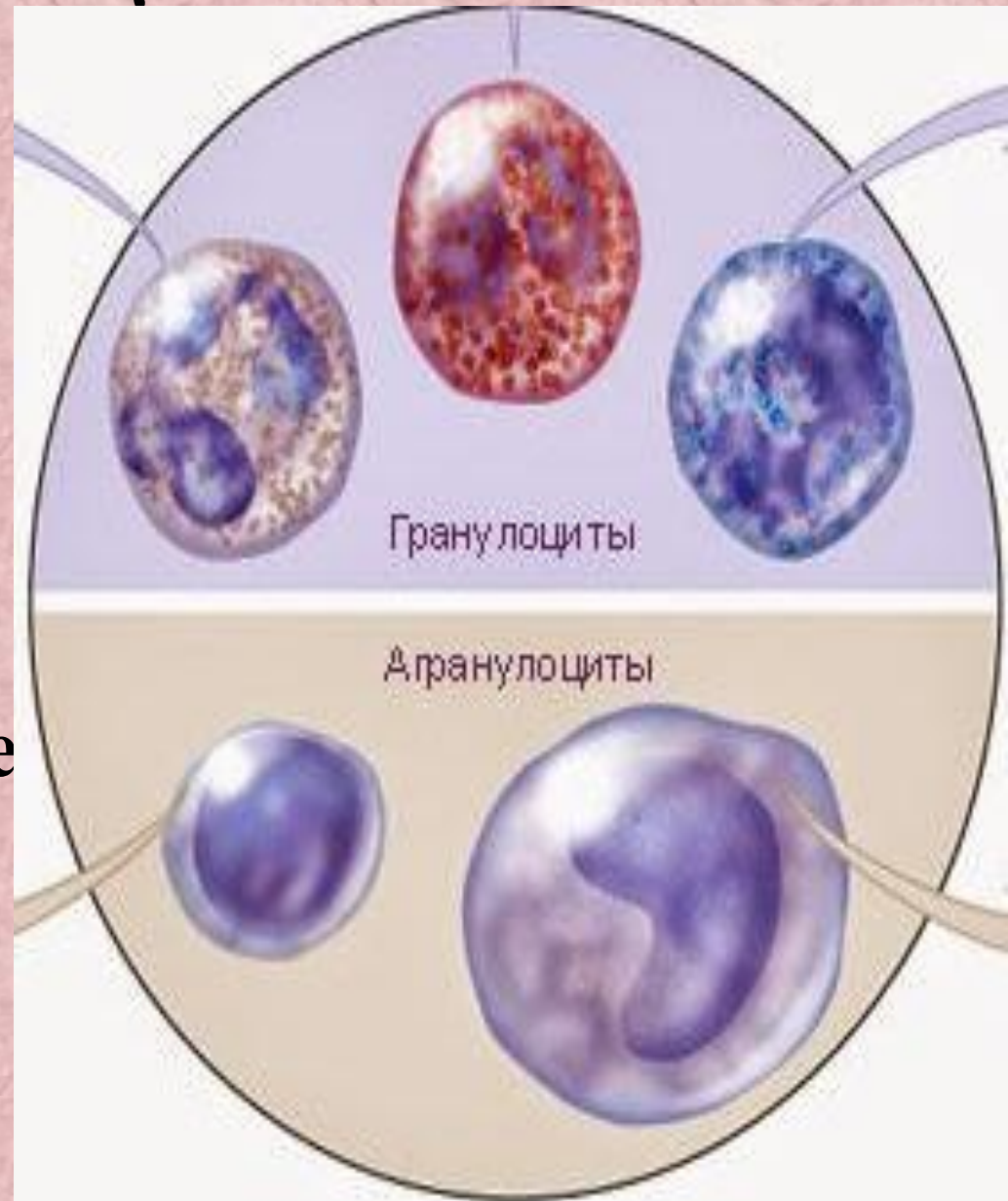
скопление тромбоцитов

## Изменение формы тромбоцита при активации



# *Лейкоциты*

- 1.Имеют ядра
- 2.В цитоплазме большой набор органелл
- 3.Округлой формы
- 4.Подвижны (в крови не активны, выходят в ткани, где выполняют функции)





# *Классификация лейкоцитов*

- **1. ГРАНУЛОЦИТЫ** (зернистые)  
содержат 2 типа гранул: специфические и азурофильные гранулы.
- В зависимости от окраски специфических гранул:
  - - **нейтрофильные** -
  - **базофильные** -
  - - **эозинофильные** -
- **2. АГРАНУЛОЦИТЫ** (незернистые)
- Не содержат специфических гранул, только азурофильные:
  - - **моноциты**
  - - **лимфоциты**

# Лейкоцитарная формула (%)

Базо филы	эозино филы	нейтрофилы			лимфо циты	моно циты
		юные	палочкоя дерные	сегментоя дерные		
0,5-1	0,5-5	0	1-6	45-70	19-37	2-11

# *Нейтрофильные гранулоциты*

- Образуются в ККМ, выходят в кровь (6-8 часов), затем в ткани (до 6 суток), где погибают

- Активно передвигаются, образуя псевдоподии.

- Увеличение -  
нейтрофилия

- Уменьшение -  
нейтропения

## **ФУНКЦИИ:**

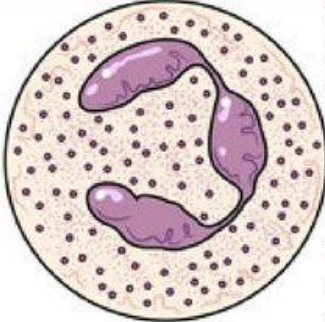
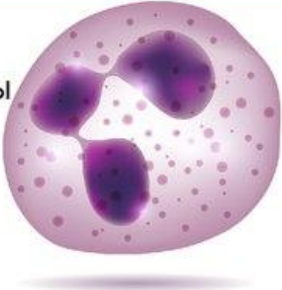

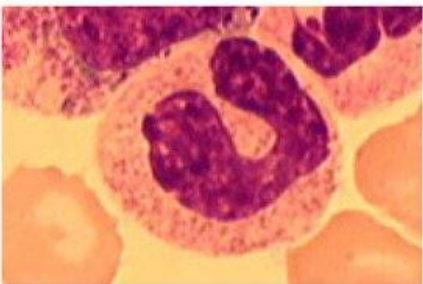
1 Фагоцитоз бактерий, белков  
(**микрофаги**)

2. Участие в реакции  
воспаления

3. Выделение ФНО,  
бактерицидных и  
пирогенных веществ

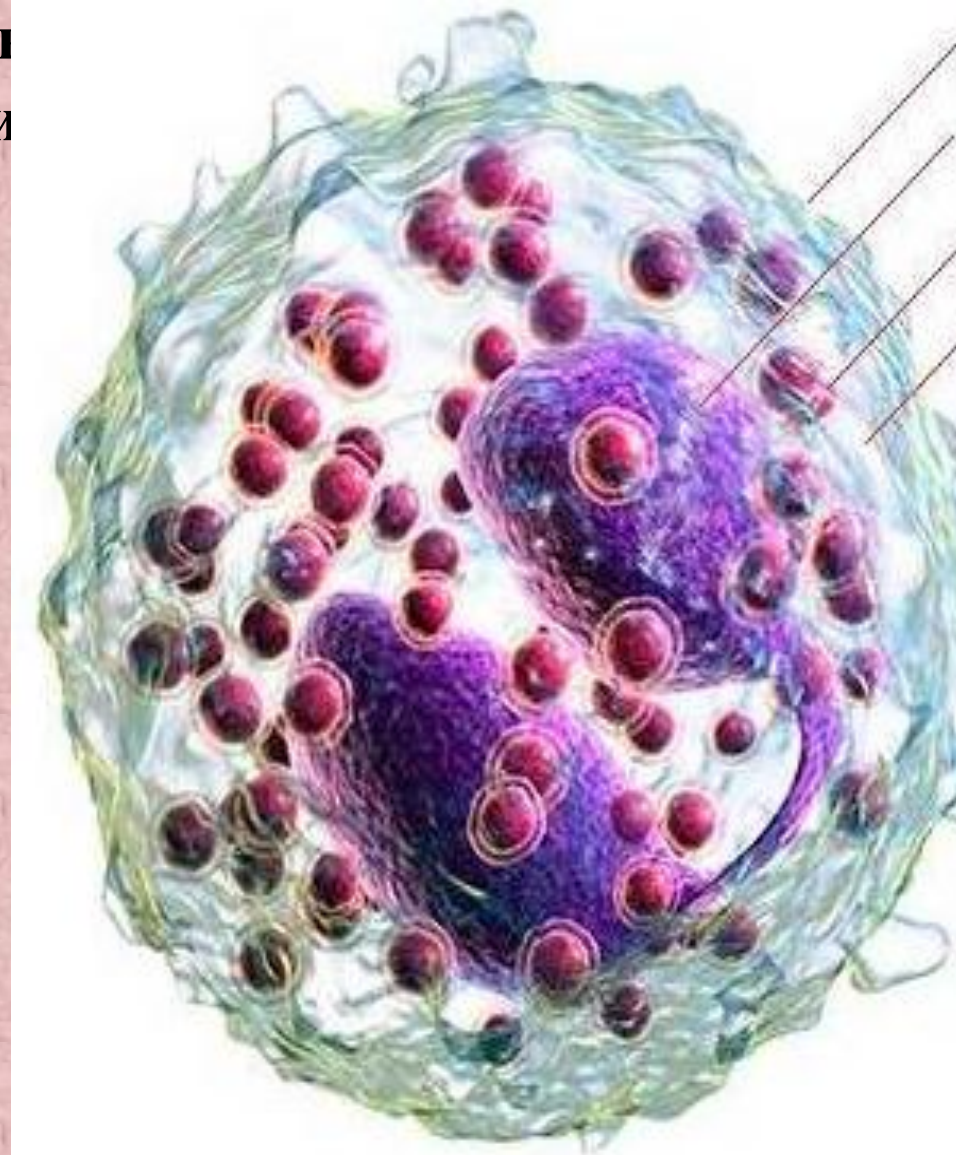
4. Секреция факторов  
активации, медиаторов,  
регуляторов

# Нейтрофилы

Продолжительность жизни	Размер	Строение и форма	Функции				
В ткани	10-15 мкм	 <p><b>Ядро</b> из 3-5-ти сегментов, связанных перетяжкой. Сегментоядерные нейтрофилы имеют рецепторы (Fc и C<sub>3</sub>) на плазмолемме. Имеют хорошо развитый цитоскелет из микротрубочек, микрофиламентов, виментиновых филаментов (для движения и осуществления фагоцитоза).</p>	<p><b>Уничтожение микроорганизмов, поврежденных клеток и тканей</b> путем фагоцитоза (микрофаги) и внеклеточно.</p>				
7-8 суток		 <p>Органелл мало. Имеются включения гликогена и ферменты гликолиза для функционирования в бескислородной среде.</p> <p><b>Содержимое гранул</b></p> <table border="1"> <tr> <td data-bbox="396 644 1174 715">Специфические гранулы (80-90%), мелкие</td> <td data-bbox="1174 644 1586 715">Неспецифические гранулы, крупные, розово-фиолетовые</td> </tr> <tr> <td data-bbox="396 715 1174 843"><b>Лактоферрин</b> (связывает железо бактерий), <b>лизоцим, щелочная фосфатаза</b></td> <td data-bbox="1174 715 1586 843"><b>Кислая гидролаза, лизоцим, миелопероксидаза</b></td> </tr> </table> <p>Сегментоядерные нейтрофилы имеют дольчатое ядро из 3-4 сегментов</p> <p>Палочкоядерные нейтрофилы имеют ядро в виде подковы</p>  	Специфические гранулы (80-90%), мелкие	Неспецифические гранулы, крупные, розово-фиолетовые	<b>Лактоферрин</b> (связывает железо бактерий), <b>лизоцим, щелочная фосфатаза</b>	<b>Кислая гидролаза, лизоцим, миелопероксидаза</b>	<p>Вначале с фагоцитированным микробом связываются специфические гранулы, содержимое которых убивает его. Затем связываются неспецифические гранулы (лизосомы), с помощью их содержимого микроб переваривается. Этот процесс сопровождается резким повышением метаболической активности, усиленным потреблением кислорода ("респираторный взрыв").</p>
Специфические гранулы (80-90%), мелкие	Неспецифические гранулы, крупные, розово-фиолетовые						
<b>Лактоферрин</b> (связывает железо бактерий), <b>лизоцим, щелочная фосфатаза</b>	<b>Кислая гидролаза, лизоцим, миелопероксидаза</b>						
Цитотарная активность - 99%.	Цитотарный индекс - число титц, поглощенных одной ткой (12-23)		<p><b>Регуляторная</b> Выработка цитокинов, которые регулируют деятельность других клеток защитной системы организма</p>				
		<p>Уменьшение количества нейтрофилов - нейтропения Повышенное количество нейтрофилов - нейтрофилия</p>					

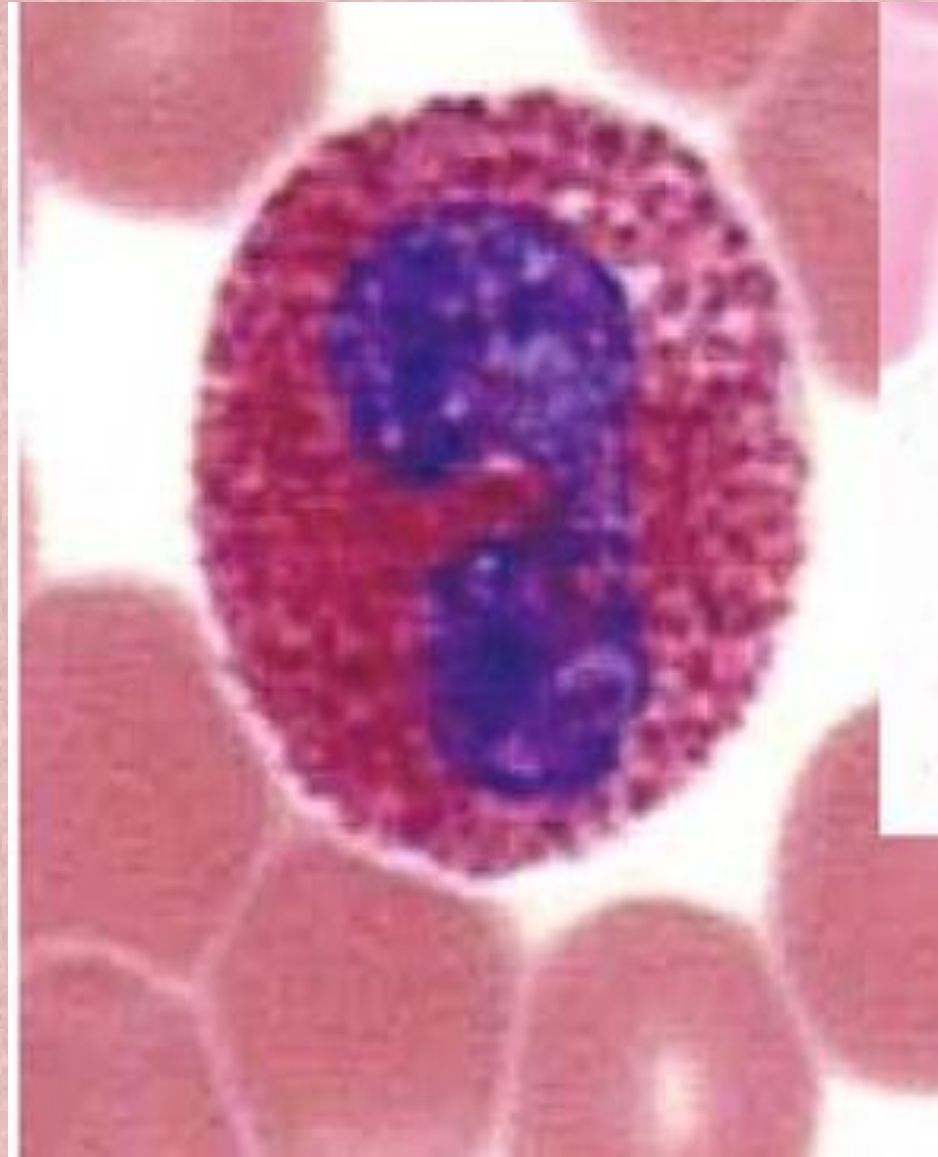
# Эозинофильный гранулоцит

- Образуются в ККМ, выходят в кровь на 8-12 ч, затем в ткани где живут - 8-14 дней (тканевых форм в 200-300 раз больше).
- **ФУНКЦИИ:** 1. фагоцитоз бактерий и иммунных комплексов
- 2. участие в аллергических (антигистаминная) и воспалительных реакциях,
- 3. антигельминтная

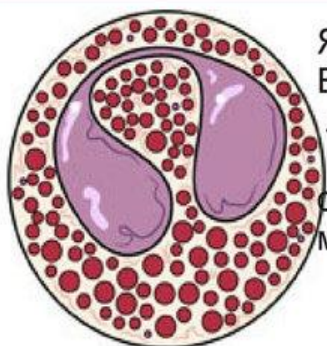
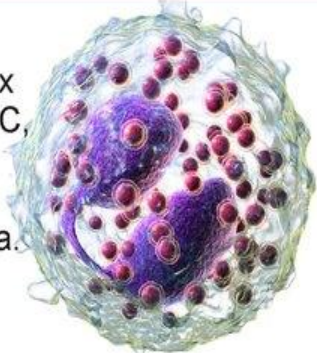
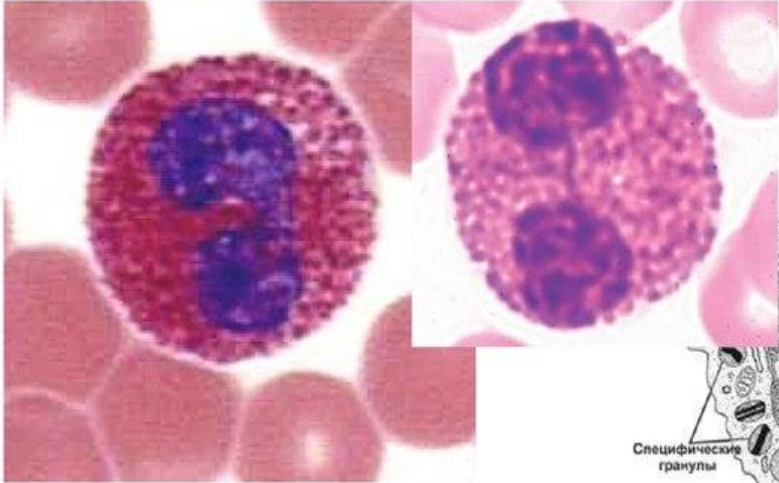
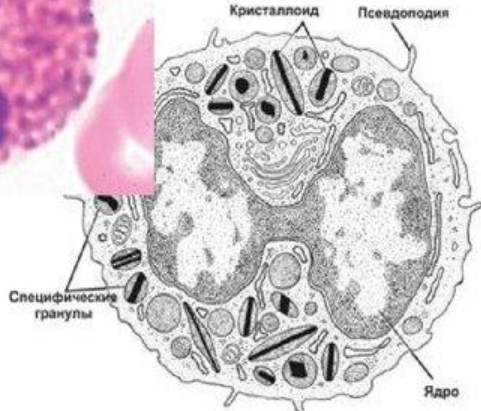


# *Строение эозинофилов*

- Форма округлая
- Диаметр в капле крови - 12-14 мкм
- в мазке - 14-17 мкм
- **Классификация по форме ядра:**
  - - **юные** (бобовидное )
  - - **палочкоядерные** ( палочка)
  - - **сегментоядерные** (2-3 сегмента )



# Эозинофилы

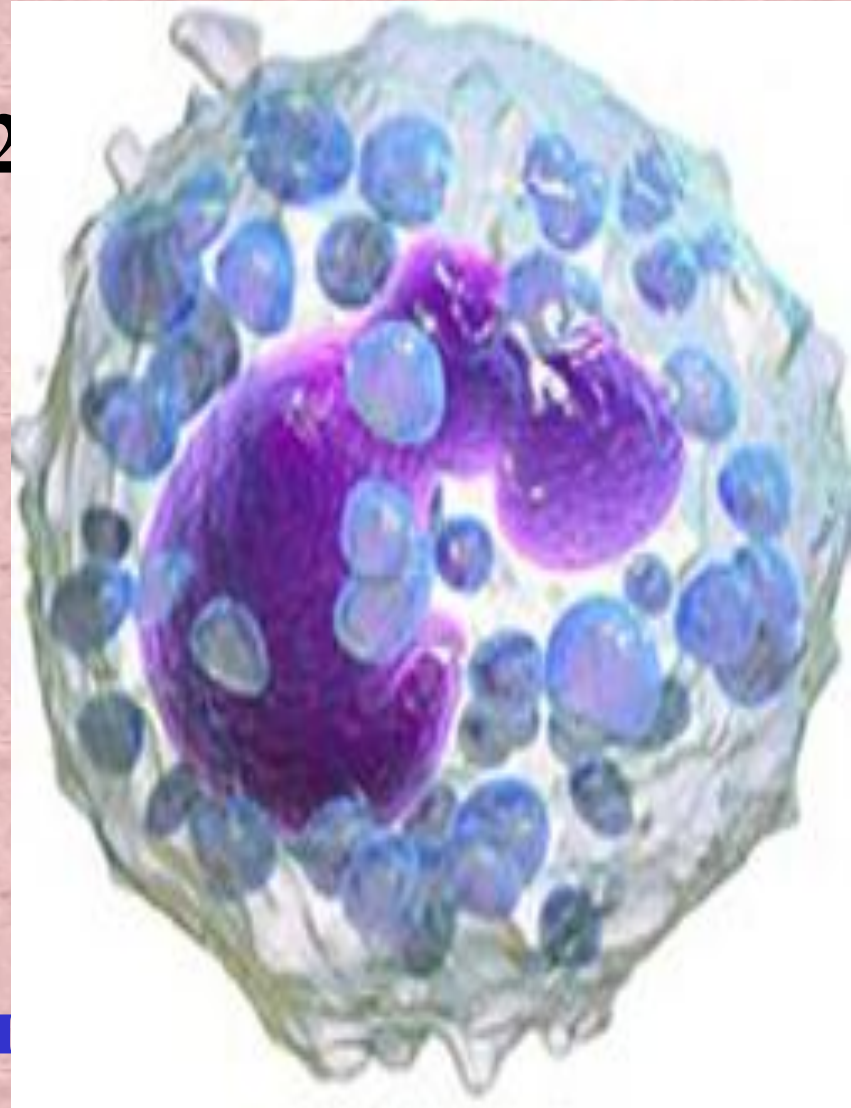
Продолжительность жизни		Размер	Строение и форма	Функции
В крови	В ткани	12-17 МКМ	 <p>Ядро из -2х-3х сегментов. В цитоплазме эозинофильных лейкоцитов присутствует ЭПС, комплекс Гольджи, свободные рибосомы, митохондрии, много гликогена.</p>  <p><b>Содержимое гранул</b> Специфические гранулы окрашиваются эозином в красный цвет</p> <p><b>Кристаллоид</b>, в котором содержится главный основной белок (Major basic protein), обладающий антигельминтным и антибактериальным действием), <b>гистаминаза</b> (разрушает гистамин) <b>эозинофильная пероксидаза, гидролитические ферменты</b></p>  	<p><b>Антипаразитарная</b> – основной белок может разрушать оболочку паразита</p> <p><b>Фагоцитоз</b> бактерий (выражен слабее, чем у нейтрофилов)</p> <p><b>Антигистаминная</b> Расщепляют гистамин, фагоцитируют его, выделяют вещества, стабилизирующие мембрану базофила).</p> <p><b>Связывают комплексы антиген-антитело</b></p> <p><b>Выработка медиаторов воспаления</b> Секретируемые эозинофилами вещества могут повреждать нормальные ткани. Продукты секреции повреждают бронхиальный эпителий, активируют комплемент и систему свертывания крови.</p>
3-10 часов	до 2-х недель		<p><b>Снижение количества эозинофилов - эозинопения</b> <b>Повышенное количество эозинофилов - эозинофилия</b></p>	

# *Базофильные гранулоциты*

- **Образуются в ККМ, выходят в сосуды на 8-12 ч, затем в ткани, где располагаются преимущественно вдоль сосудов**
- **Продолжительность жизни 8-14 дней.**

**Количество = 0 - 1 %.**

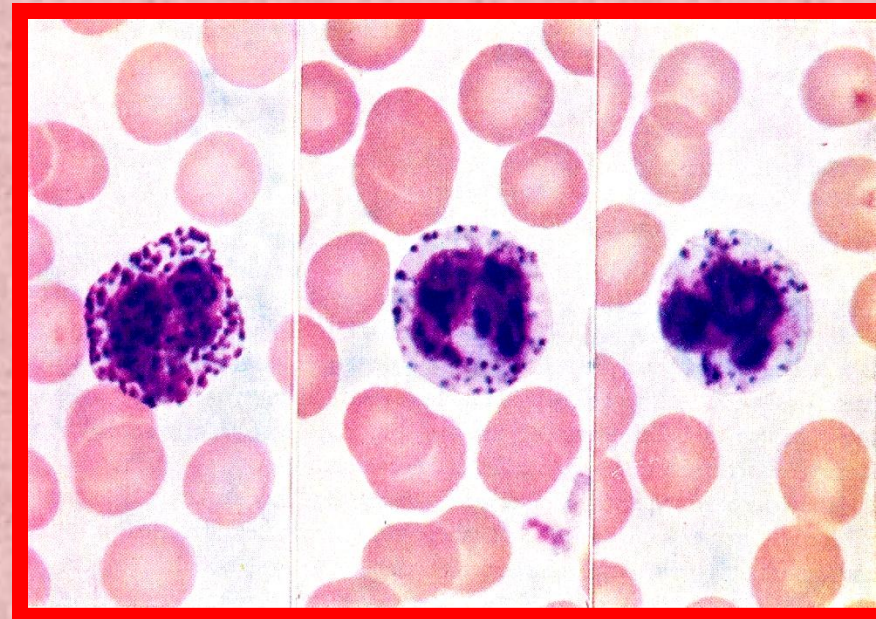
- **Увеличение - базофилия**



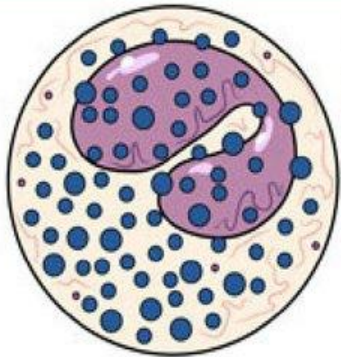
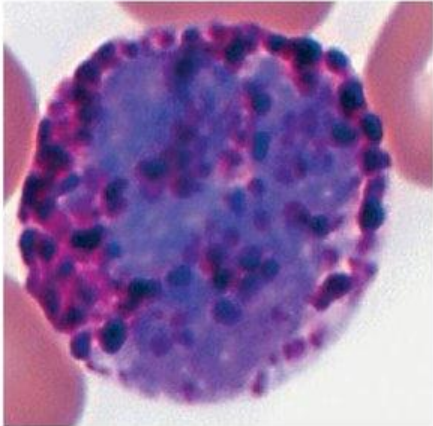
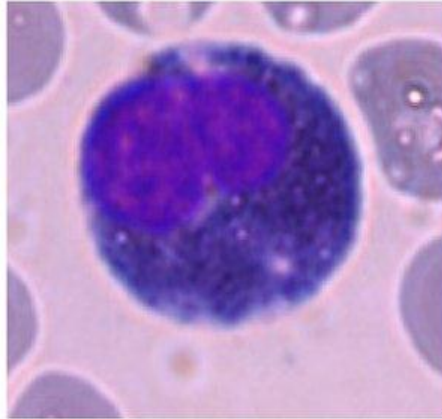


# *Базофильные гранулоциты*

- 1. Синтез гистамина и участие в аллергических реакциях быстрого типа
- 2. Синтез прямого антикоагулянта гепарина
- 3. Обеспечение тканевого гомеостаза
- 4. Малоспособны к фагоцитозу, малоподвижны

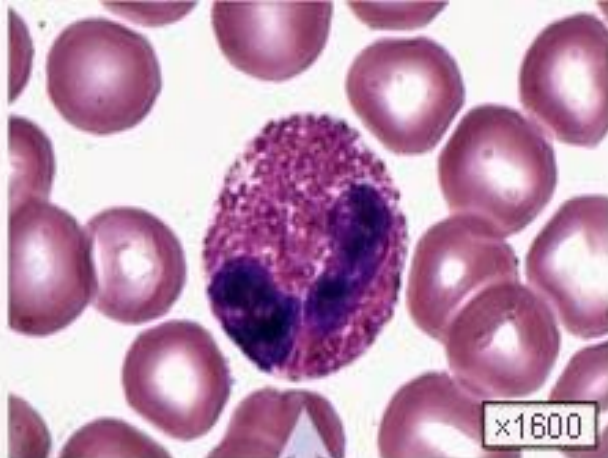
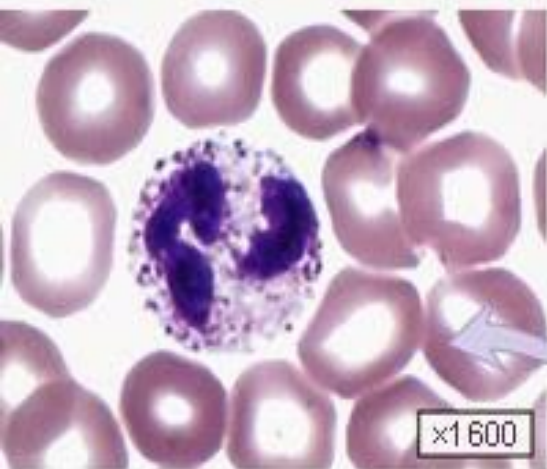


# Базофилы

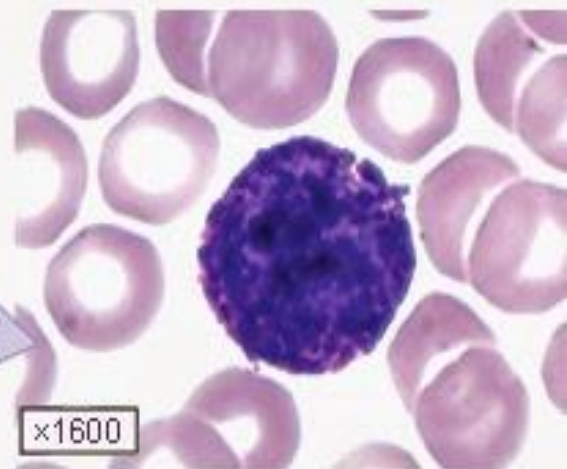
Продолжительность жизни		Размер	Строение и форма	Функции
В крови	В ткани	9-12 мкм	 <p>Имеют рецепторы к IgE, ядро слабодольчатое, S-образное, плохо различимо за базофильными гранулами</p> <p><b>Содержимое гранул</b>                      Специфические гранулы, метакроматические (т.е. меняют окраску красителя), окрашиваются азуром в фиолетовый цвет  <b>Гепарин</b> (снижает свертываемость крови).  <b>гистамин</b> (увеличивает проницаемость сосудов, влияет на сокращение гладких миоцитов, секрецию желез, состояние базальных мембран и межклеточного вещества)  <b>медиаторы воспаления</b></p>  	<p><b>Защитная</b> – участие в воспалительных реакциях (не фагоцит)</p> <p><b>Регуляторная, гомеостатическая</b> функция выражается в регуляции проницаемости сосудов и свертываемости крови. Располагаясь вблизи сосудистой стенки, участвуют в физиологической регуляции обменных процессов. Это происходит путем медленной дегрануляции</p> <p><b>Участие в аллергических реакциях</b>                      Реакция гиперчувствительности немедленного типа. При массивной дегрануляции возрастает проницаемость сосудов, в ткани развивается отек, в ткань выходят лейкоциты. Выделяющиеся вещества вызывают также сокращение гладких мышц (бронхоспазм) и повреждение некоторых эпителиев (зуд). Происходит падение кровяного давления. Клинически это проявляется как бронхиальная астма, аллергический ринит, пищевая аллергия, в тяжелых случаях - анафилактический шок.</p>
1-2 дня	до 2-х недель			

Снижение количества базофилов - базопения  
 Повышенное количество базофилов - базофилия

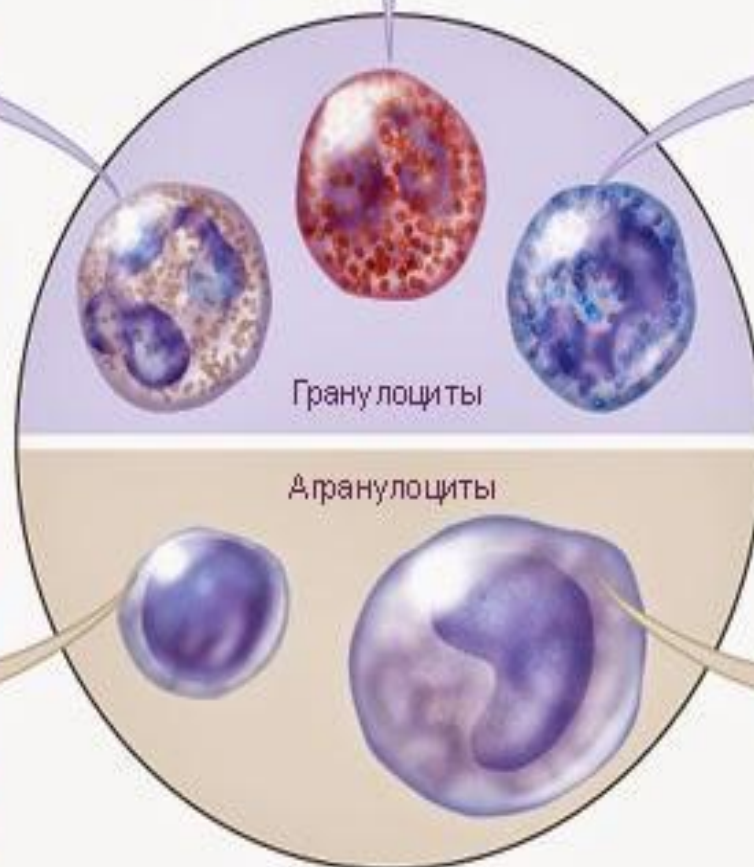
Нейтрофил



Базофил



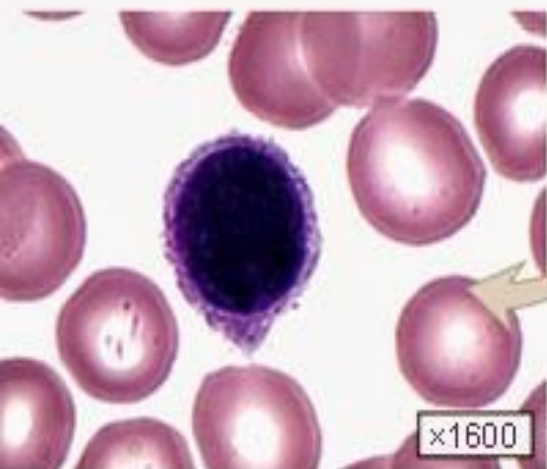
Эозинофил



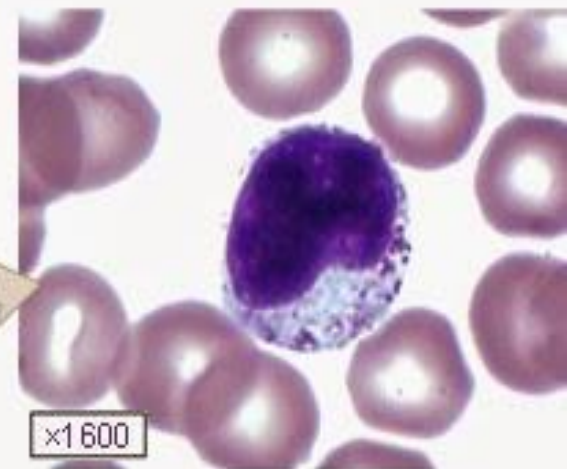
Гранулоциты

Агранулоциты

Лимфоцит

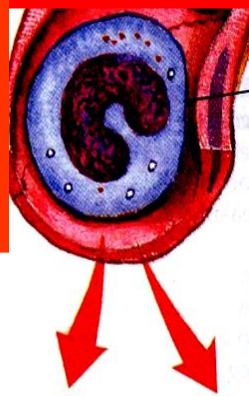
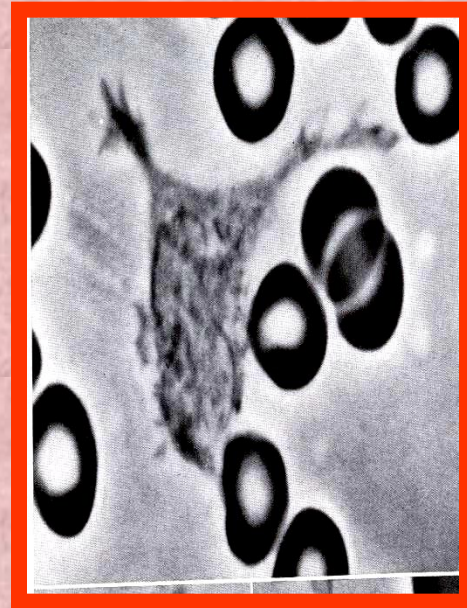


Моноцит

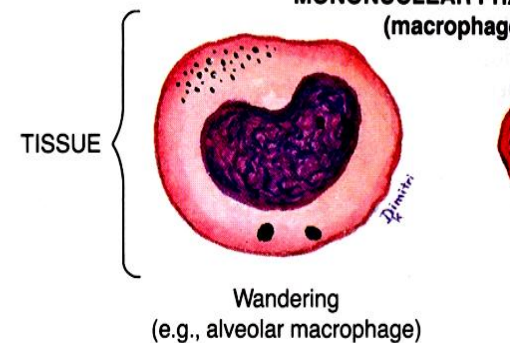


# Моноциты

- Образуются в ккм, выходят в кровотоки, затем в ткани, где дифференцируются в макрофаги (образуют систему монулеарных фагоцитов).
- Продолжительность жизни различна, в крови 36-104 часа.
- Количество - 2 - 11 %
- Увеличение - моноцитоз
- Уменьшение - моноцитопения



The origin of the monocyte is the bone marrow. It then enters the bloodstream and migrates into peripheral tissues where they become macrophages.



# СТРОЕНИЕ МОНОЦИТА

**Форма овальная**

**Диаметр:**

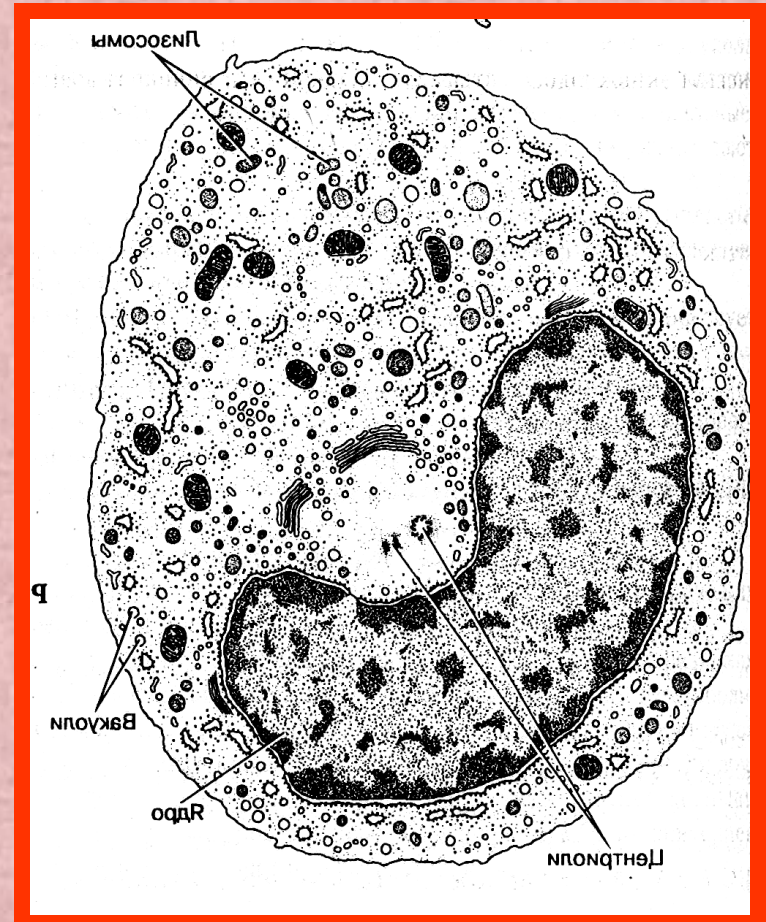
**в мазке крови - 18 - 20  
мкм**

**Ядро разнообразной  
величины и формы,  
содержит эухроматин,  
одно или несколько  
ядрышек.**



# Цитоплазма моноцита

- Слабооксифильная, много рибосом, гранулярной ЭПС, митохондрий, лизосом, фагоцитарных и секреторных вакуолей. Развит комплекс Гольджи



# Агранулоциты лимфоциты

В красном костном мозге -

**В-лимфоциты**, в тимусе -

**Т-лимфоциты.**

В кровотоке неактивны,  
мигрируют в ткани под  
воздействием антигенов

**Продолжительность жизни**

-

**от дней до нескольких лет  
(долгоживущий пул)**

**Количество 20 - 40 %**

**Увеличение - лимфоцитоз**

**Уменьшение - лимфопения.**

# Классификация по функции

**В-лимфоциты** - гуморальный иммунитет. Количество **10 %**

**плазмоциты** вырабатывают антитела против чужеродных антигенов; **клетки памяти** находятся в организме более **10 лет** без митоза

**Т-лимфоциты** - клеточный иммунитет. Количество **60 - 80 %**

**Т-киллеры** (цитотоксические)

**Т-хелперы** (стимулируют В-лимфоциты)

**НК-клетки** натуральные киллеры (уничтожают трансформированные, инфицированные клетки организма)



# Строение лимфоцита

Морфологических различий между Т-, В- и НК клетками не выявлено

Диаметр 4.5 - 10 мкм

Классификация по диаметру:

**малые** - 4.5 - 6.0 мкм

**средние** - 7.0 - 9.0 мкм

**большие** - 10 мкм и больше

