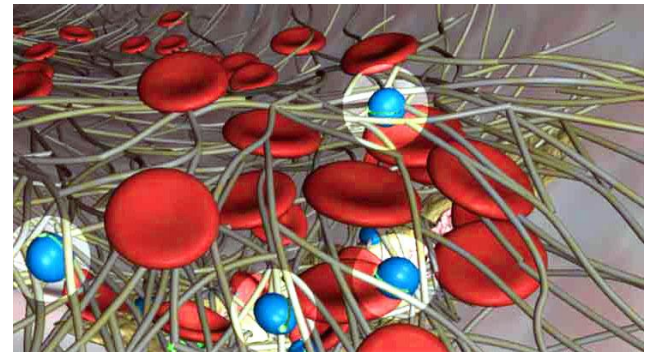


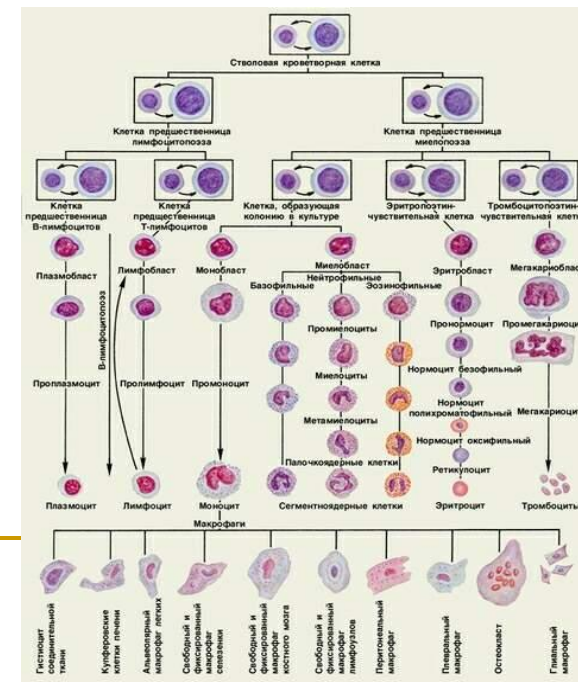
# Современная схема гемопоэза. Морфология клеток костного мозга и периферической крови.

Лекция



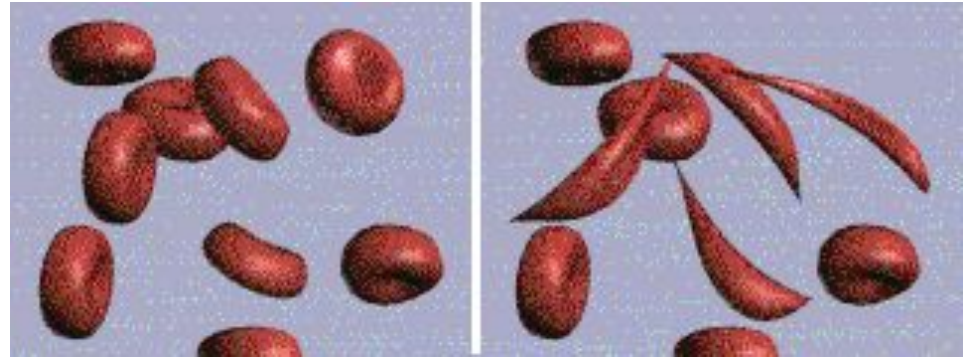
# Гемопозэ

- Многостадийный процесс дифференцировки клеточных элементов, в результате которого образуются эритроциты, лейкоциты и тромбоциты.



# Кроветворные органы:

- 1. Костный мозг
- 2. Тимус
- 3. Селезёнка
- 4. Лимфатические узлы



# Эмбриональное кроветворение

**I период-** желточный мешок эмбриона(4-5 нед., внеэмбриональное кроветворение)- первые кроветворные клетки- предшественники

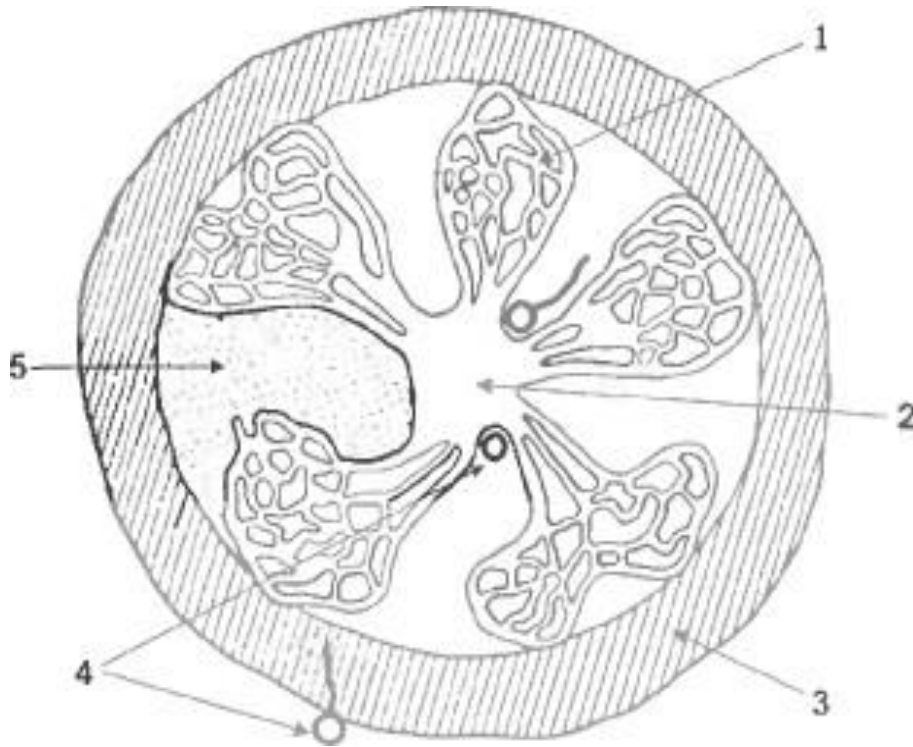
**II период-** печёночное кроветворение (5 нед.)



**III период-** формирование Т- клеточной иммунной системы (9-10 нед., проникновение Т- лимфоцитов в тимус)

**IV период-** костномозговое кроветворение (15-18 нед.)

# Костный мозг

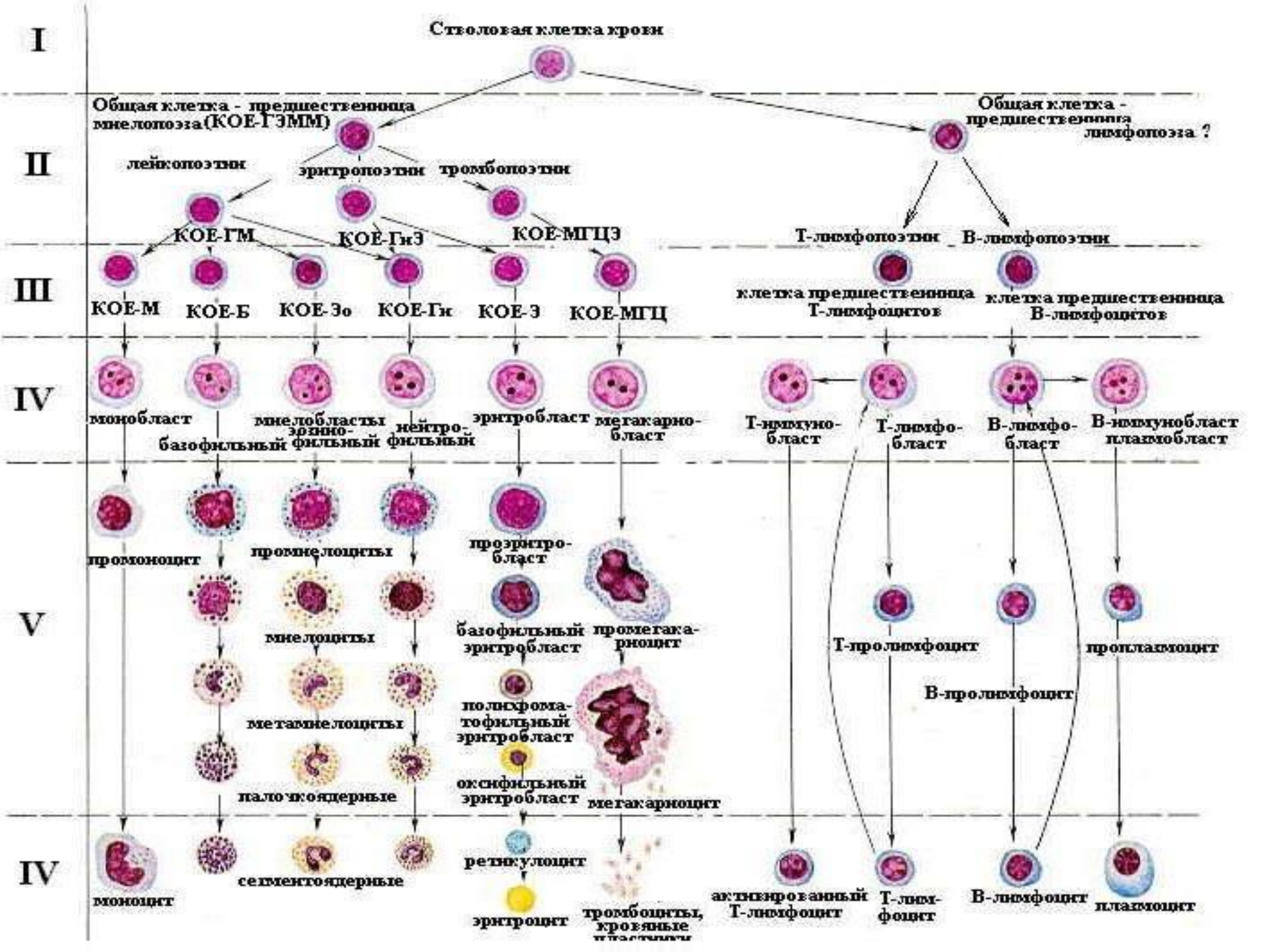


- 1. Синусоиды
  - 2. Центральная вена
  - 3. Артерия
  - 4. Кость
  - 5. Гемопоэтическая ткань
- В центре- делящиеся и незрелые клетки, по периферии(около синусоидов) более зрелые клетки.

- 
- У взрослого человека крастный костный мозг- находится в губчатых костях скелета и эпифизах трубчатых костей.

Масса- 1400-1500 г

- У детей- «активный» костный мозг находится во всех костях скелета (до 3- 4 лет)
  - В регуляции гемопоза участвуют: вит. В12, фолиевая кислота, микроэлементы(железо, медь).
-







# Структурная организация кроветворной системы

- I *Стволовая клетка крови (СКК)*
- II *Мультипотентные стволовые клетки крови* (предшественники миело- и лимфопоэза) – обладают полипотентностью- способности к дифференцировка 2-5 клеточных линий.
- III *Колониеобразующие единицы-* родоначальники для одного ростка гемопоэза
- IV *Бласты*
- V *Созревающие клетки*
- VI *Зрелые клетки*

# Эритропоэз

- Эритрон – система, объединяющая самые ранние предшественники эритроидного ряда, морфологически идентифицируемые пролиферирующие и непролиферирующие ядродержащие клетки, ретикулоциты и эритроциты.



---

# Эритропоэз

Синтез гемоглобина начинается на стадии проэритробласта.

В норме из 1 эритробласта=32 эритроцита.

Образование эритробластов происходит при достаточном количестве эритропоэтина (ЭПО), который образуется в почках.

---

# Erythropoiesis

Progenitors

Erythroblast Precursors

Erythrocytes

HSC

bone marrow

BFU-E

CFU-E

ProE

BasoE

PolyE

OrthoE

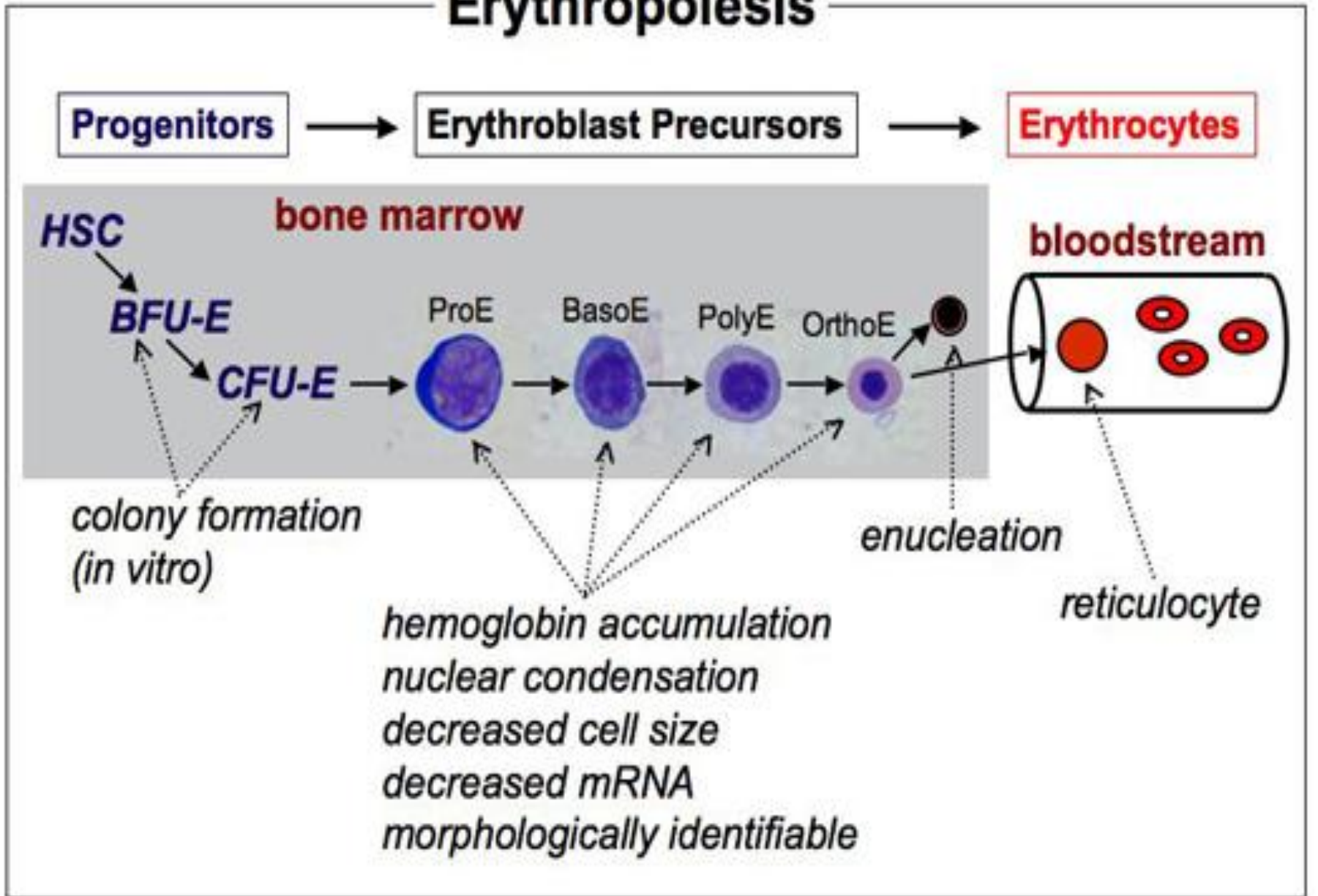
bloodstream

colony formation  
(in vitro)

enucleation

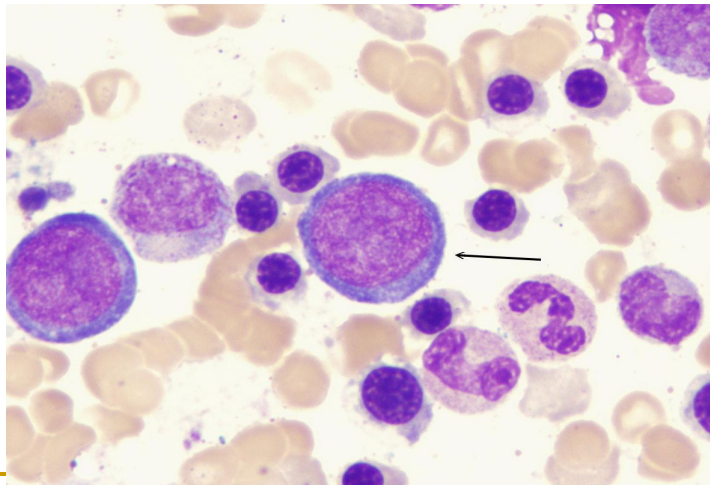
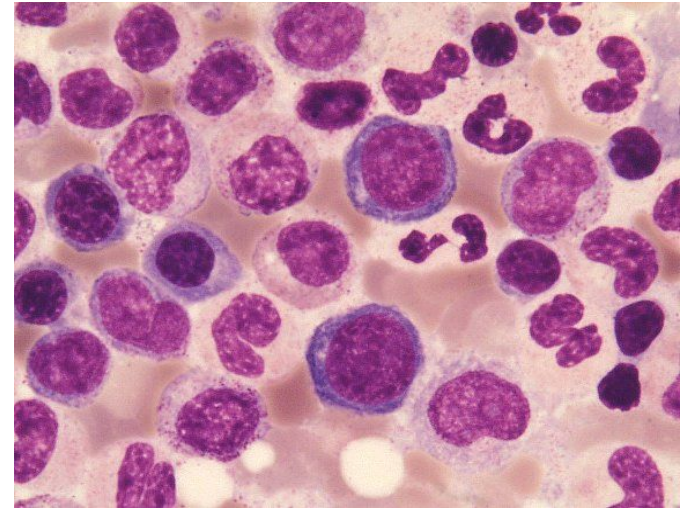
reticulocyte

hemoglobin accumulation  
nuclear condensation  
decreased cell size  
decreased mRNA  
morphologically identifiable



соотношение, нежная сетчатая  
структура хроматина, в ядре 1-  
3 нуклеолы, узкий ободок  
**Эритробласт**- 20-25 мкм,  
базофильной цитоплазмы

высокое ядерно-  
цитоплазматическое  
соотношение, нежная сетчатая  
структура хроматина, в ядре 1-  
3 нуклеолы, узкий ободок  
базофильной цитоплазмы

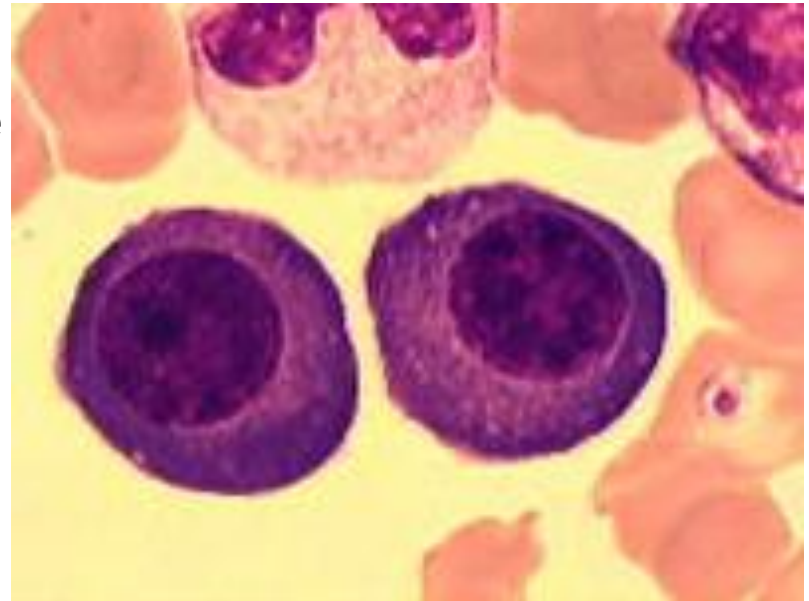


**Проэритробласт**- 20 мкм,  
отсутствие нуклеол, наличие  
перинуклеарной зоны  
просветления.

---

ядрышек нет. Хроматин  
имеет тенденцию к  
**Эритробласт**  
**базофильный-**  
радиальному расположению.

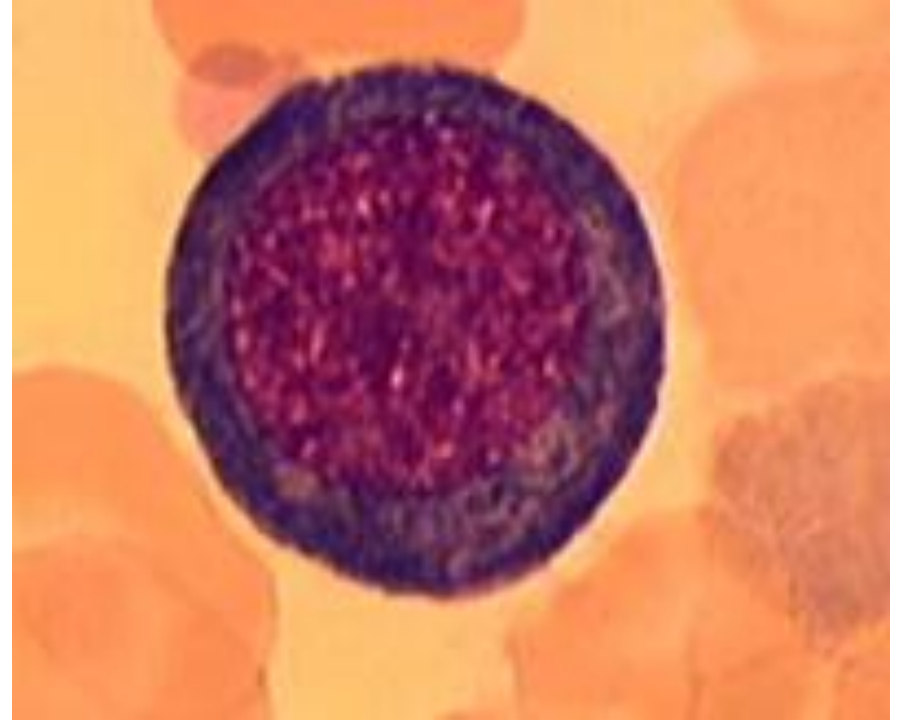
16- 18 мкм, высокое  
ядерно- цитоплазматическое  
соотношение, ядро  
фиолетового цвета,  
расположено центрально,  
ядрышек нет. Хроматин  
имеет тенденцию к  
радиальному расположению.



структурой хроматина.

**Эритробласт**  
**полихроматофильный-**

8- 12 мкм, ядро тёмно-фиолетового цвета, расположено центрально или эксцентрично, с колесовидной структурой хроматина. Цитоплазма широкая серовато-голубого



эксцентрично.

Цитоплазма бледно-розового цвета.

**Эритробласт  
оксифильный-**

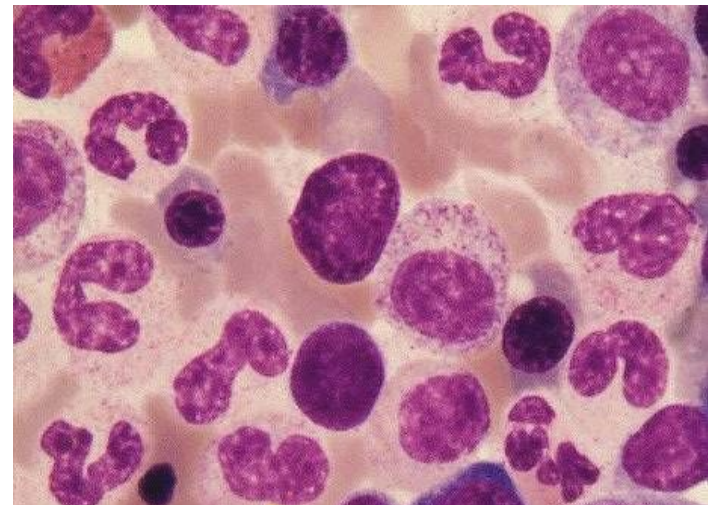
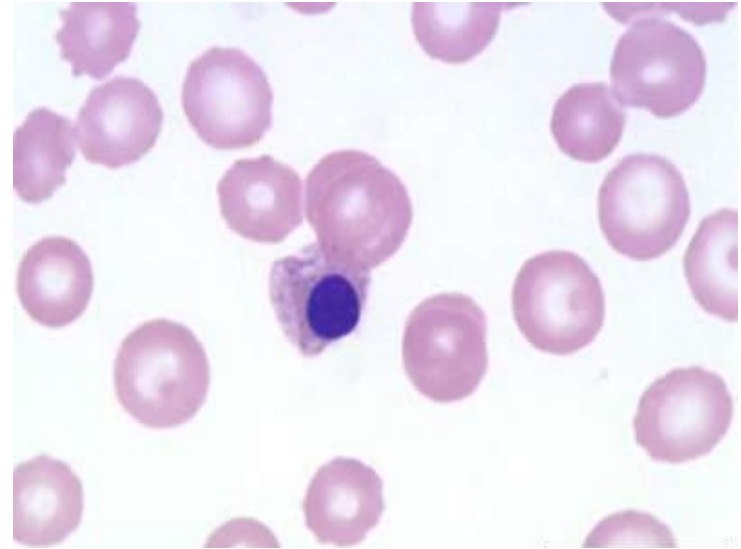
8-11 мкм,

ядро бесструктурное,  
тёмно- фиолетовое (по  
типу вишнёвой косточки,

расположено

эксцентрично.

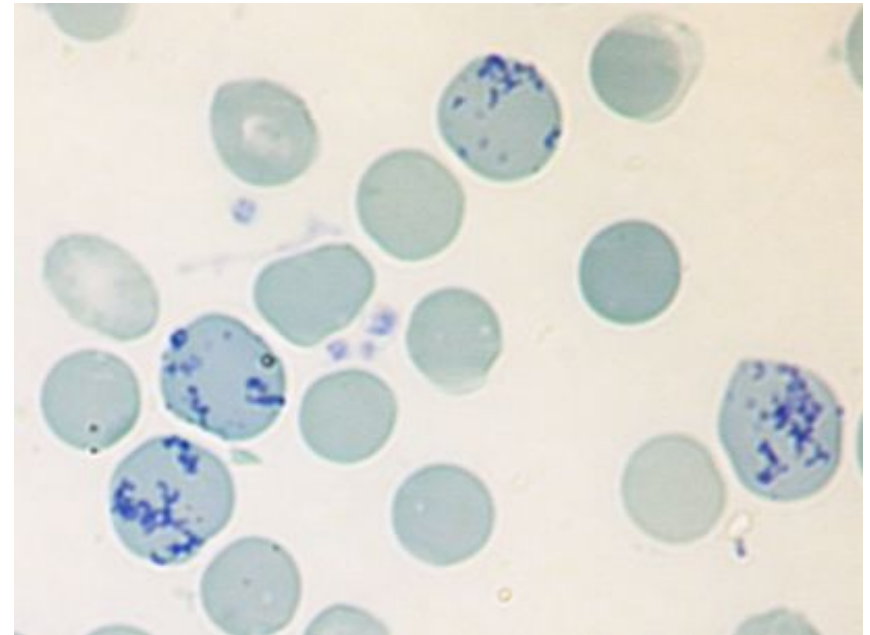
Цитоплазма бледно-  
розового цвета.

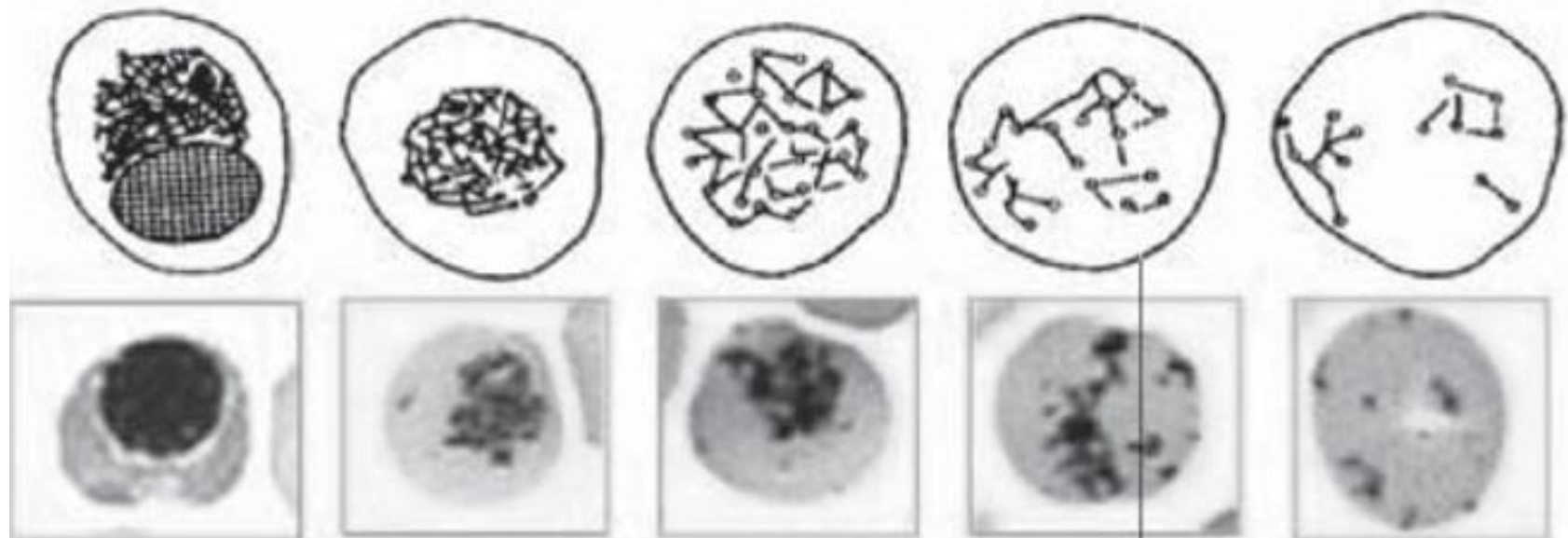




окраске). Чем клетка  
моложе, тем субстанция  
обильнее.

**Ретикулоцит**- 7,7- 8,5  
мкм, в цитоплазме-  
зернисто-сетчатая  
субстанция(выявляется  
при суправитальной  
окраске). Чем клетка  
моложе, тем субстанция  
обильнее.





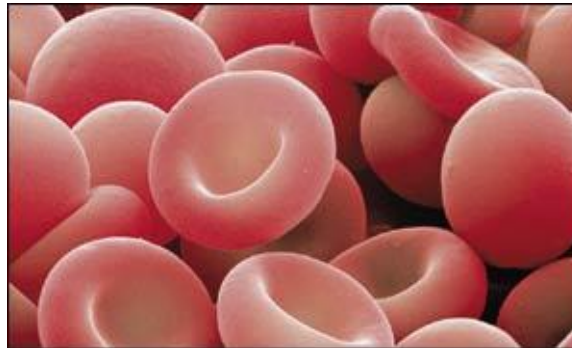
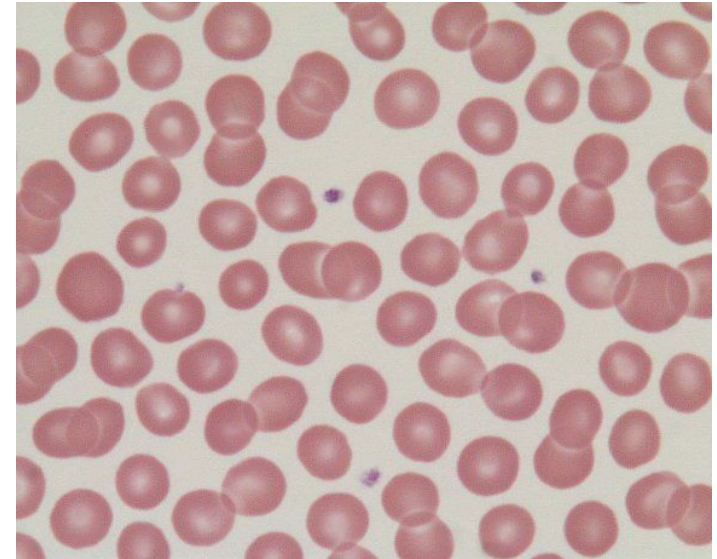
- О Ядросодержащие эритроидные клетки с густой сетью в центре
- I Ретикулоциты с грубой шарообразной сетью в центре
- II Ретикулоциты с менее густой сетью, распространённой по всей цитоплазме.
- III Клетки с обрывками сети в разных участках цитоплазмы
- IV Ретикулоциты с единичными нитями в отдельных участках цитоплазмы

# ЭРИТРОЦИТЫ

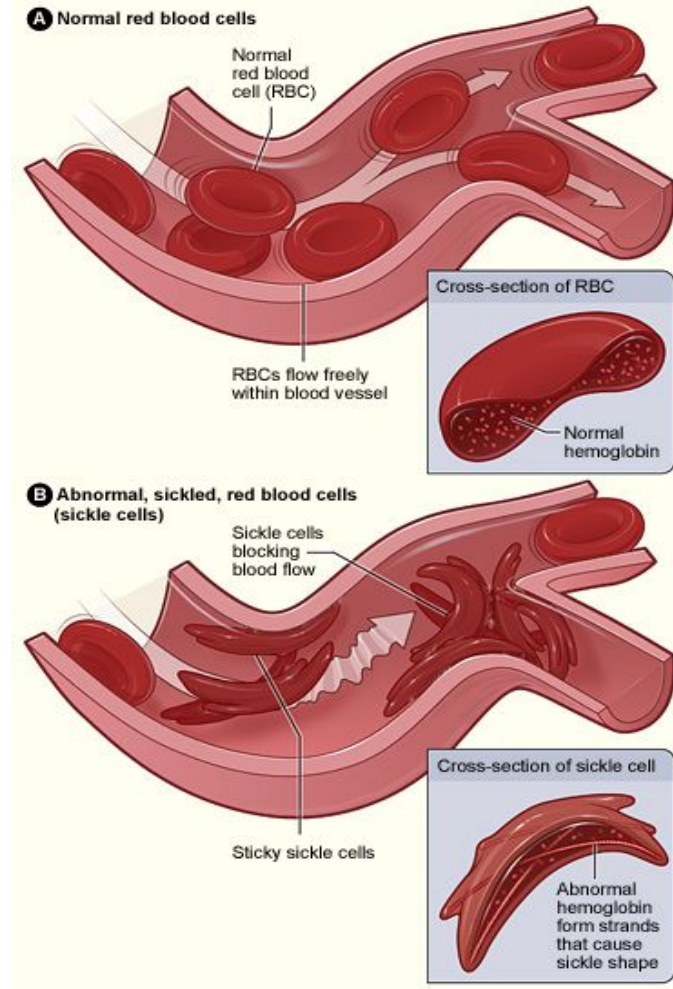
Безъядерные клетки 7,2- 7,5 мкм,

имеет дискоидную,  
двоояковогнутую форму с  
просветлением к центру.

По периферии располагается  
липопротеиновая мембрана, в  
центре- белок, связанный с  
гемоглобином.



# Средняя продолжительность жизни- 110-130 дней



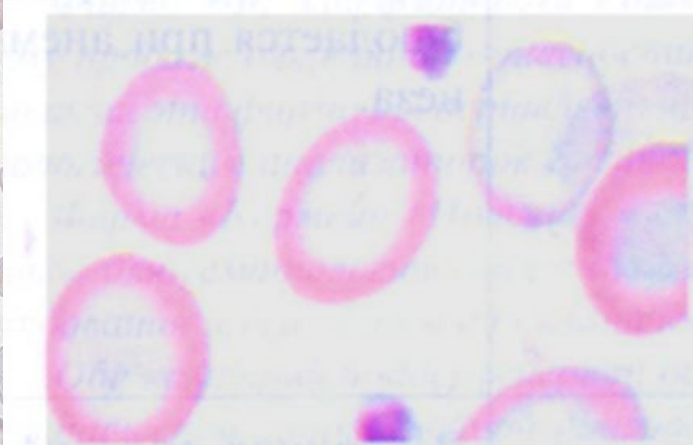
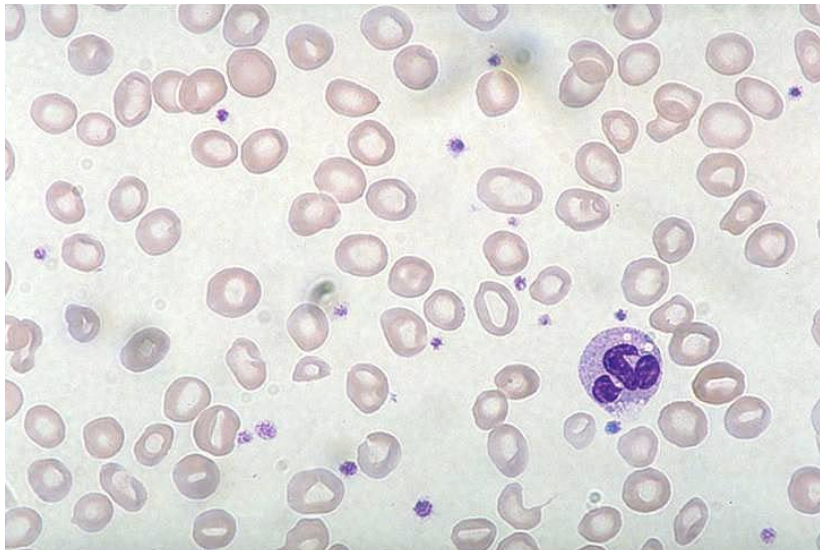
---

# Функции эритроцитов

1. Участие в газообмене (транспорт кислорода и углекислого газа)
  2. Обмен веществ между эритроцитами и плазмой- за счёт эритроцитарной мембраны
  3. Определяют реологию крови
  4. Участвуют в гемостазе
-

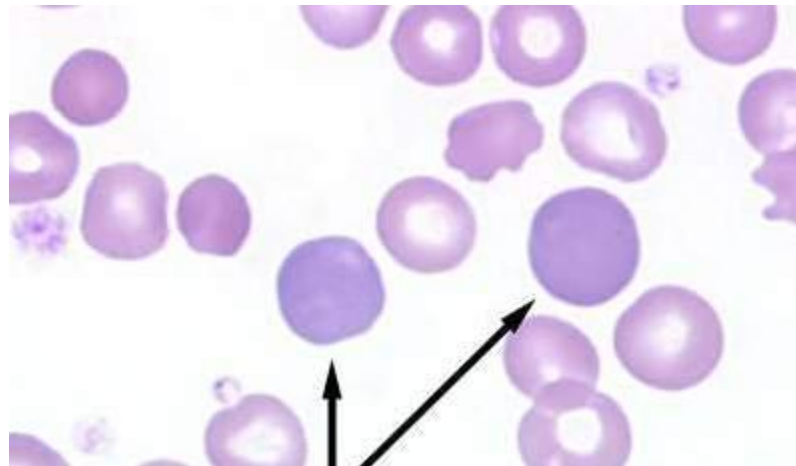
# Изменение морфологии эритроцитов

- **Гипохромия**- обусловлена снижением концентрации гемоглобина в эритроците

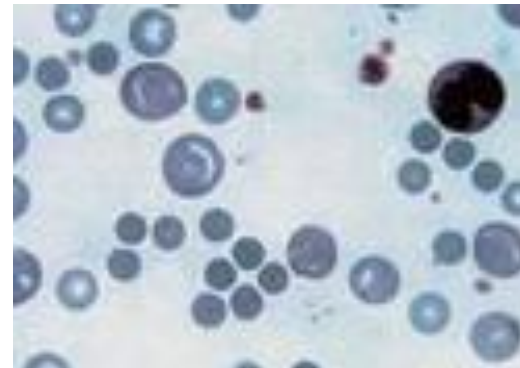
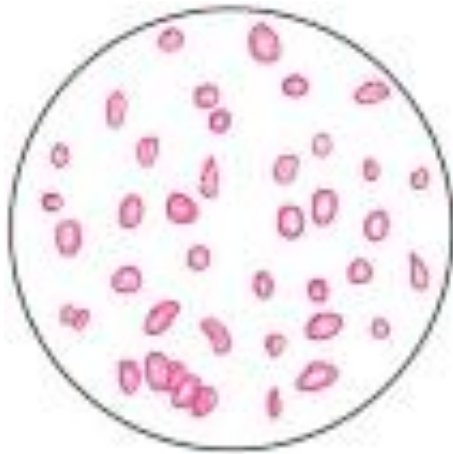


- **Гиперхромия**- повышенное насыщение эритроцита гемоглобином

- **Анизохромия**- присутствие в мазках крови гипо- и гиперхромных эритроцитов
- **Полихроматофилия**- серая окраска эритроцитов, обусловлена восприятием кислых и основных красителей.

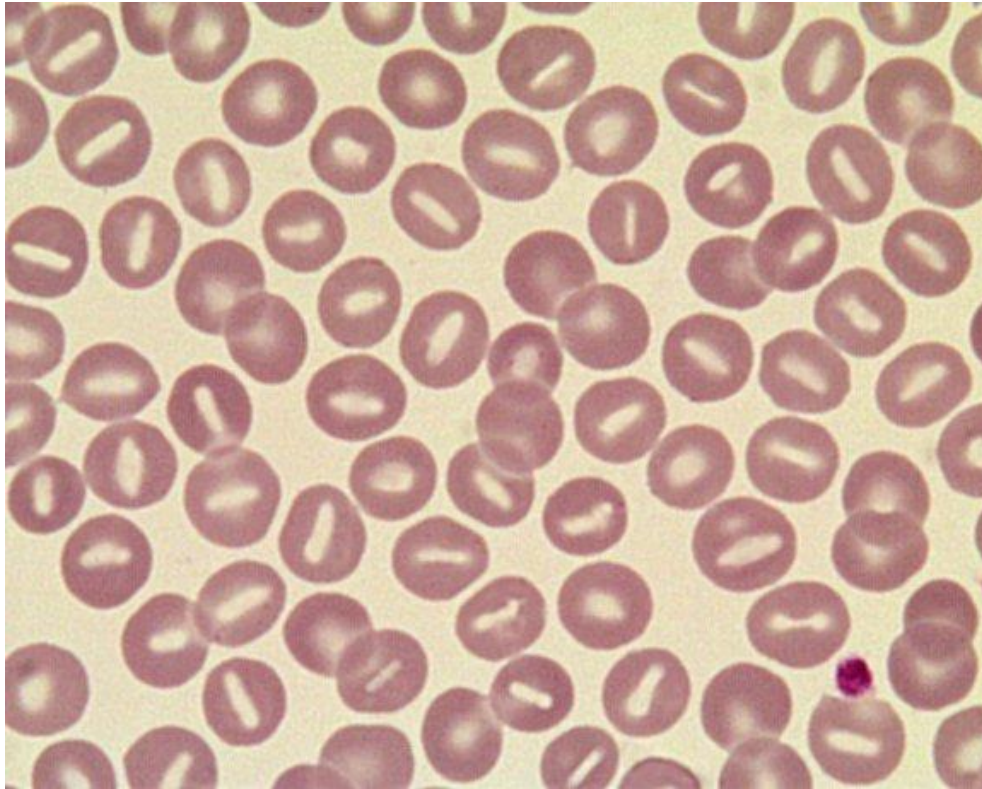


- **Анизоцитоз**- изменение размера эритроцитов(микро-, макро-, мегалоцит, шизоциты- мелкие фрагменты эритроцитов)



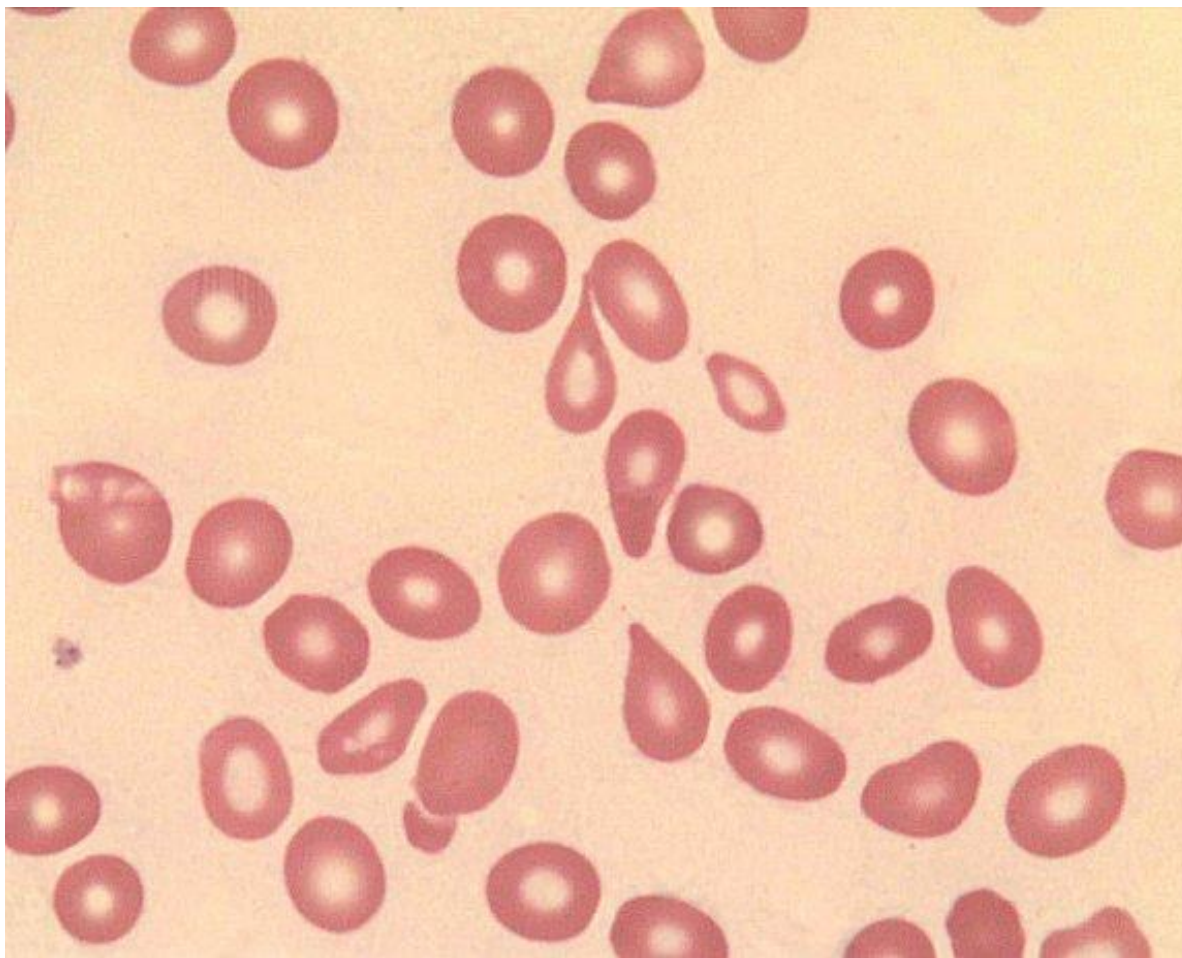


# Пойкилоцитоз- изменение формы эритроцитов

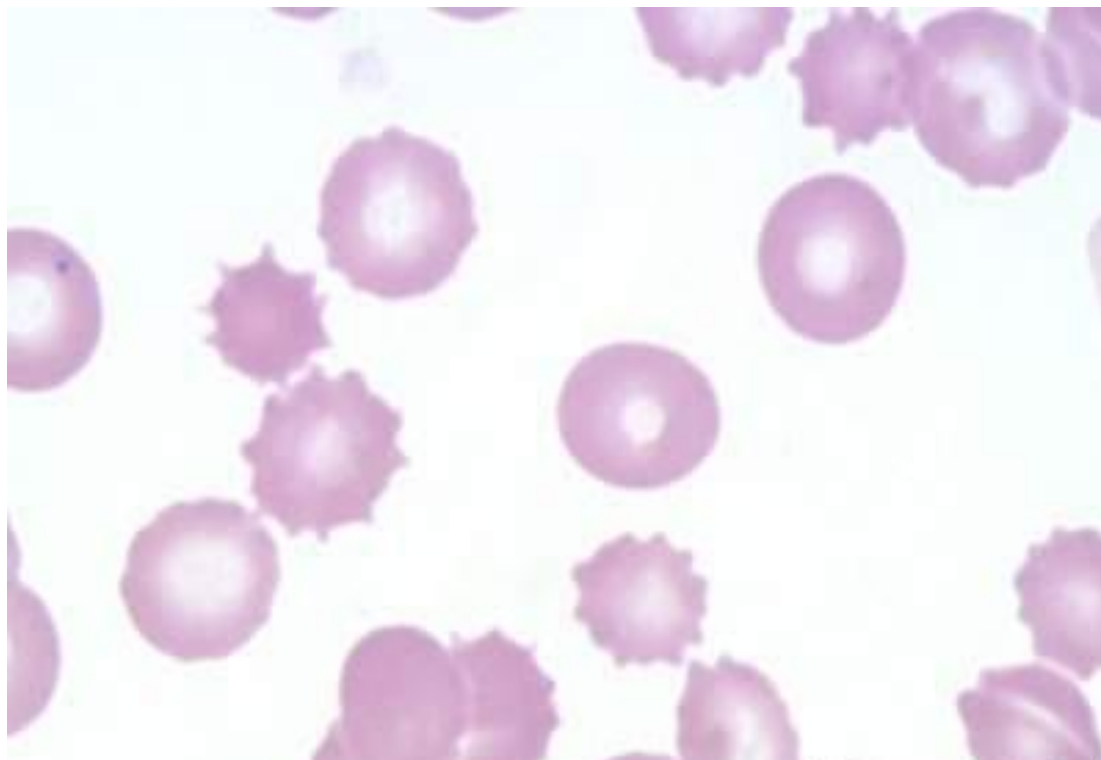


**Стоматоцитоз-  
просветление в  
виде «рта»**

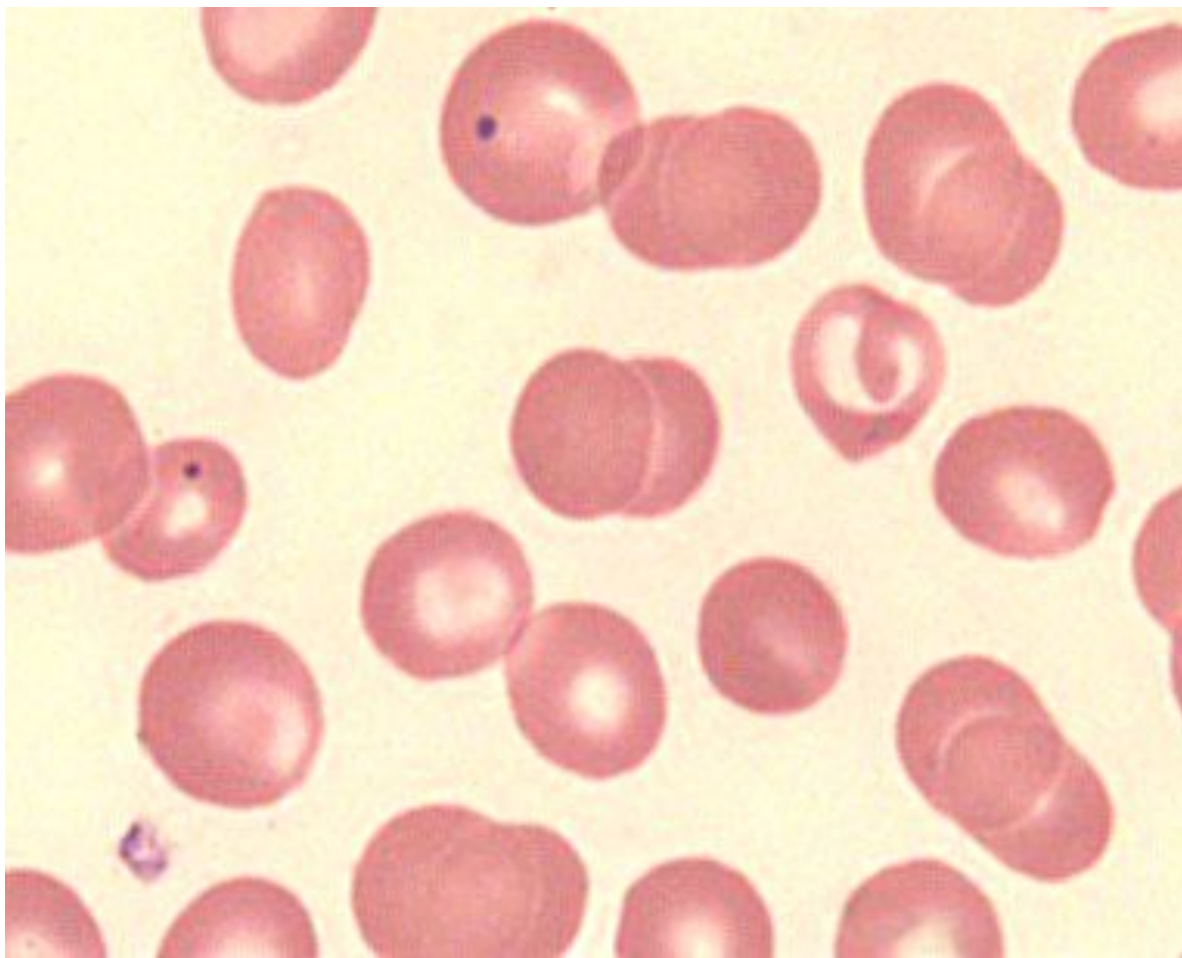
# Каплевидные эритроциты (дакриоциты) и овалциты



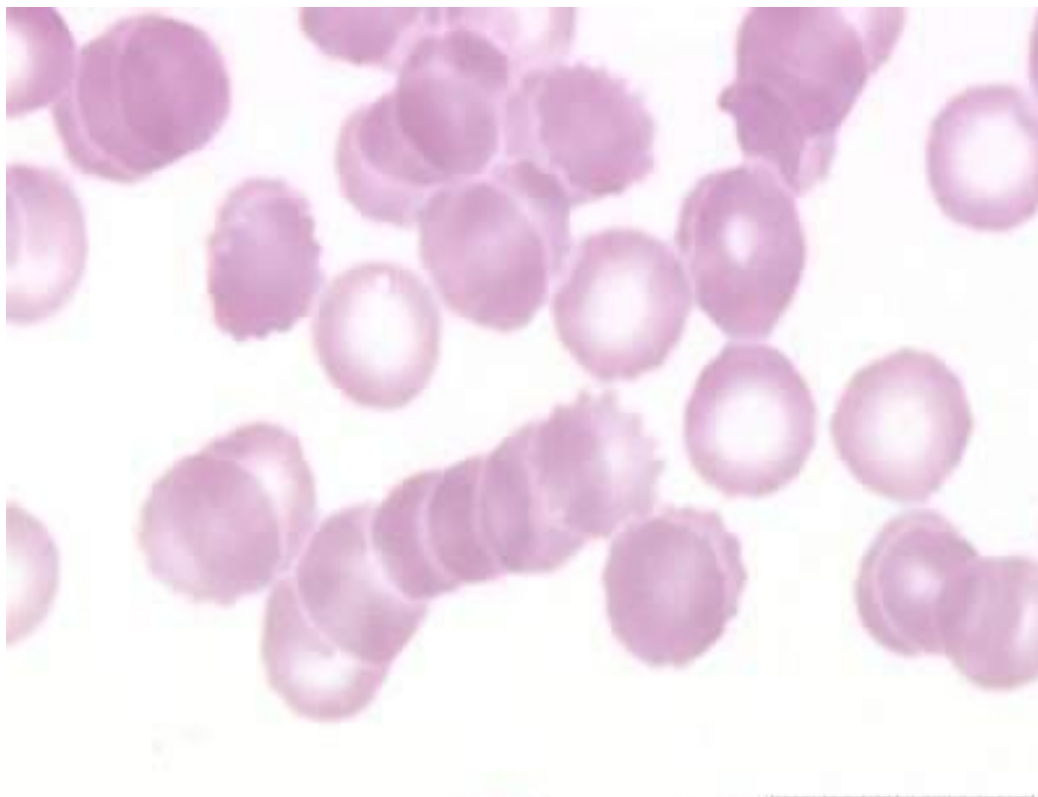
# ЭХИНОЦИТЫ



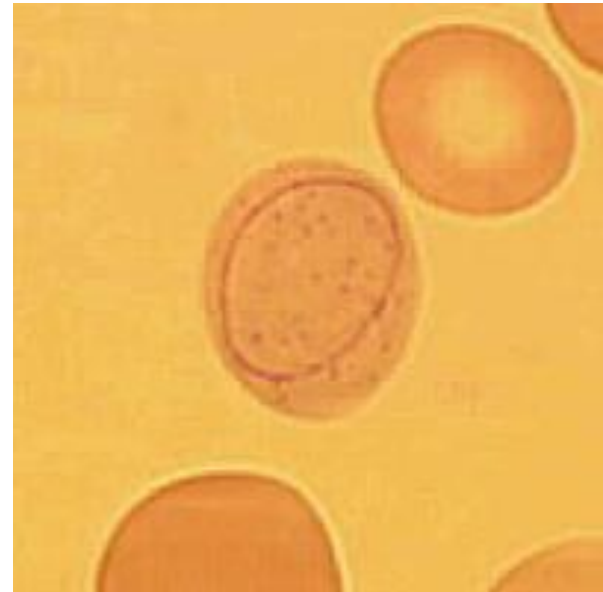
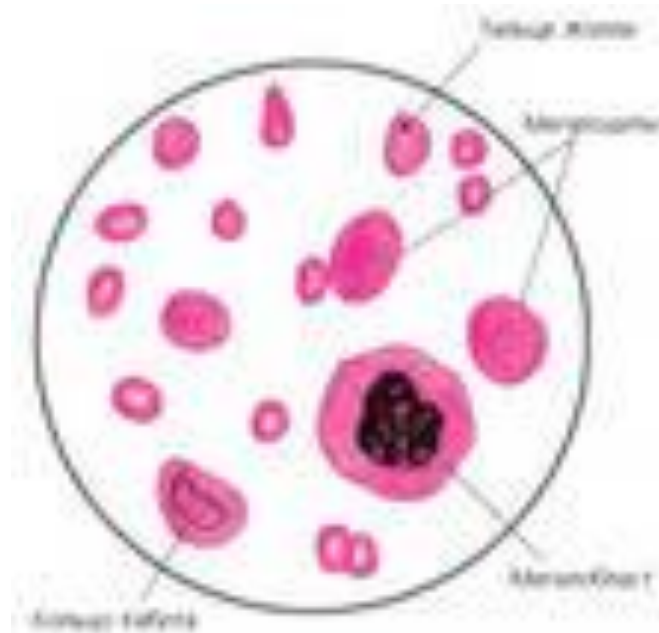
# Тельца Жолли



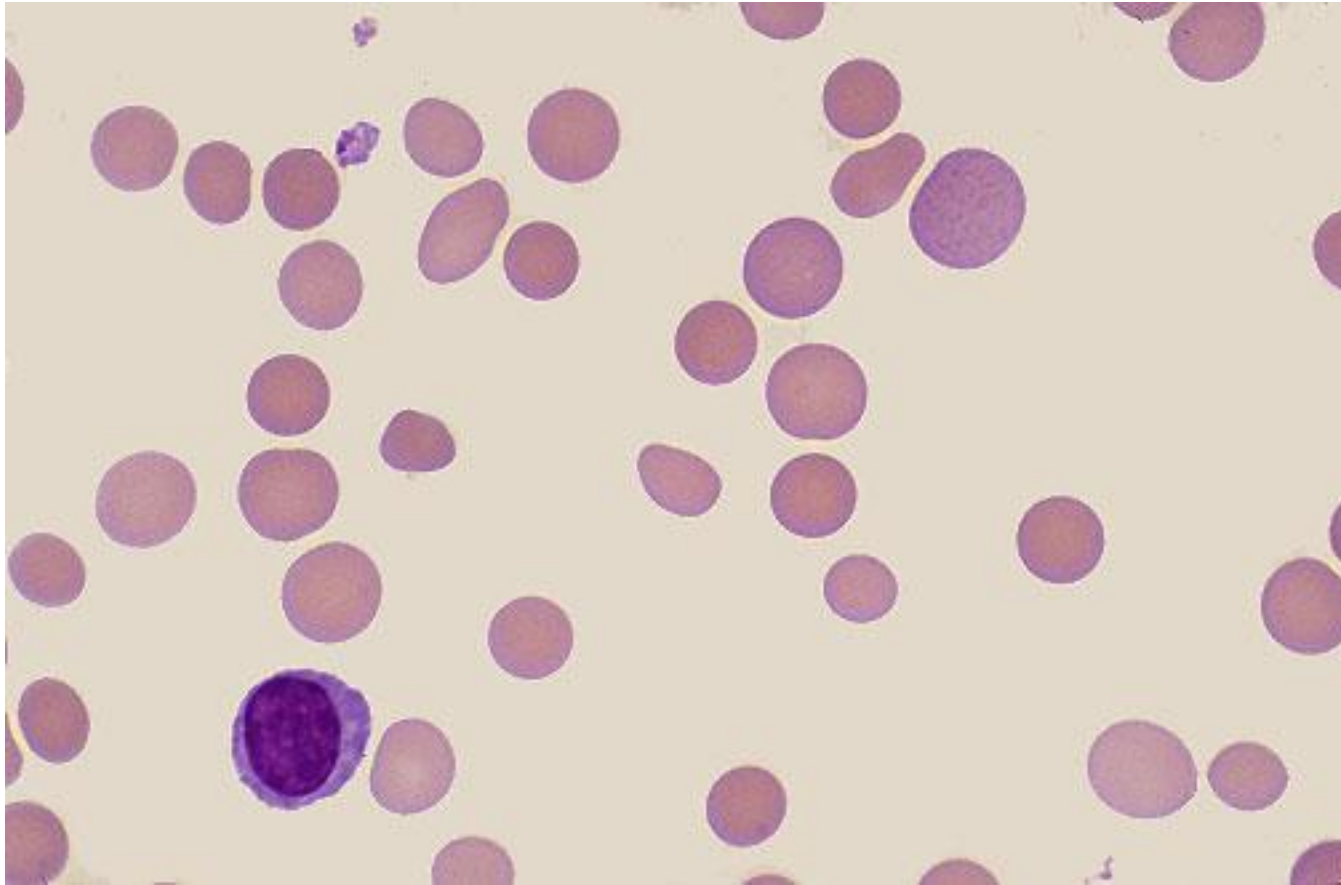
# МОНЕТНЫЕ СТОЛБИКИ



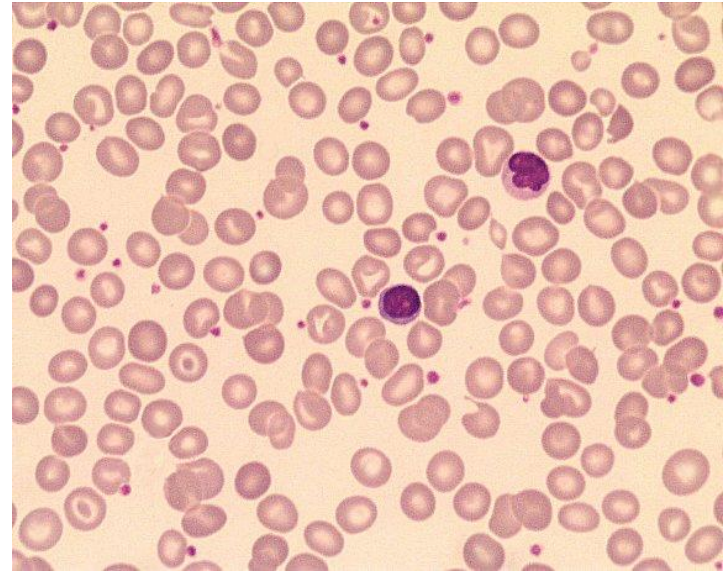
# Кольца Кебота и базофильная пунктация



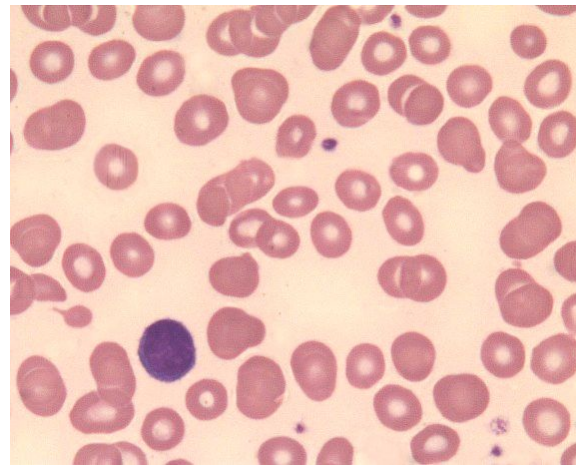
# Сфероциты



- Макроцит- более 8 мкм
- Мегалоцит- более 12 мкм
- Макроцит- более 8 мкм
- Мегалоцит- более 12 мкм



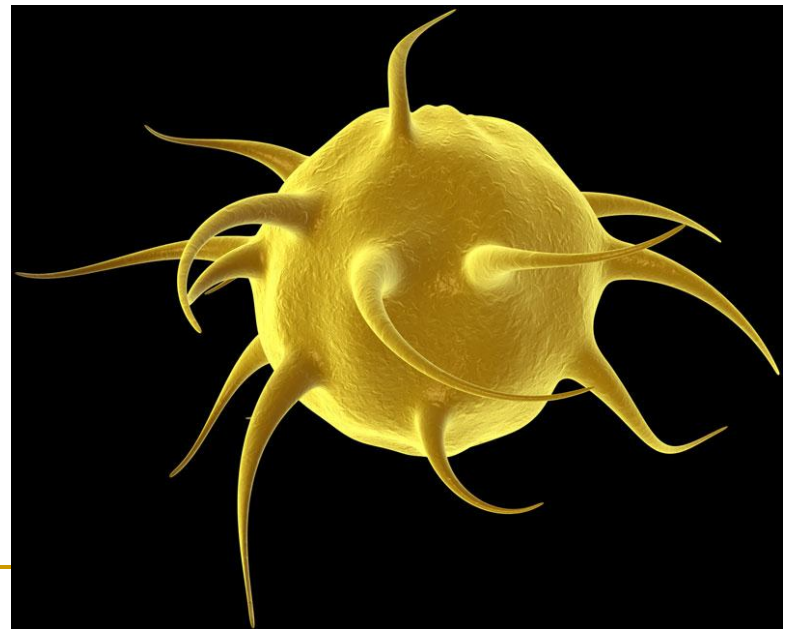
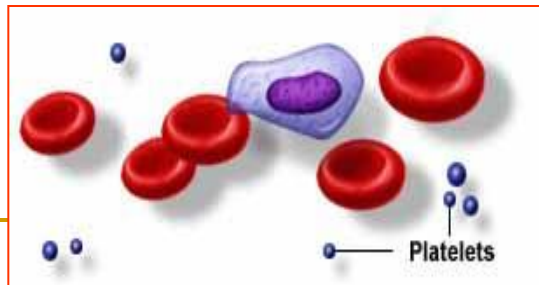
- Микроцит- менее 7 мкм





# Мегакариоцитопозэ

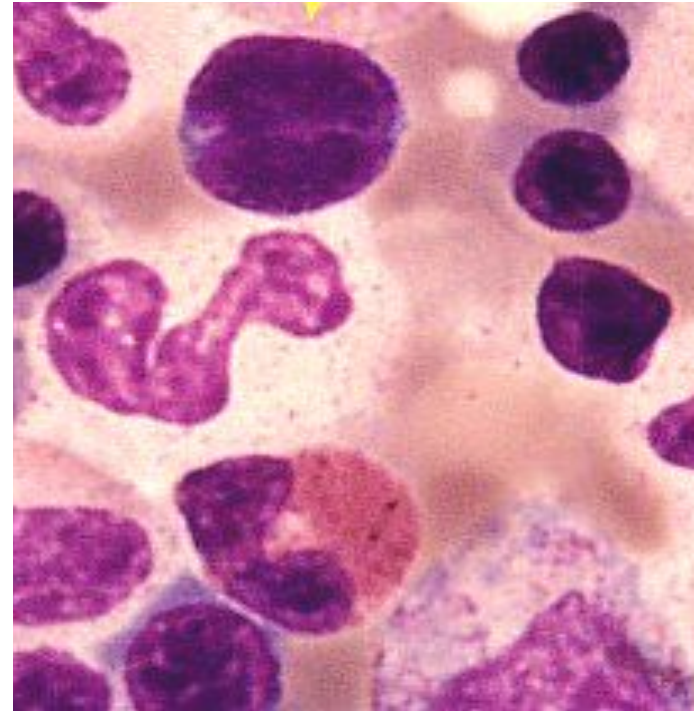
СКК → КОЕ ГЭММ → КОЕ-МГКЦ  
Мегакариобласт → Промегакариоцит →  
Мегакариоцит → Тромбоциты



гиперхромное, тёмно-фиолетовое, занимает большую часть клетки. Хроматин равномерный, цитоплазма узкая, иногда с отростками, тёмно-

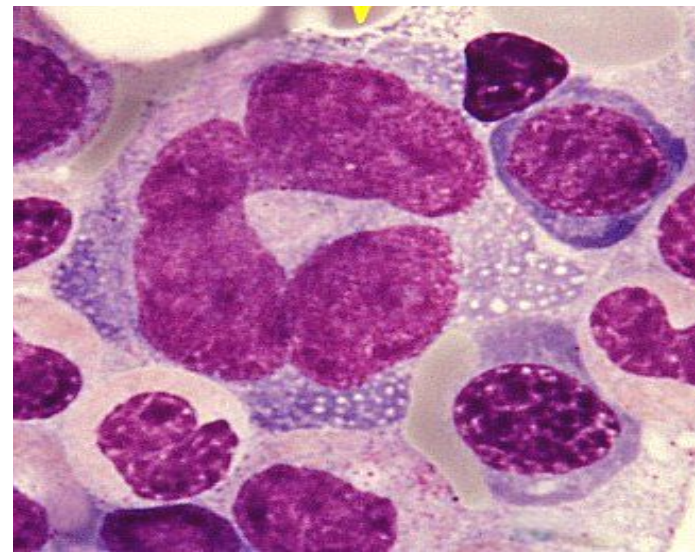
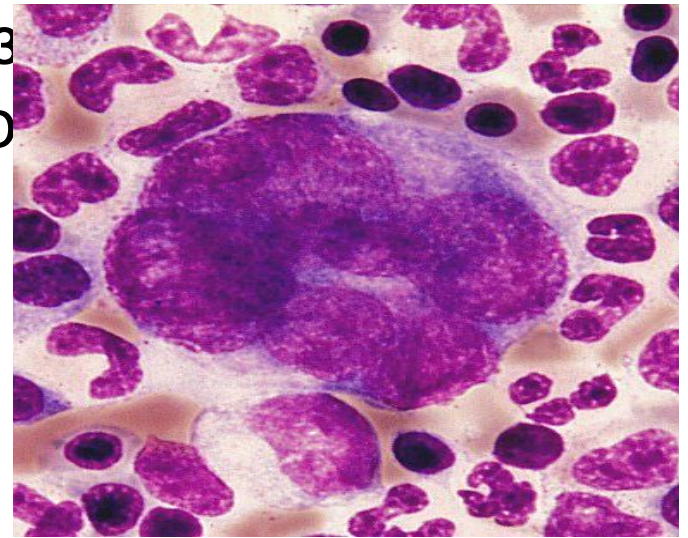
- **Метакариобласт** без зернистости.

мкм, ядро округлое, гиперхромное, тёмно-фиолетовое, занимает большую часть клетки. Хроматин равномерный, цитоплазма узкая, иногда с отростками, тёмно- синего цвета без зернистости.



- **Промегакариоцит** - 20-25 мкм. Ядро тёмно-фиолетового цвета, с бухтообразными вдавлениями. Цитоплазма узкая, иногда с отростками, синяя, могут определяться гранулы

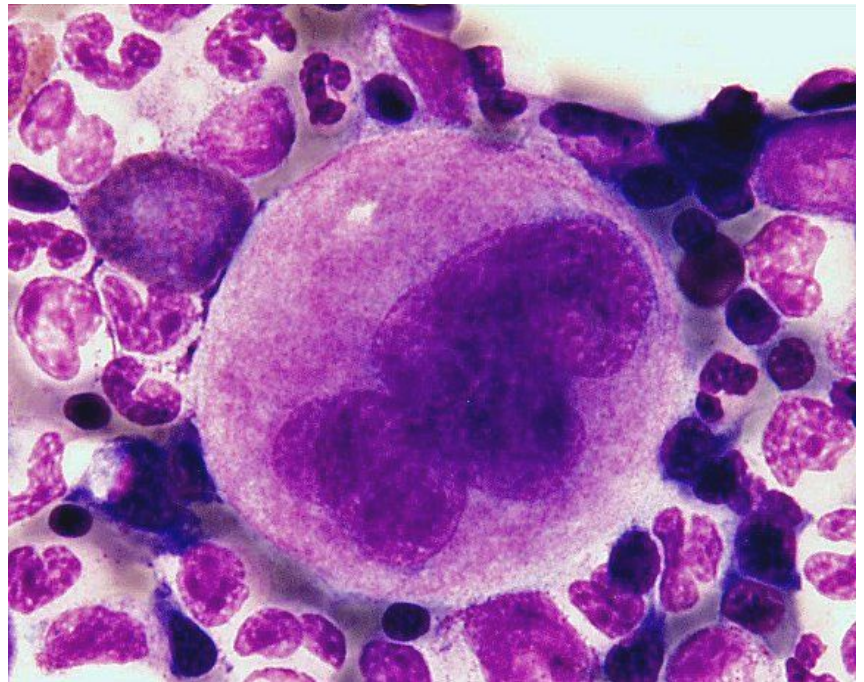
- **Промегакариоцит** - 20-25 мкм. Ядро тёмно-фиолетового цвета, с бухтообразными вдавлениями. Цитоплазма узкая, иногда с отростками, синяя, могут определяться гранулы



лопастное, с бухтообразными вдавлениями, фрагментированное. Цитоплазма обильная светло-серого или розового цвета, содержит обильную зернистость.

■ **Мегакариоцит-**

30-40 мкм, ядро тёмно-фиолетового цвета, лопастное, с бухтообразными вдавлениями, фрагментированное. Цитоплазма обильная светло-серого или розового цвета, содержит обильную зернистость.

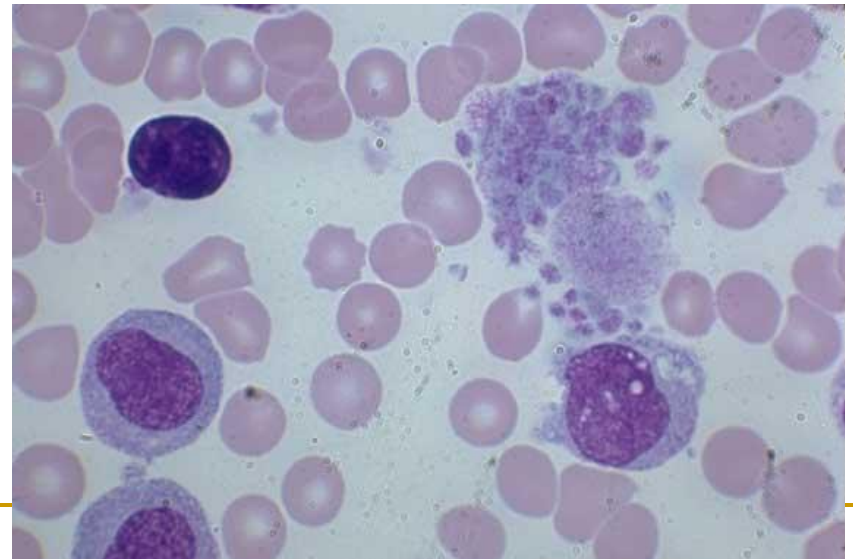
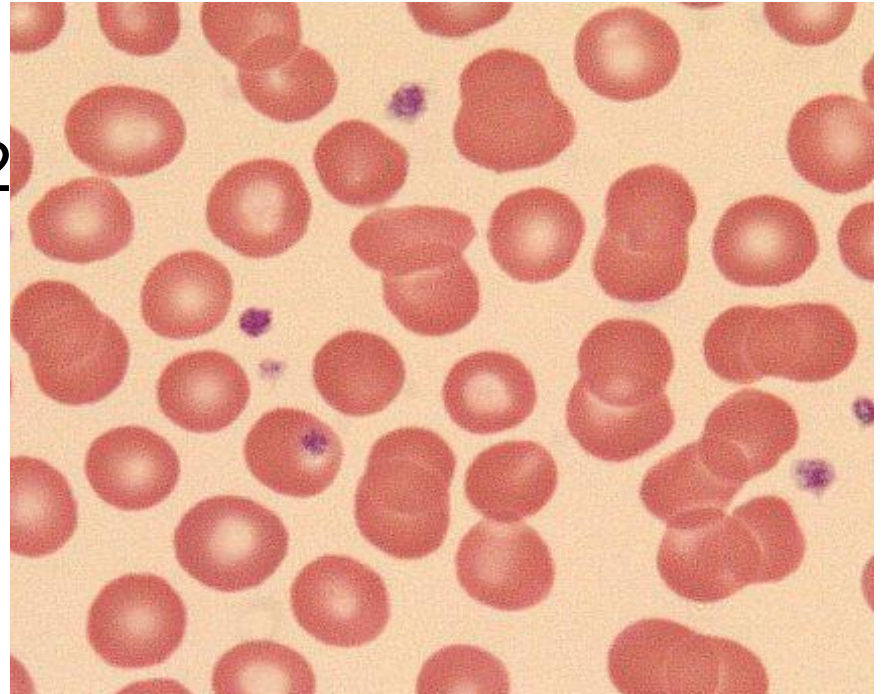


- юные – 3,2%
- старые- 4,5 %
- формы раздражения- 2

■ **Тромбоцит-**  
безъядерная  
сферическая клетка  
диаметром 2-4 мкм.

■ Различают  
тромбоцитов:

- зрелые- 87%
- юные – 3,2%
- старые- 4,5 %
- формы раздражения-  
2,5%



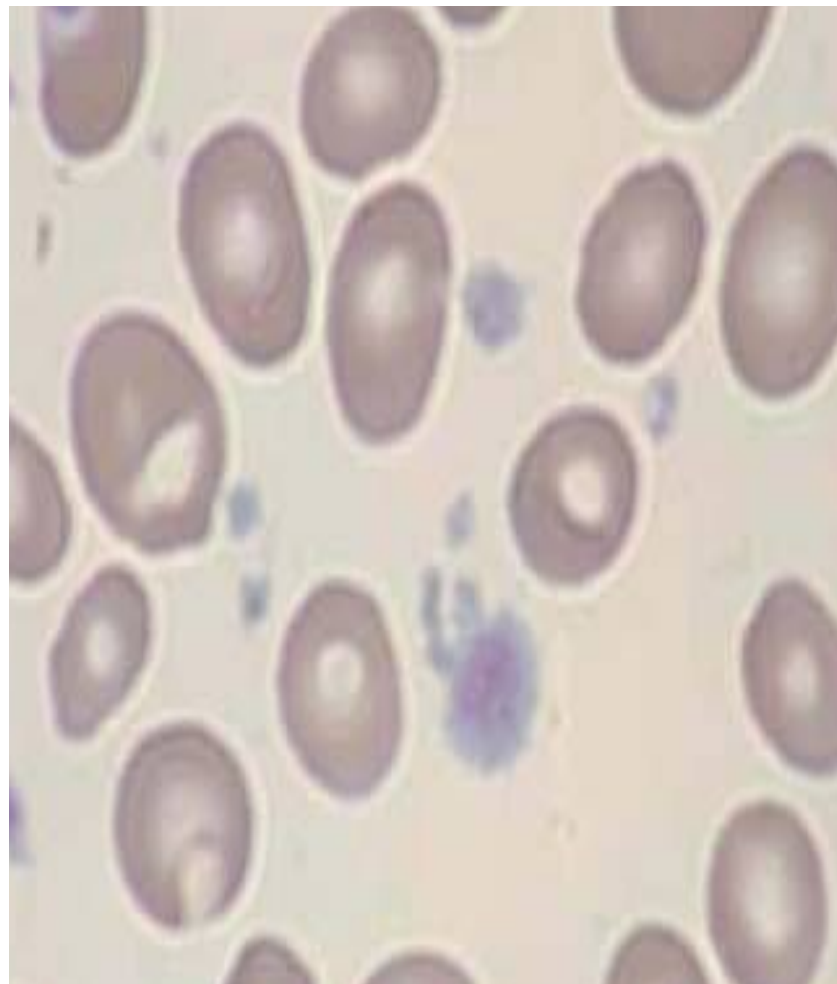
В кровотоке в неактивном состоянии тромбоциты имеют дискоидную форму. При активации клетки приобретают сферичность и образуют псевдоподии и нити.

■ Формы тромбоцитов:

■ Микротромбоцит-  
менее 1,5 мкм

■ Макротромбоцит- 5  
мкм

■ Мегалотромбоцит-  
6-10 мкм

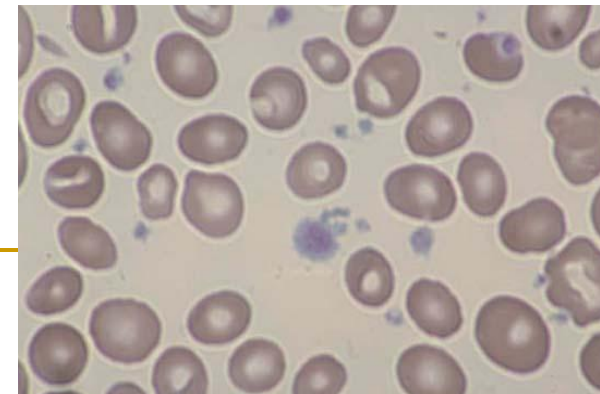


# ПЕРИОД СОЗРЕВАНИЯ ТРОМБОЦИТОВ- 8 ДНЕЙ.

Продолжительность жизни от 9 до 11 дней.

В кровеносном русле тромбоциты располагаются в двух позициях:  
в кровотоке и пристеночно.

В циркуляции находится около 67% тромбоцитов.



# Рецепторы тромбоцитов

- Специфические функции тромбоцитов в гемостазе требуют активного взаимодействия с другими тромбоцитами, плазменными белками и небелковыми веществами. Роль посредника между тромбоцитом и различными факторами внешней среды играют *рецепторы тромбоцитов*





---

# Тромбоцитарные факторы

1. Антигепариновый фактор тромбоцитов
  2. Бетта- тромбоглобулин
  3. Фактор роста тромбоцитов
  4. Фибриноген
  5. Фактор V
  6. Фактор XIII
-

# Функции тромбоцитов

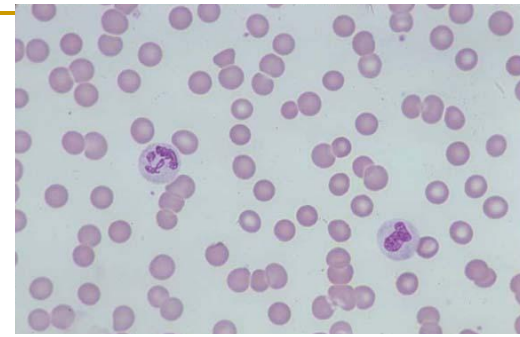
- Формирование первичной тромбоцитарной пробки в зоне повреждения (первичный гемостаз):
  - **Адгезия**- прилипание тромбоцитов к эндотелию
  - **Активация** тромбоцитов с выбросом медиаторов
  - **Агрегация** тромбоцитов- склеивание тромбоцитов

---

# Функции тромбоцитов

- **Сорбционно- транспортная функция-** адсорбция тромбоцитами к своей поверхности и доставка к месту кровотечения плазменных факторов свёртывания (ф. VIII, фибриноген)
  - **Активация плазменного гемостаза-** происходит за счёт тромбоцитарных факторов, освобождающихся при дегрануляции тромбоцитов
  - **Ретракция кровяного сгустка-** уплотнение сгустка и выделение из него избытка сыворотки.
-

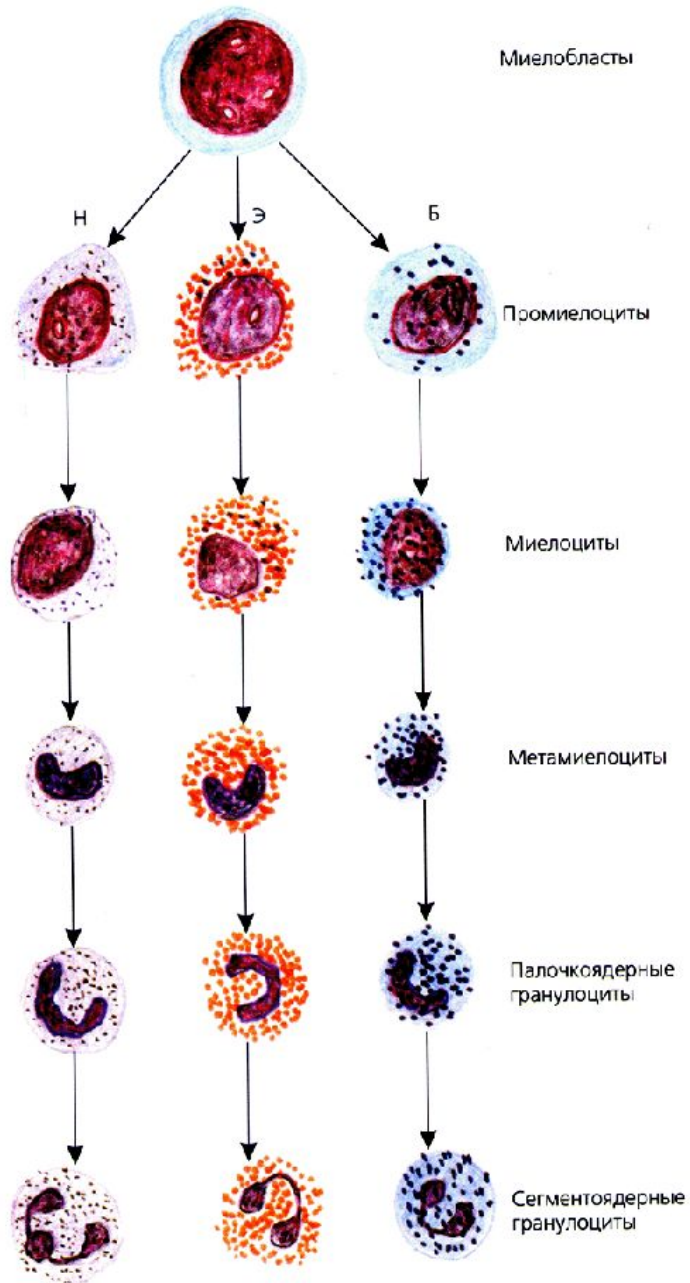
# ГРАНУЛОЦИТОПОЭЗ



**СКК** → **КОЕ ГЭММ** → **КОЕ-ГМ** →  
**Миелобласт** → **Промиелоцит** →

**Миелоцит** (нейтрофильный, эозинофильный,  
базофильный) → **Метамиелоцит**  
(нейтрофильный, эозинофильный, базофильный) →  
**Палочкоядерный** нейтрофил, эозинофил,  
базофил →  
**Сегментоядерный** нейтрофил, эозинофил,  
базофил

---



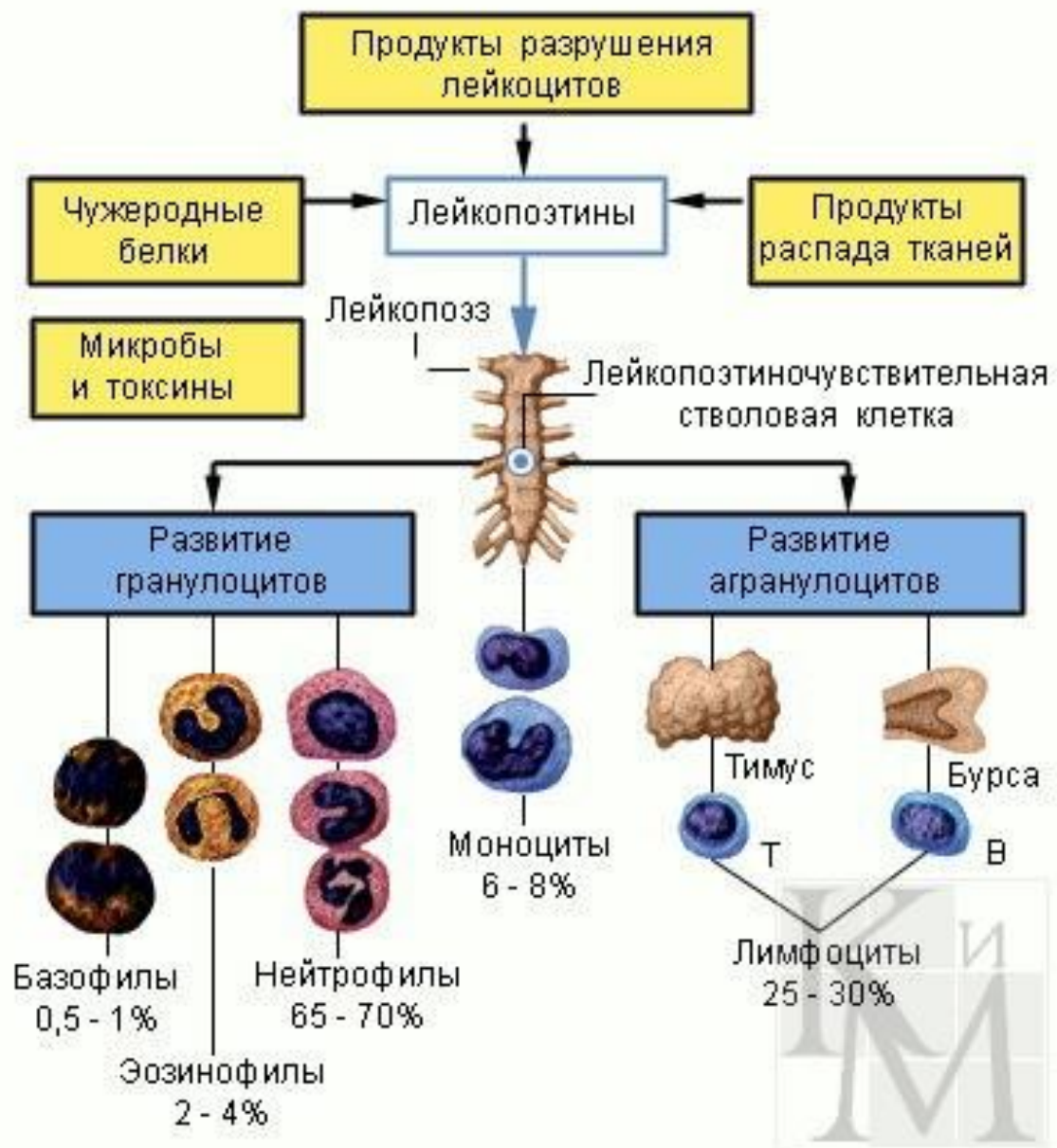
---

# Процесс созревания сопровождается изменением морфологии клеток:

- Уменьшение ядра
- Конденсация хроматина
- Исчезновение ядрышек
- Сегментация ядра
- Появление специфической зернистости
- Увеличение объёма цитоплазмы

Процесс формирования зрелого гранулоцита из миелобласта – 10-13 дней

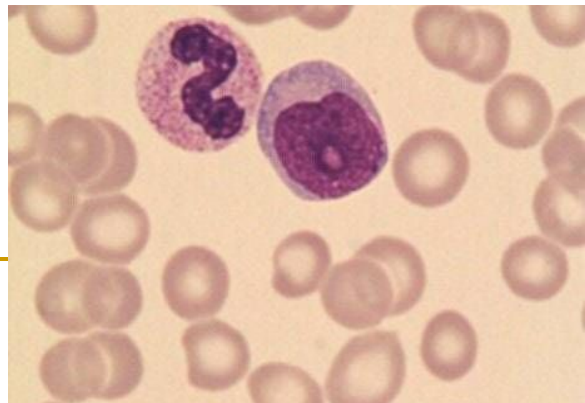
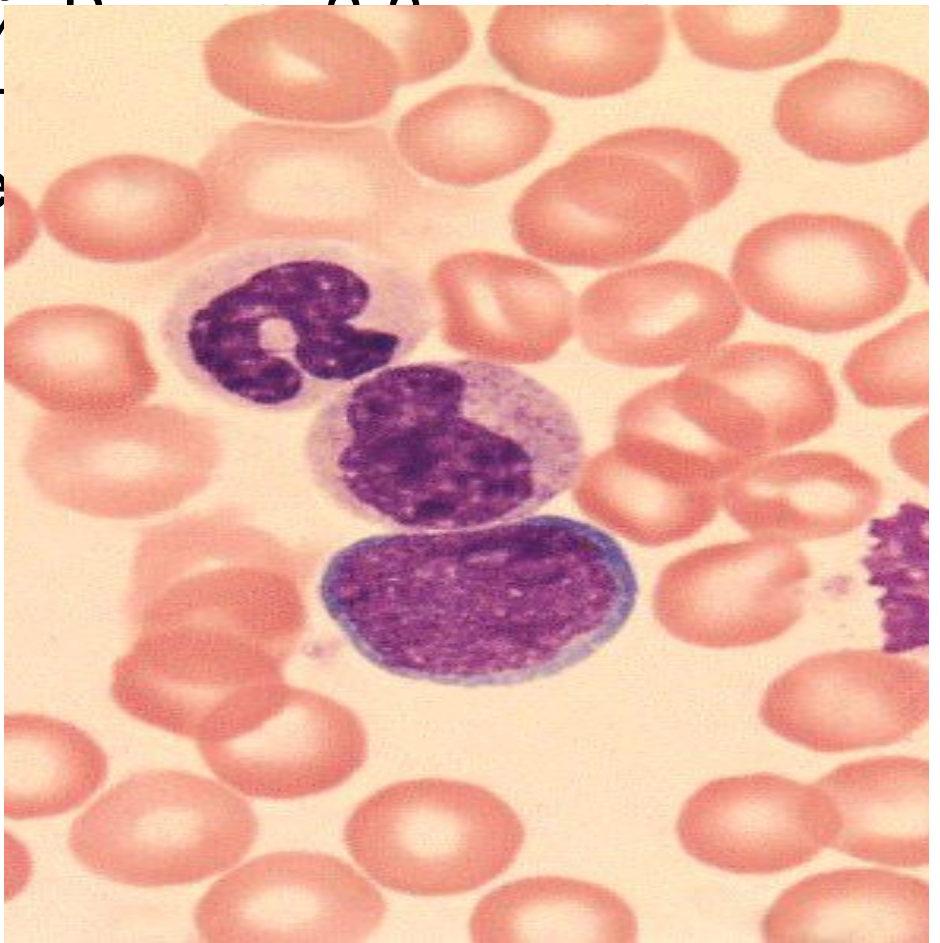
---



нежный, мелкосетчатый  
голубоватого цвета. Ци-

- **Миелобласт** 12-20  
Зернистость отсутствует  
мкм, высокое ядерно-  
цитоплазматическое  
соотношение.

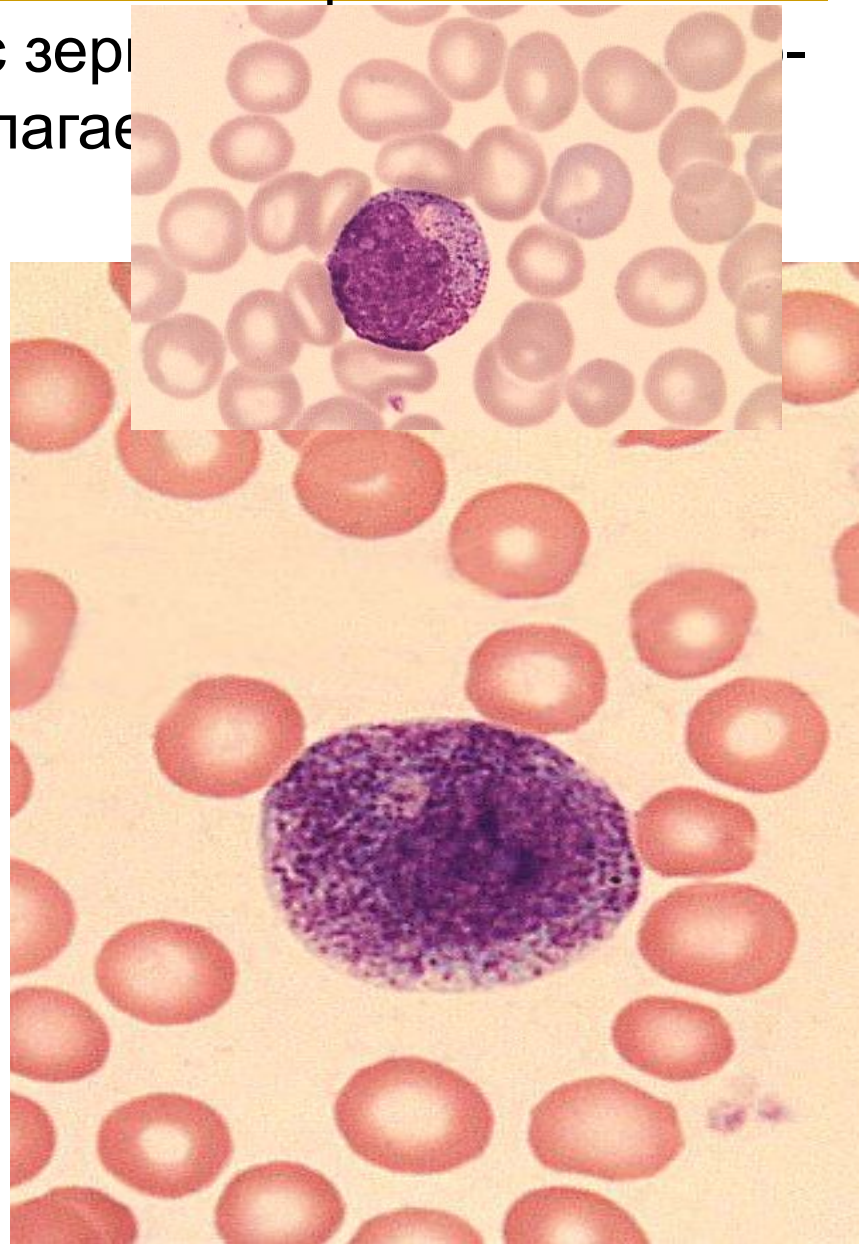
Хроматин нежный,  
мелкосетчатый. В  
ядре- 2-3 нуклеолы  
голубоватого цвета.  
Цитоплазма  
базофильна.  
Зернистость  
отсутствует или  
скудная.



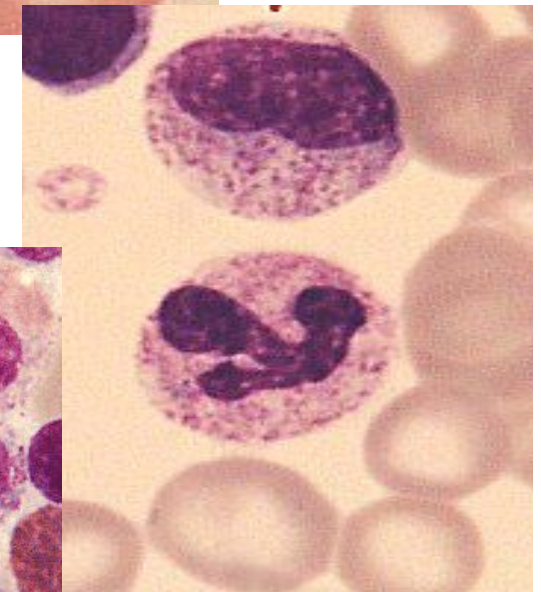
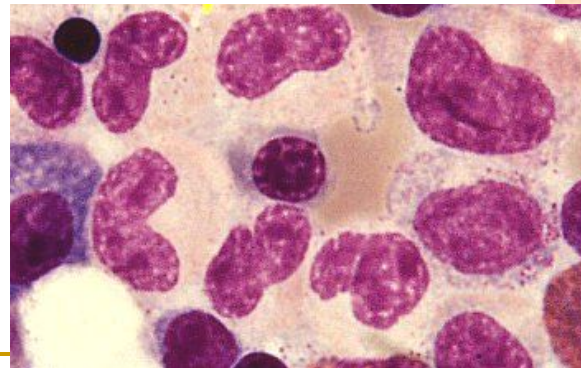
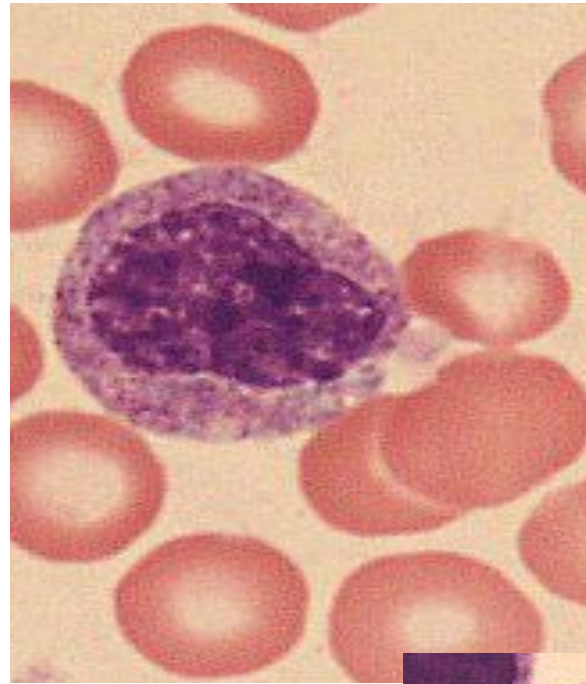


мелкосетчатая, нуклеолы нечёткие. Цитоплазма

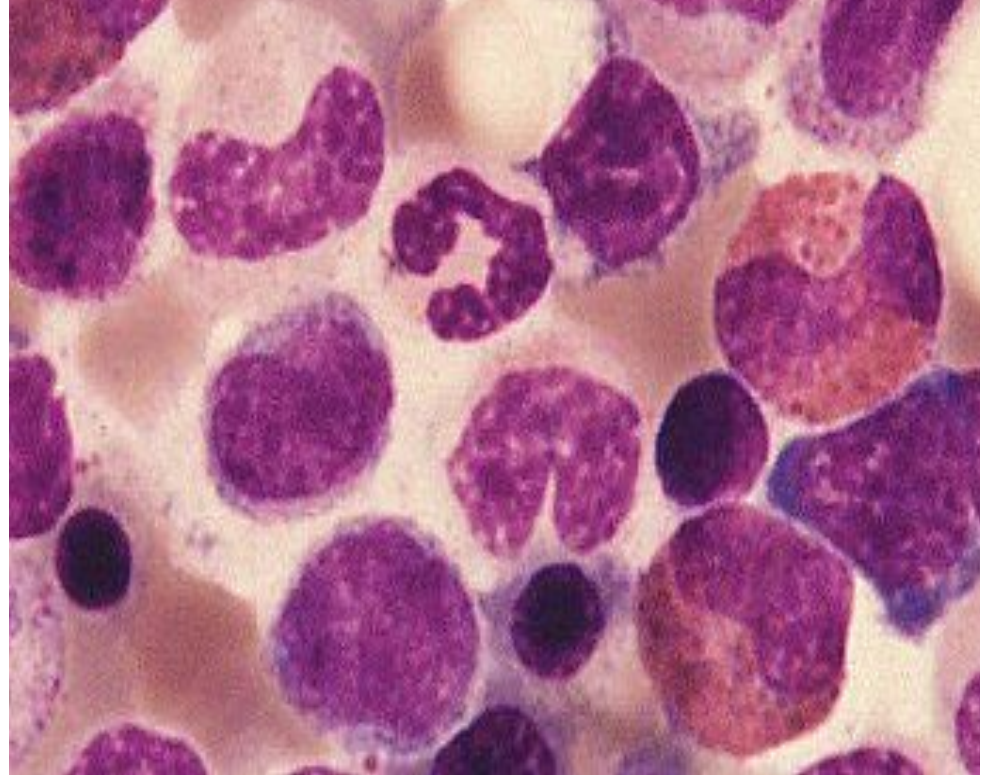
- **Промиелоцит** - 18-25  
голубовато- синего цвета с зернистостью  
фиолетового цвета, располагается  
мкм. Ядро крупное,  
в цитоплазме.  
располагается в центре  
или эксцентрично.  
Вокруг ядра-  
перинуклеарная зона.  
Структурв хроматина  
мелкосетчатая,  
нуклеолы нечёткие.  
Цитоплазма голубовато-  
синего цвета с  
зернистостью  
красновато-  
фиолетового цвета,  
располагается на ядре и  
в цитоплазме.



- **Миелоцит нейтрофильный**-10-18 мкм, ядро крупное- в центре или эксцентрично. Структура хроматина грубая с разделением на окси- и базихроматин. Ядрышек нет. Цитоплазма голубовато- розового цвета с обильной мелкой фиолетово-коричневой зернистостью.



- **Миелоцит эозинофильный**- имеет специфическую зернистость в виде олруглых объёмных гранул одинакового размера и формы, оранжевого цвета.
- **Миелоцит эозинофильный**- имеет специфическую зернистость в виде олруглых объёмных гранул одинакового размера и формы, оранжевого цвета.

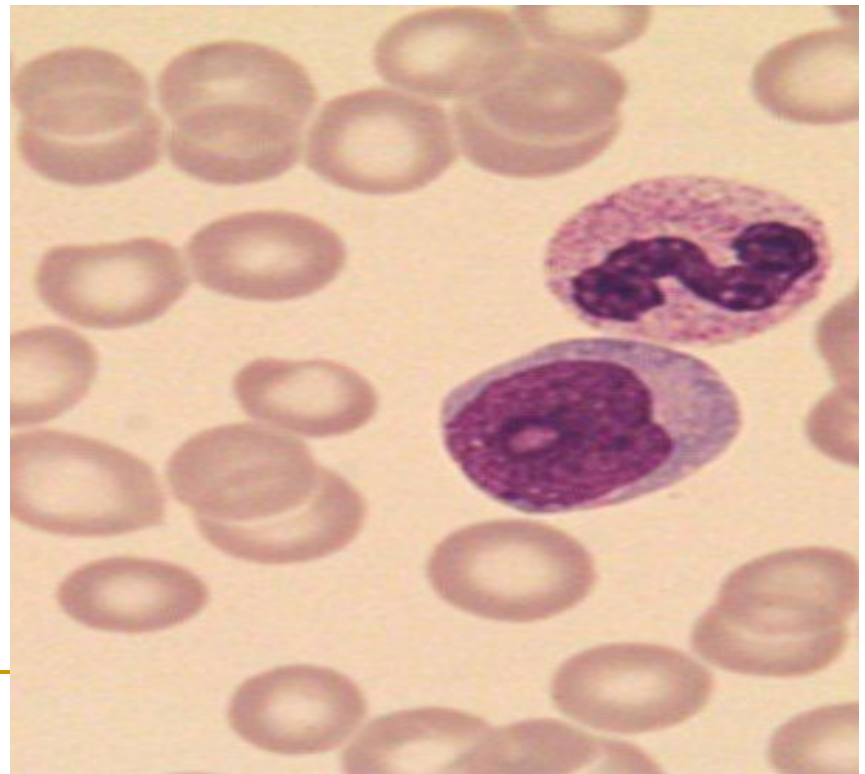
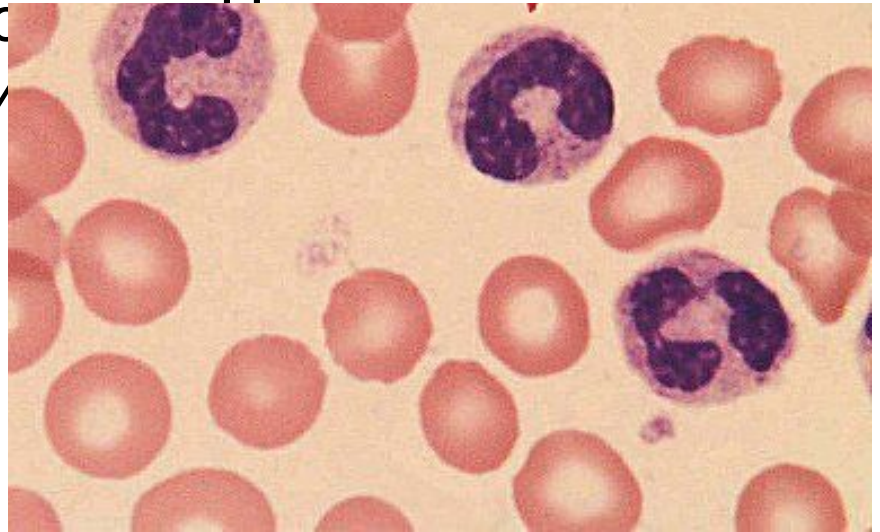


- 
- **Миелоцит базофильный**- имеет  
вариабельную по форме и величине  
специфическую зернистость темно-
  - **Миелоцит базофильный**- имеет  
фиолетового и синего цвета, часто  
вариабельную по форме и величине  
перекрывающую ядро. Цитоплазма  
специфическую зернистость темно-  
голубого цвета  
фиолетового и синего цвета, часто  
перекрывающую ядро. Цитоплазма  
голубого цвета
-

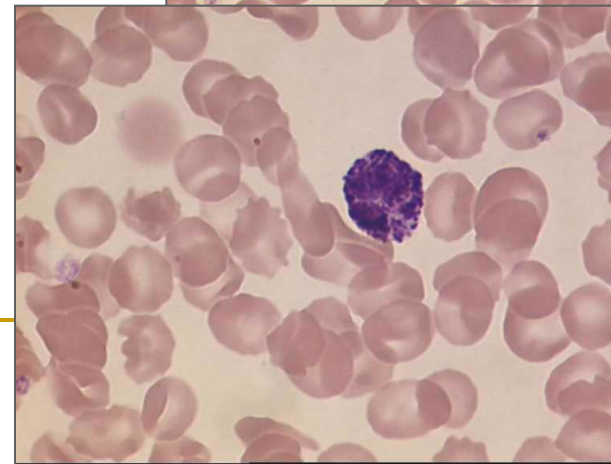
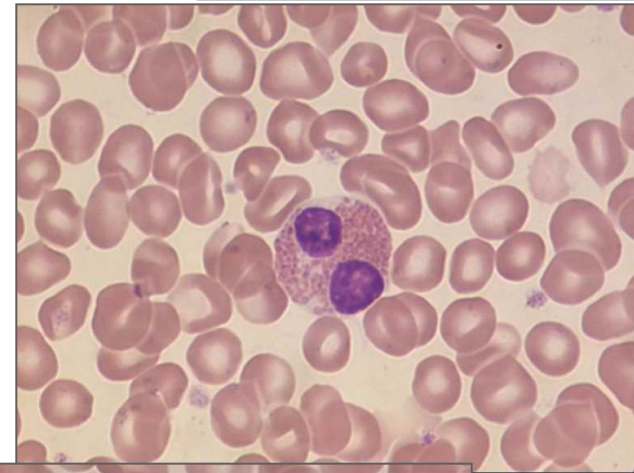
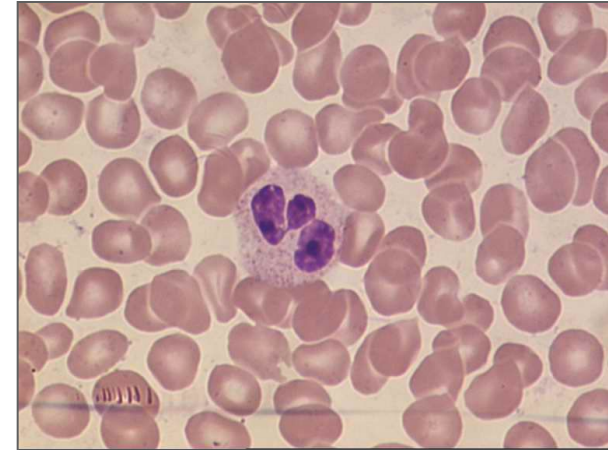
вытянутую палочковидную форму, может иметь

- Палочкоядерные  
нейтрофил,  
эозинофил,  
базофил-

10-16 мкм. Ядро тёмно-фиолетового цвета, имеет вытянутую палочковидную форму, может иметь сужения. Нуклеолы отсутствуют. Цитоплазма розовая, содержит «специфическую» зернистость.



- **Сегментоядерные нейтрофил, эозинофил, базофил-** 10-15 мкм, ядро тёмно-фиолетового цвета, состоит из 2-5 сегментов. Отдельные части ядра соединены тонкими перемычками. Цитоплазма оксифильная, заполнена множеством гранул



---

Нейтрофилы- составляют 60-70% от  
общего числа лейкоцитов

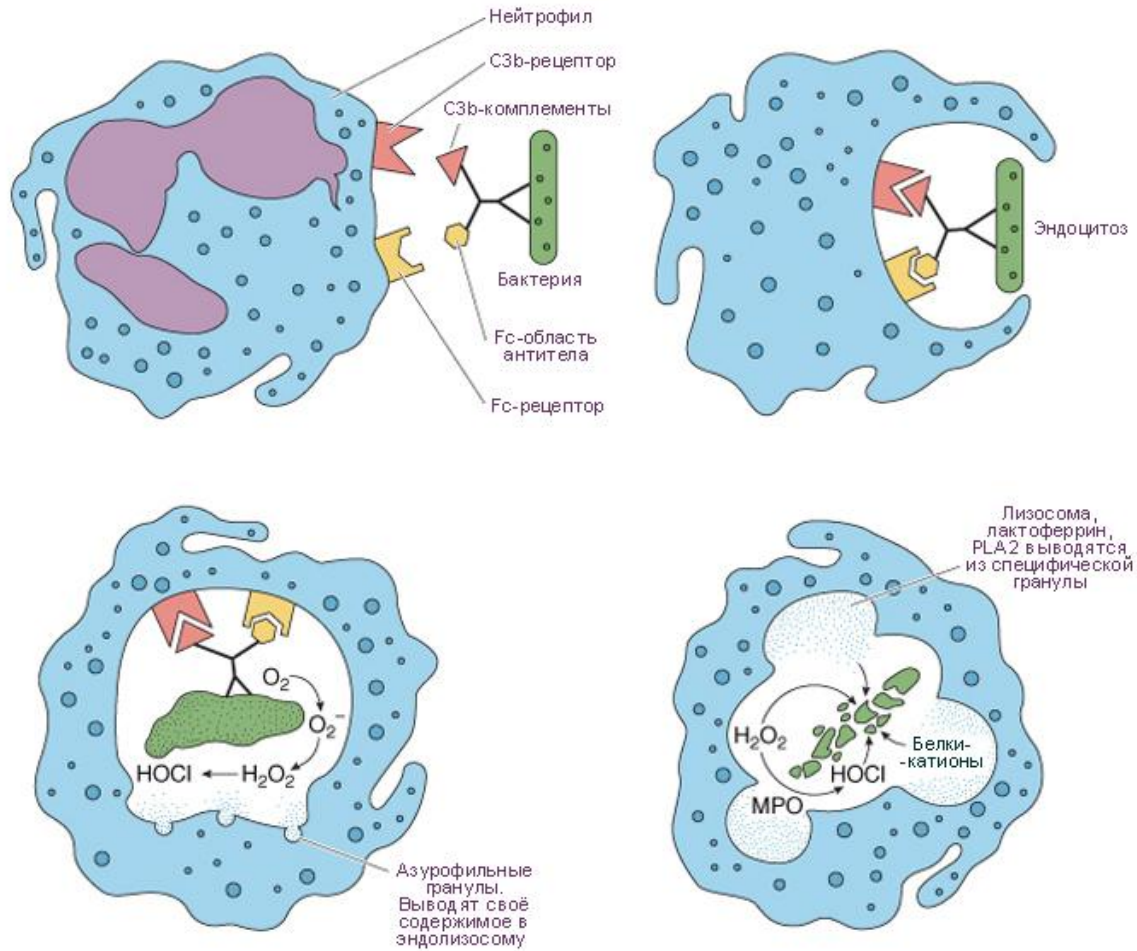
Продолжительность жизни- 2-3 дня.

Основная функция нейтрофилов-  
участие в борьбе с микроорганизмами  
путём фагоцитоза.

Стадии фагоцитоза:хемотаксис, адгезия,  
активация участка мембраны фагоцита,  
поглощение, формирование фагосомы,  
переваривание объекта, высвобождение  
продуктов деградации.

---

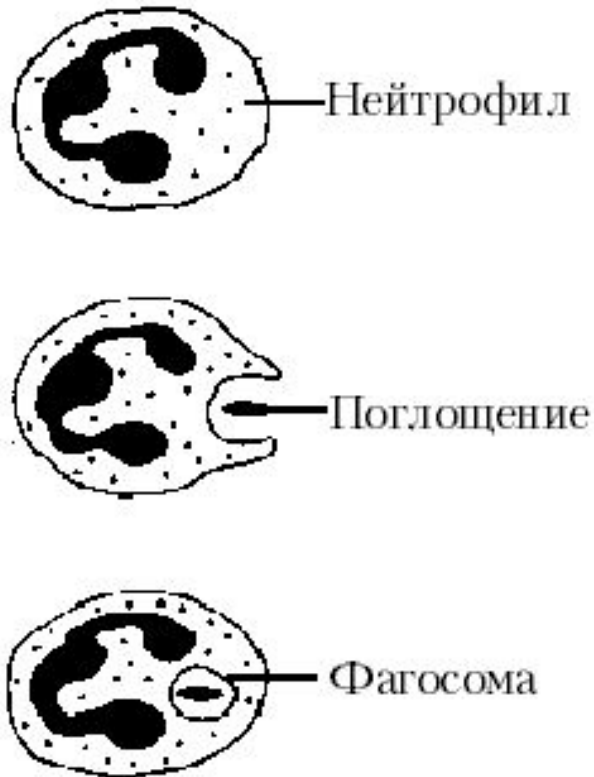
# Фагацитоз



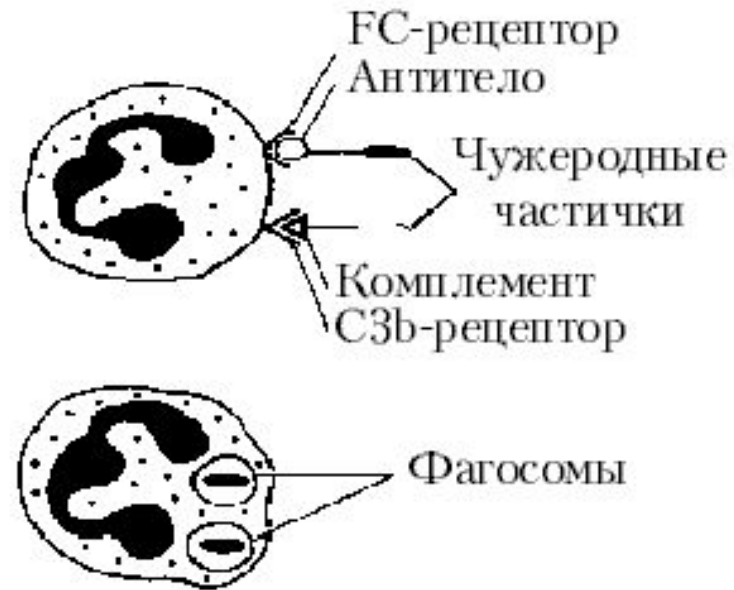


# Фагоцитоз

## А. Неспецифический фагоцитоз

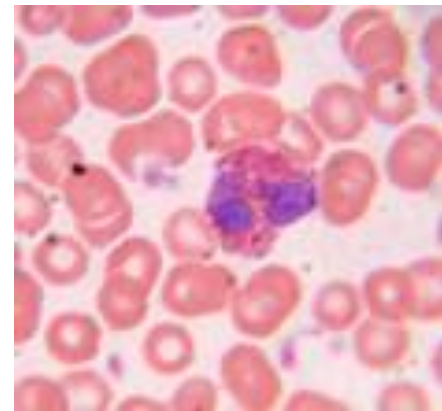
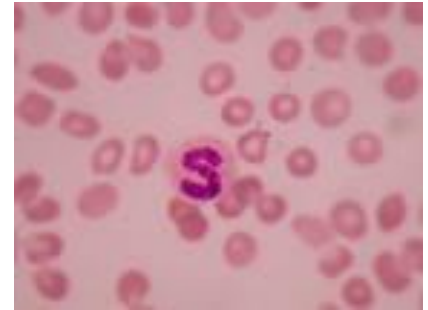


## Б. Иммунный фагоцитоз



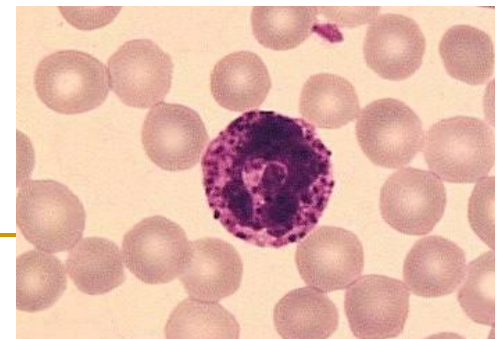
Эозинофилы- составляют 0,5- 5% от всех лейкоцитов.

- Срок жизни- около 12 суток.
- Тканевый пул эозинофилов значительно превышает их численность в крови
- Эозинофилы обуславливают внеклеточный цитолиз(за счёт дегрануляции эозинофилов)
- Основное значение: защита при гельминтозах, паразитозах, в реакциях, связанных с острой аллергией.



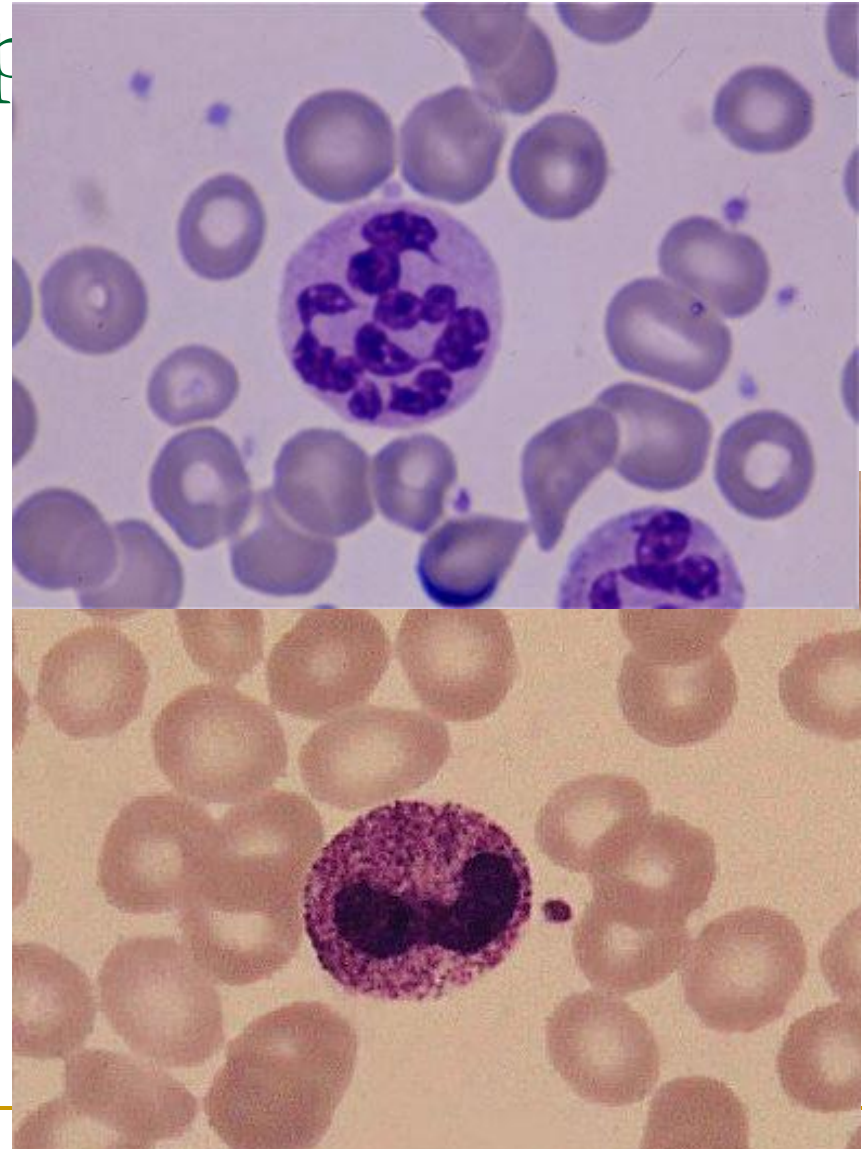
# Базофилы-составляют 0,5 % от общего числа лейкоцитов.

- В кровотоке период полужизни 6 ч, затем они мигрируют в ткани → «тучные» клетки где погибают через 1-2 суток.
- В гранулах базофилов содержится гистамин, гистидин, хондроитинсульфаты, гепарин, серотонин и др.
- Основная функция эффекторная- т.е. реакция гиперчувствительности немедленного типа.

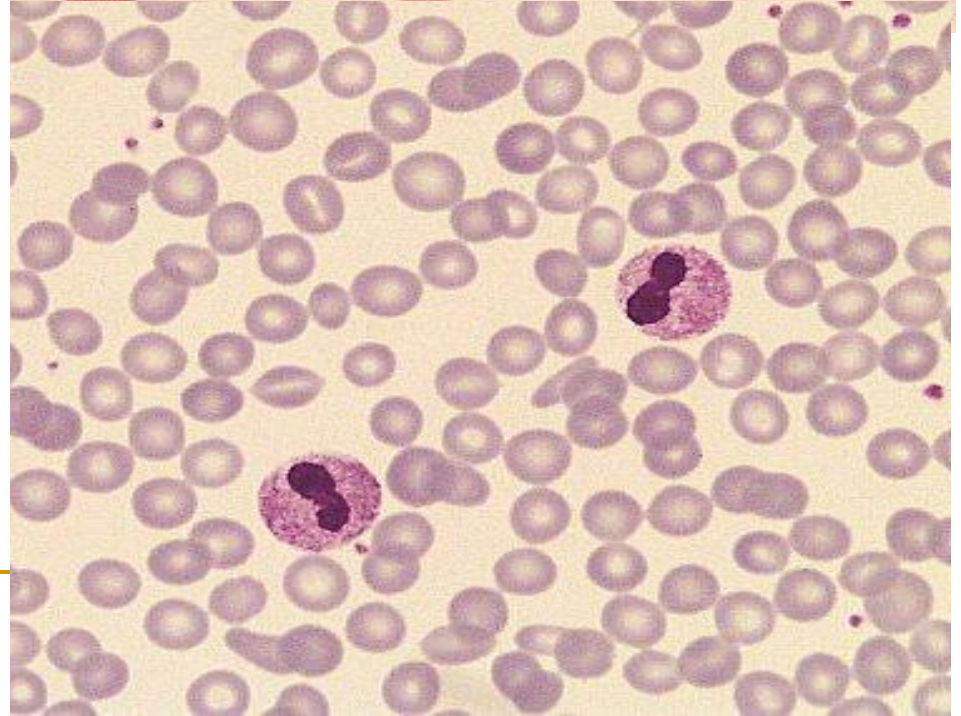
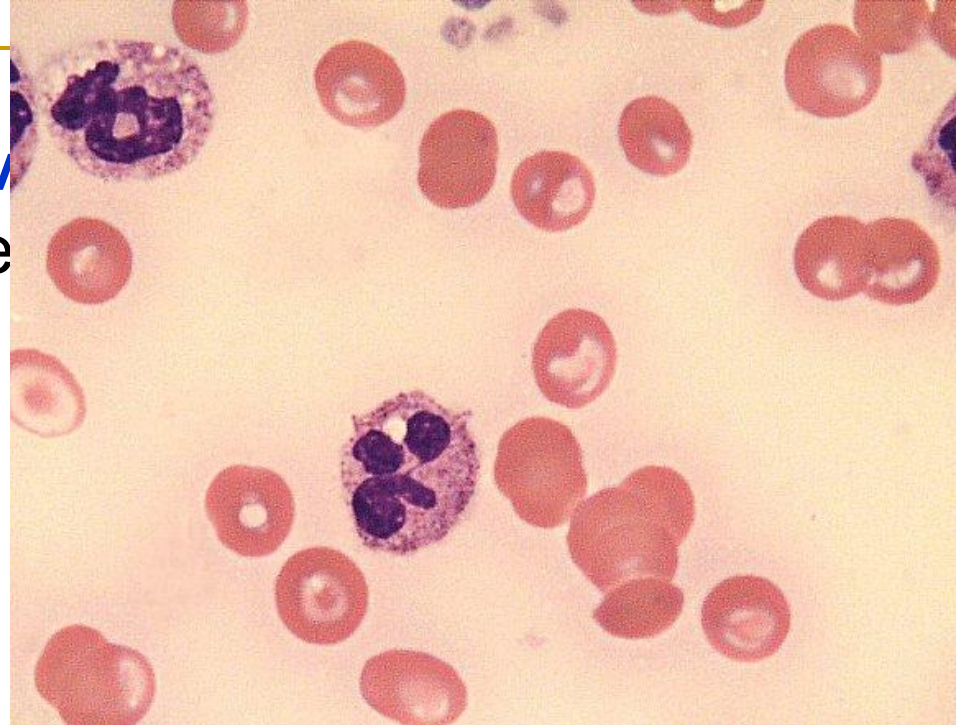


# Патологические формы

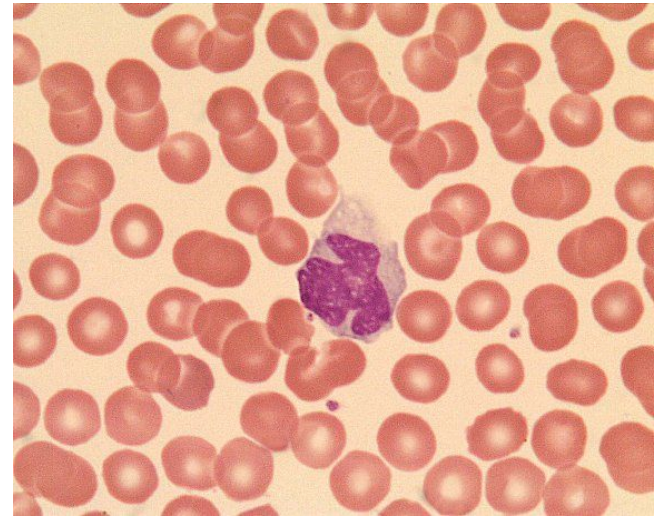
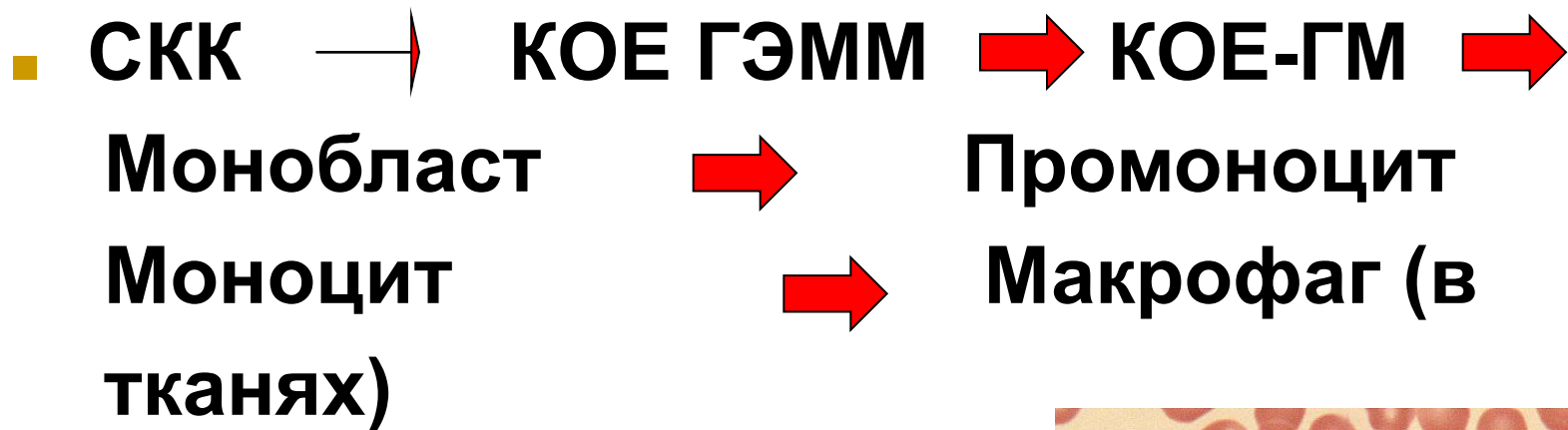
- **Гиперсегментация ядра** – наличие в ядре более 5 сегментов
- **Токсигенная зернистость нейтрофилов-**
- **Кариопикноз**-уплотнение хроматина ядра, он становится тёмным, бесструктурным, компактным
- **Кариорексис**- распад ядра на мелкие части



- **Пельгеровская аномалия** характеризуется бисегментацией ядра.
- **Вакуолизация цитоплазмы**
- **Пельгеровская аномалия нейтрофилов** характеризуется бисегментацией ядра.

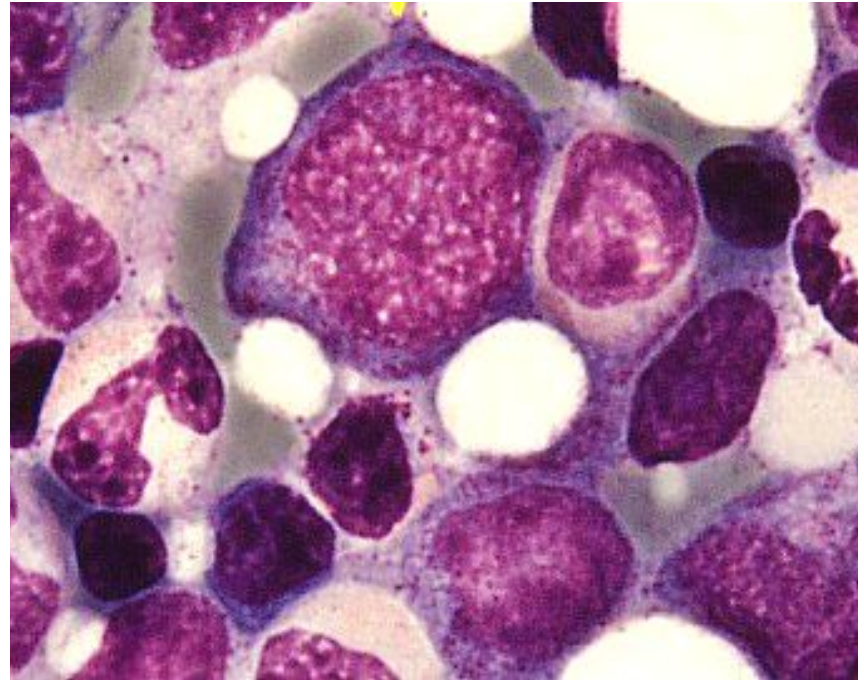


# МОНОЦИТОПОЭЗ



- **Монобласт**- 15-20 мкм, ядро крупное, расположено в центре, хроматин тонкодисперсный. 1-2 нуклеолы голубоватого цвета. Цитоплазма голубого цвета.

- **Монобласт**- 15-20 мкм, ядро крупное, расположено в центре, хроматин тонкодисперсный. 1-2 нуклеолы голубоватого цвета. Цитоплазма голубого цвета.

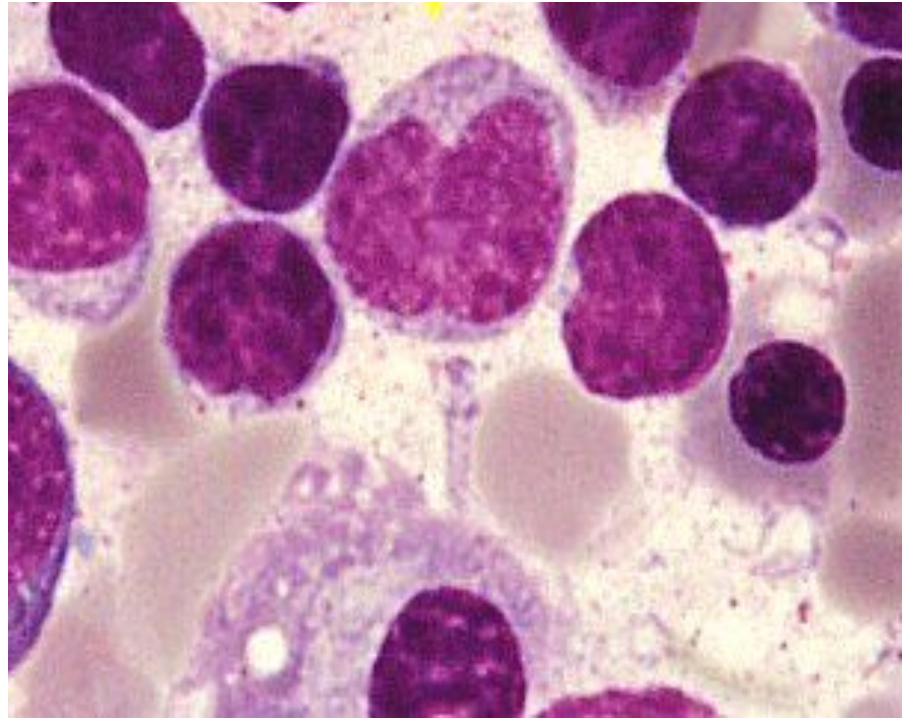


фиолетовое. Хроматин нежный, крупносетчатый.

В ядре- 1-2 нуклеолы. Цитоплазма сероголубого, дымчатого цвета с мелкой фзурофильной зернистостью.

■ **Промоцит-**

15-18 мкм. Ядро бобовидной формы, светло-фиолетовое. Хроматин нежный, крупносетчатый. В ядре- 1-2 нуклеолы. Цитоплазма сероголубого, дымчатого цвета с мелкой фзурофильной зернистостью.





сегментированное, палочковидное. Цитоплазма

обильная сероватая или бледно-голубого цвета,

- **Моноцит** - 14-20 мкм. могут быть многочисленные

Ядро светло-азурофильные гранулы. фиолетовое,

расположено центрально. Характерно разнообразие форм ядра: лопастное, бобовидное, сегментированное, палочковидное.

Цитоплазма обильная сероватая или бледно-голубого цвета, могут быть многочисленные пылевидные

азурофильные гранулы.



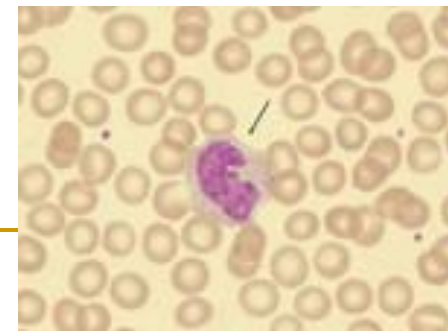
# Моноциты- 1-10% от всех лейкоцитов

- Продолжительность жизни в кровотоке от 36 до 104 часов, затем они мигрируют в ткани

## макрофаги

- **Функции моноцитов/макрофагов:**

- 📧 Неспецифическая защита от патогенных микроорганизмов(фагацитоз)
- 📧 Участие в процессах репарации
- 📧 Инициация специфического иммунного ответа
- 📧 Участие в метаболизме липидов и железа
- 📧 Регуляция кроветворения
- 📧 Гемостаз

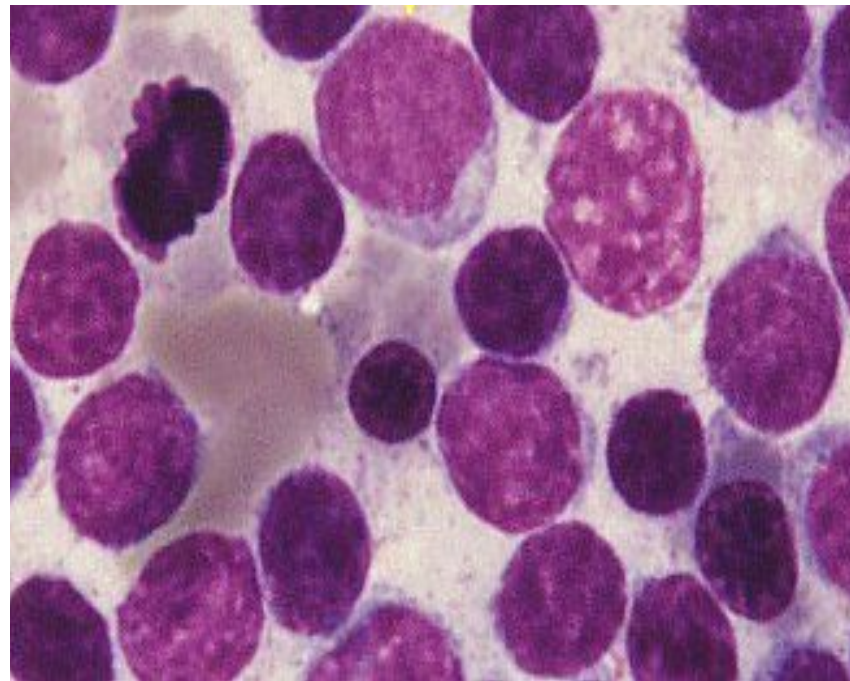




расположено в центре. Хроматин

тонкодисперсный. Цитоплазма узкая, светло-синего цвета с небольшой перинуклеарной зоной просветления.

- **Лимфобласт**- 13-16 мкм, ядро округлой или овальной формы, светло-фиолетового цвета, расположено в центре. Хроматин тонкодисперсный. Цитоплазма узкая, светло- синего цвета с небольшой перинуклеарной зоной просветления.

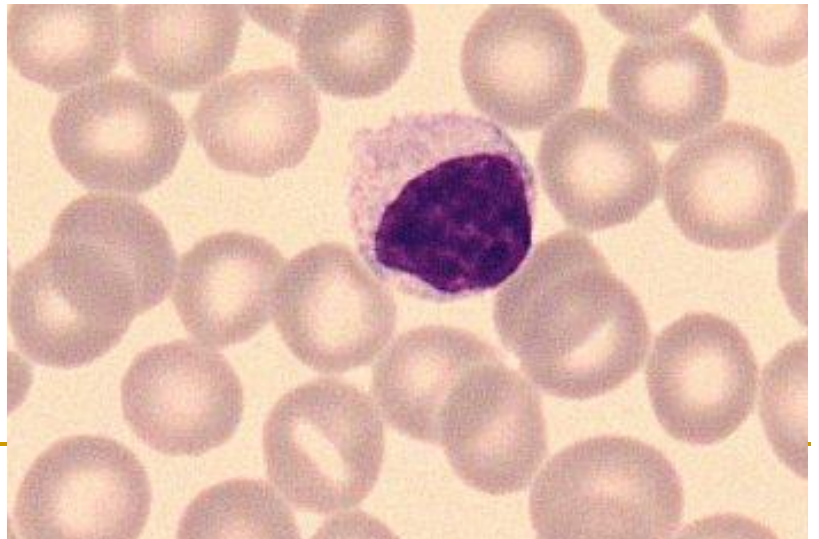
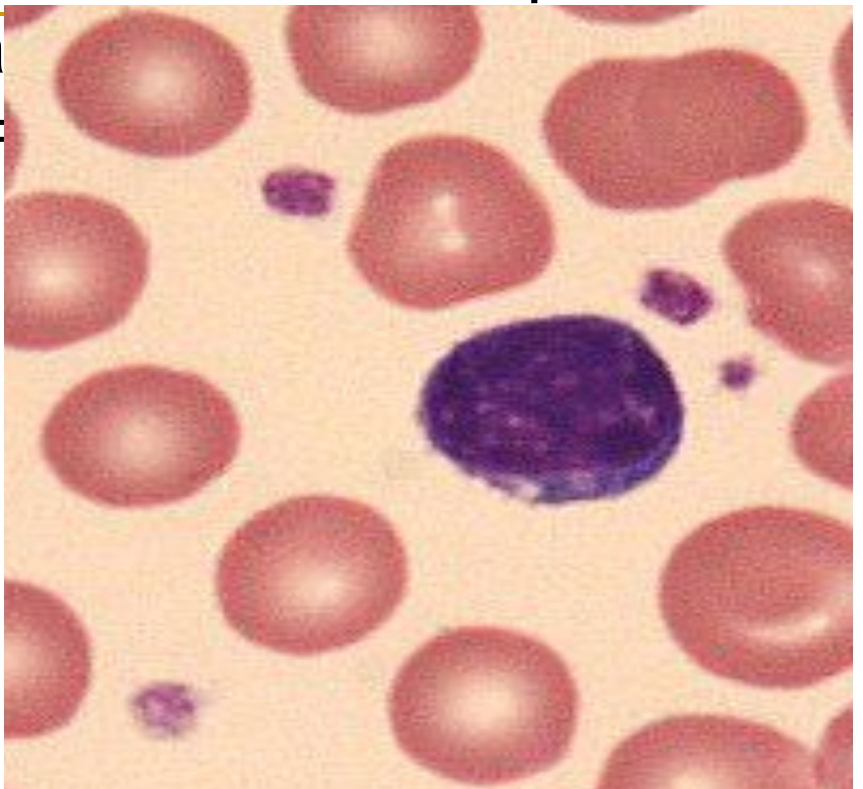


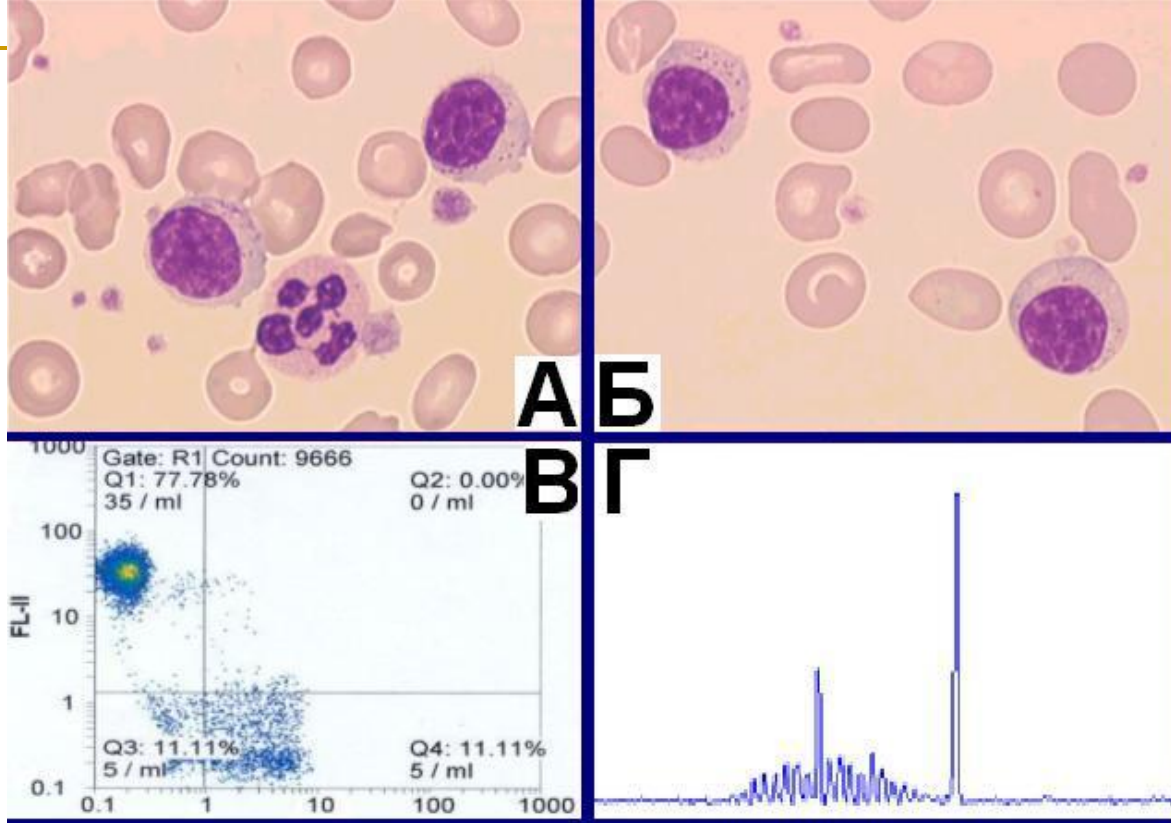
- 
- **Пролимфоцит**- 12-16 мкм, ядро локруглой формы, расположены в центре или эксцентрично. Хроматин имеет более грубую структуру, нечёткие нуклеолы. Цитоплазма узкая, голубоватого цвета с перинуклеарной зоной.
-

бобовидной формы, расположено в центре или

эксцентрично. Структура нуклеолы не выявляется синя с перинуклеарной

- **Лимфоцит**- 7-12 мкм, ядро округлой или бобовидной формы, расположено в центре или эксцентрично. Структура хроматина глыбчатая, нуклеолы не выявляются. Цитоплазма светло-синя с перинуклеарной зоной.





- Большой гранулярный лимфоцит-** 12-15 мкм, Ядро округлое или бобовидное, расположено в центре или эксцентрично. Структура хроматина неравномерная, глыбчатая, нуклеол нет. Цитоплазма более широкая, голубого цвета, с мелкими или более грубыми азурофильными гранулами.

---

# Лимфоциты- 20-40%от общего числа лейкоцитов

- Продолжительность жизни от 80 до 300 дней
  - Выделяют 2 популяции:
    - 📧 Т-лимфоциты(более многочисленная)
      - Т- супрессоры
      - Т- хелперы
      - Т- киллеры
    - 📧 В - лимфоциты
- Основная функция-ЗАЩИТНАЯ!
-



**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**

