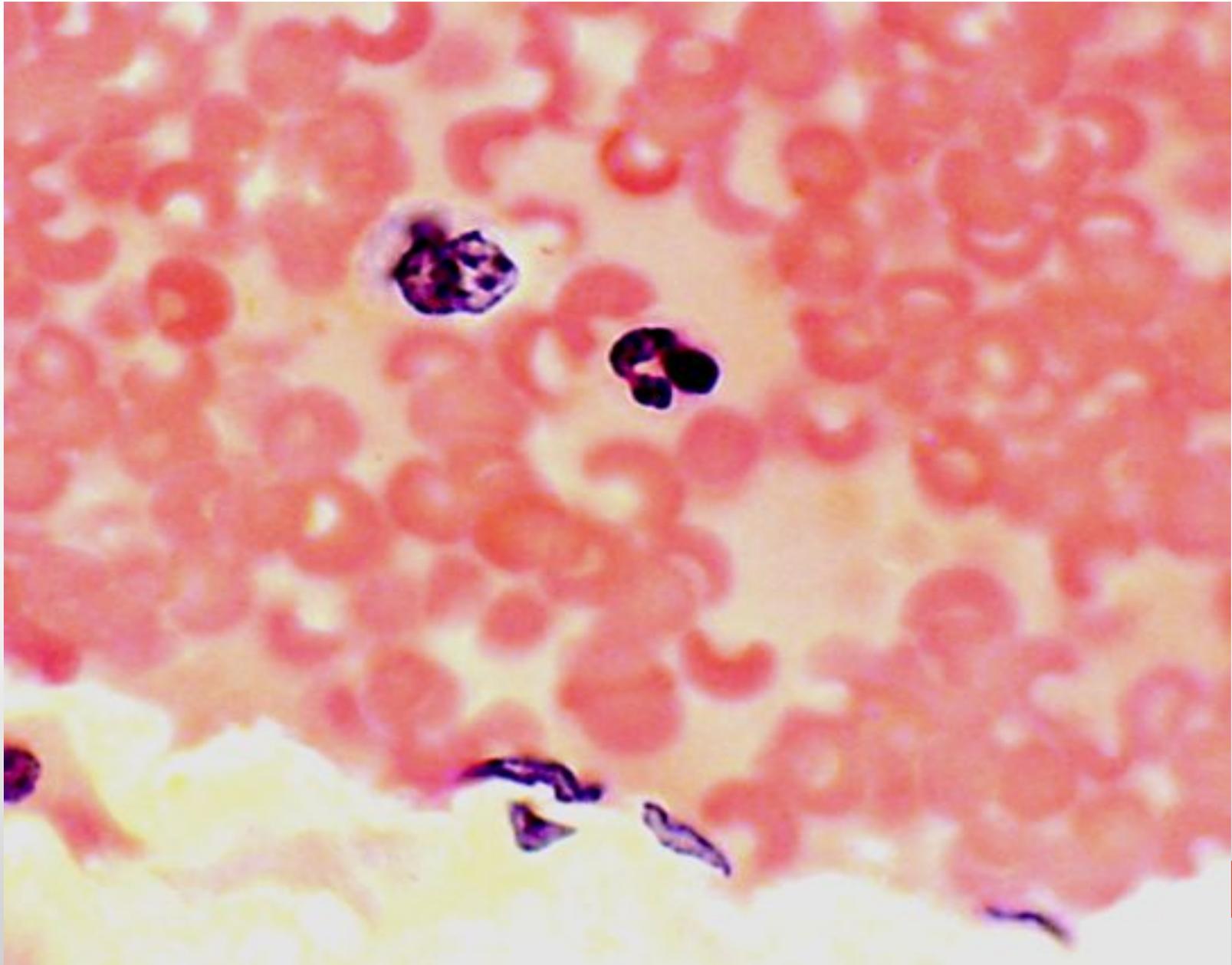


Лекция 5

# Крoвь





**Кровь** — разновидность мезенхимной соединительной ткани,  
состоит из:

1. клетки — форменные элементы  
(эритроциты, лейкоциты, тромбоциты)
2. Межклеточное вещество - плазма



# ФУНКЦИИ КРОВИ

1. Трофическая
2. Дыхательная
3. Экскреторная
4. Регуляторная
5. Защитная



# Плазма

- текучий золь,
- 90 % воды
- 10 % сухого вещества (7 % - белки,  
3 % - неорганические вещества).

## Белки плазмы крови:

альбумины 54-62% - низкомолекулярные гидрофильные

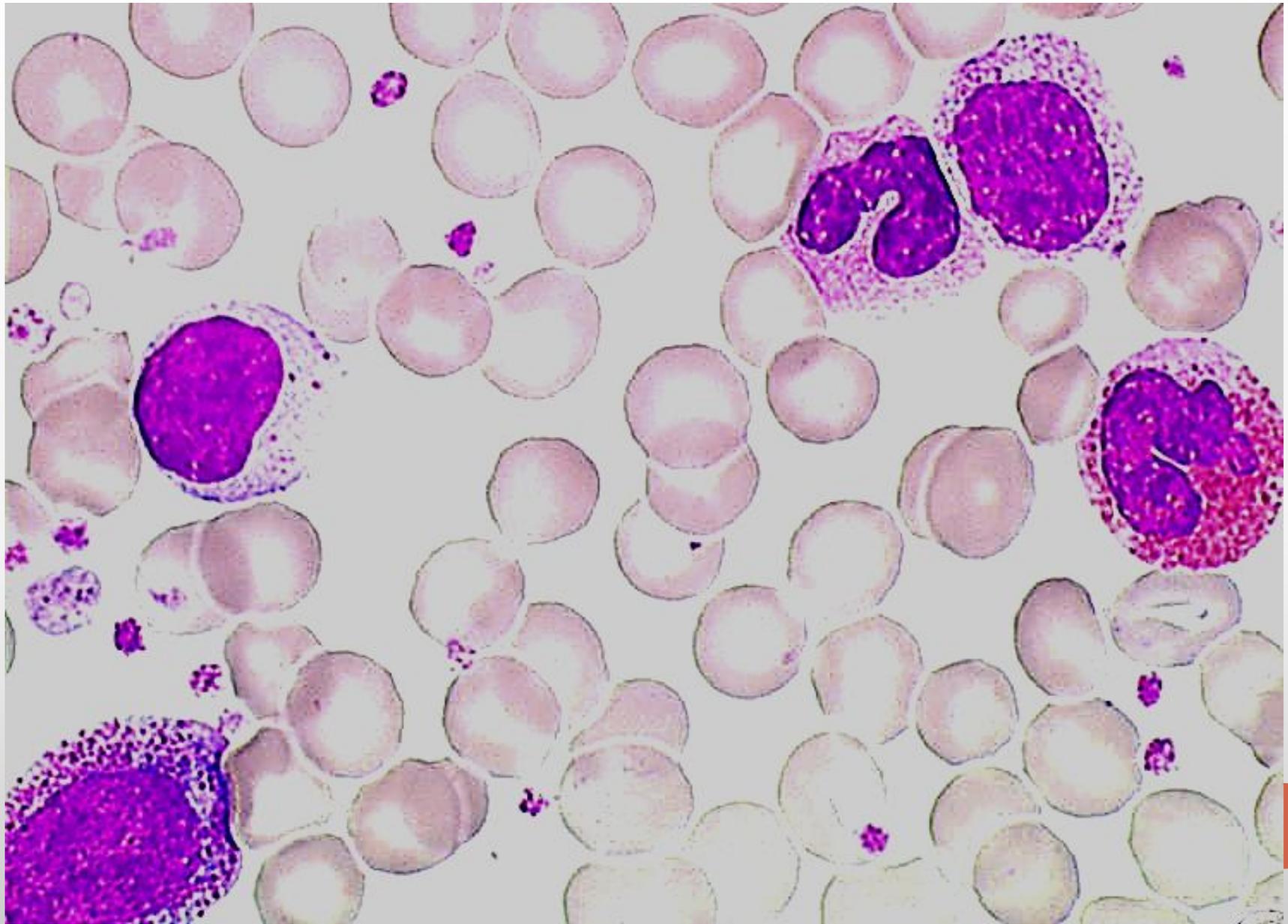
глобулины 40% - высокомолекулярные гидрофобные

Фибриноген 2-4% -

Содержатся а- и в- агглютинины



# ФОРМЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ КРОВИ



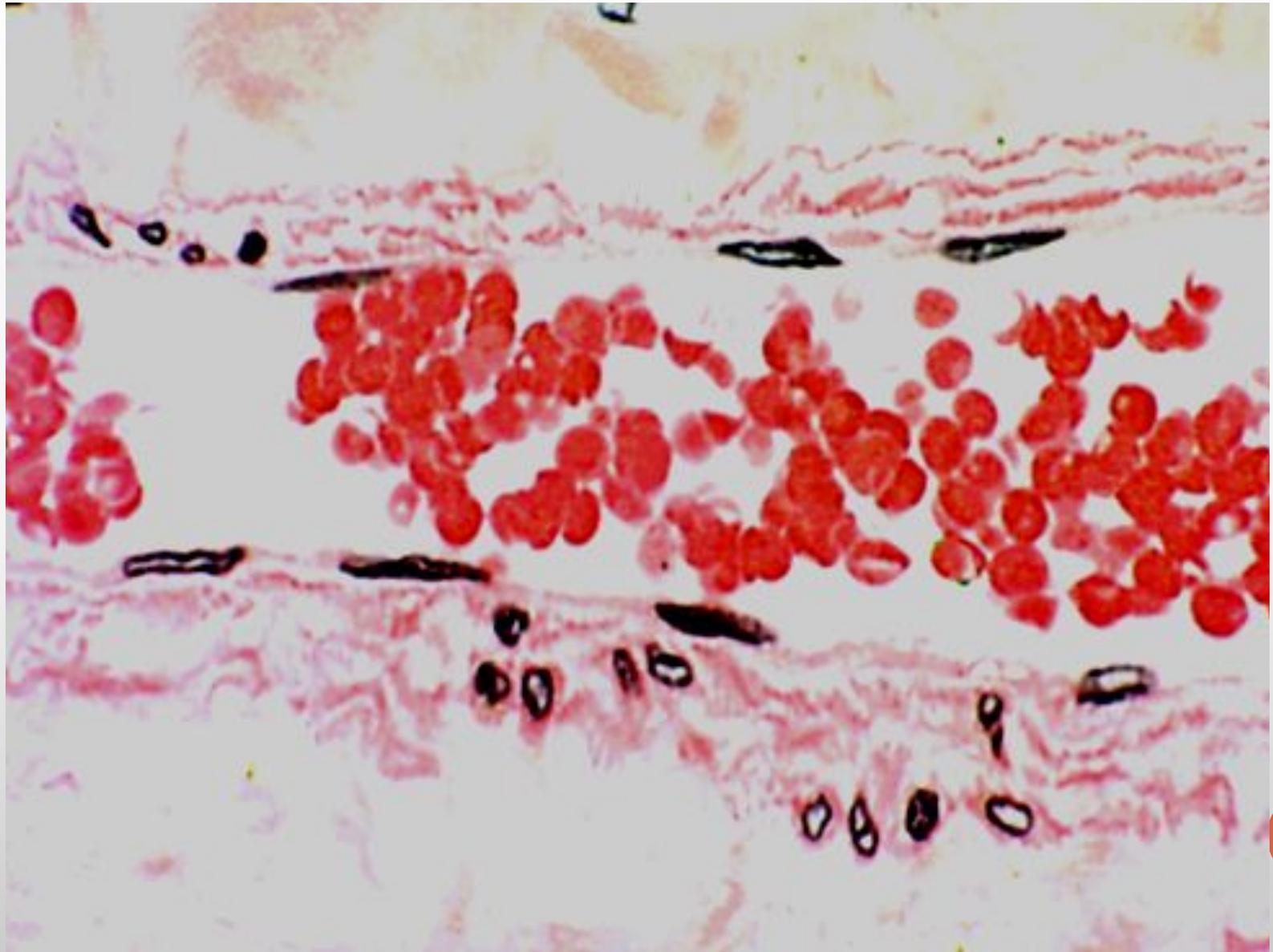
# ЭРИТРОЦИТЫ

- Самые многочисленные клетки
- высокодифференцированные
- Не делятся
- Функция – транспортная – перенос  $O_2$ ,  $CO_2$ , гормонов, аминокислот и др.

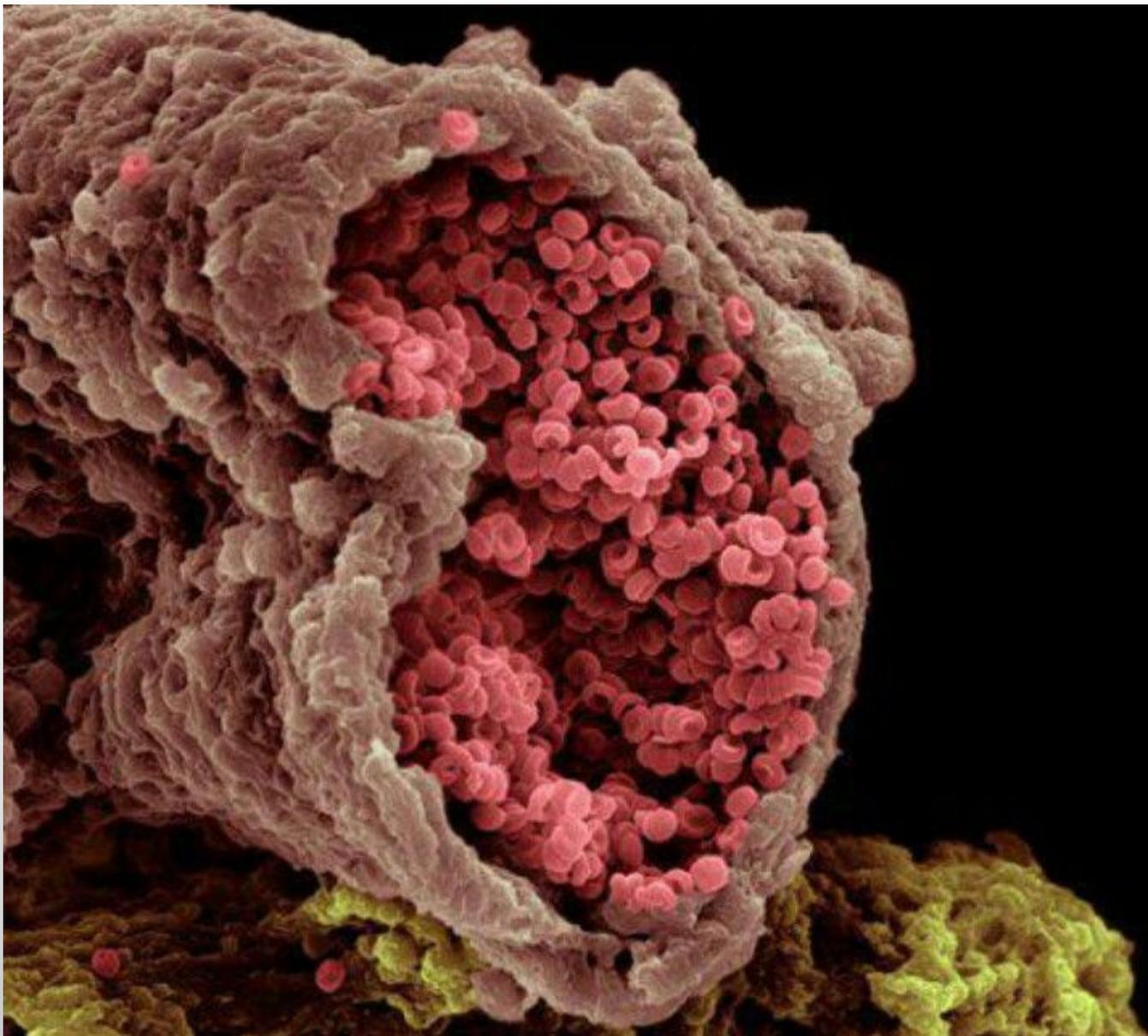
## **Количество эритроцитов:**

- У мужчины –  $4,0-5,5 \cdot 10^{12}/л$
  - у женщин -  $3,7-4,9 \cdot 10^{12}/л$  крови
  - продолжительность жизни эритроцитов составляет от 70 до 120 сут
- 

# ЭРИТРОЦИТЫ В ПРОСВЕТЕ СОСУДА



# ЭРИТРОЦИТЫ В ПРОСВЕТЕ СОСУДА



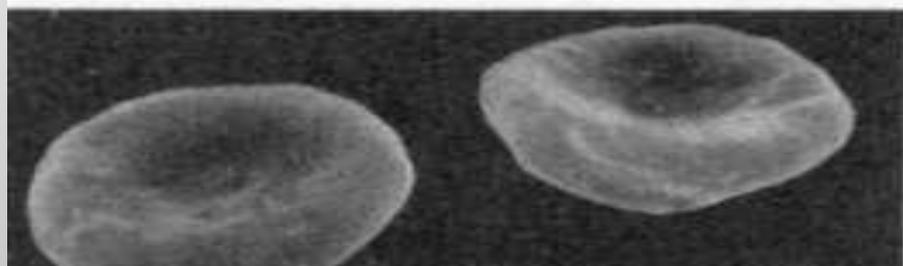
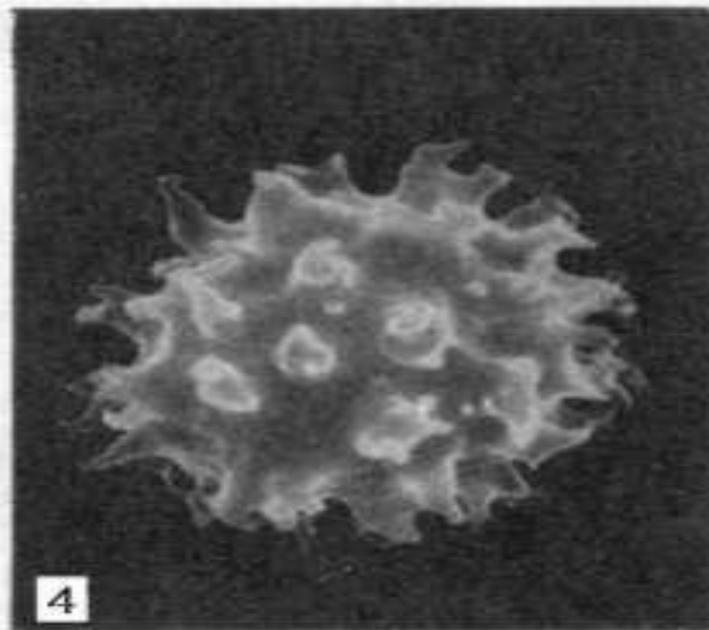
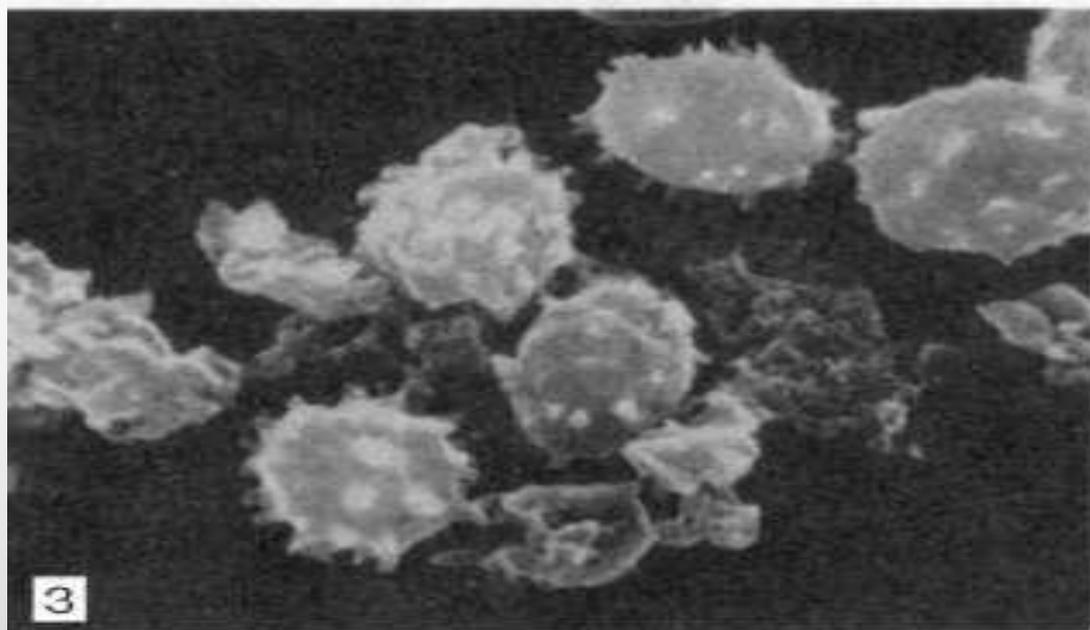
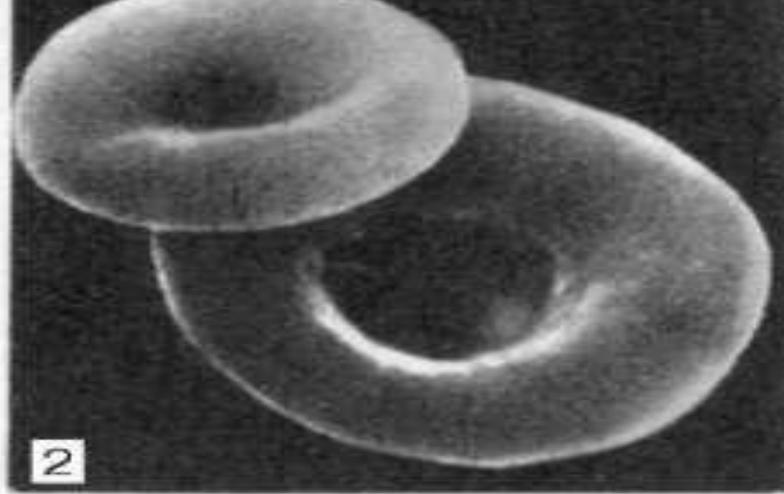
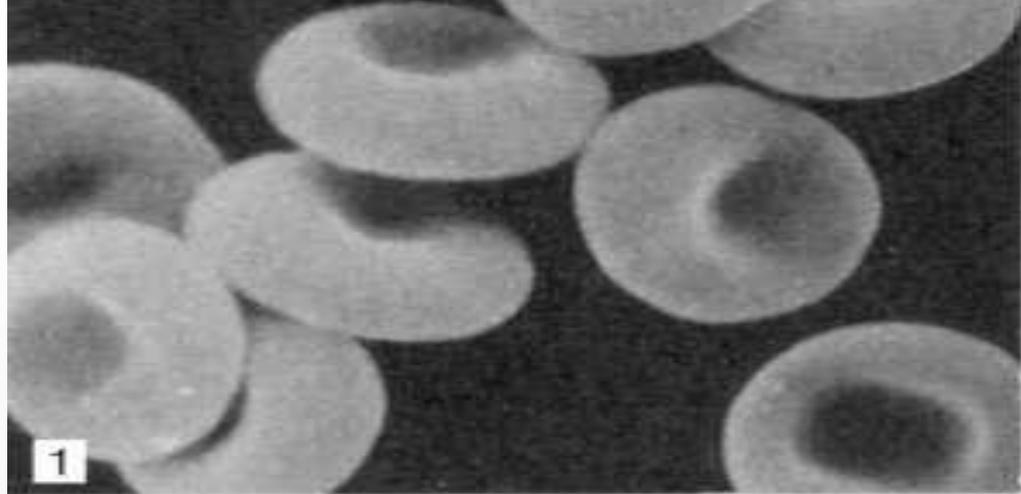
## **Пойкилоцитоз – разнообразие форм**

1. Дискоциты (66%)
2. Эхиноциты (5,7%)
3. Стоматоциты (18,5%)
4. Сфероциты (4,2%)

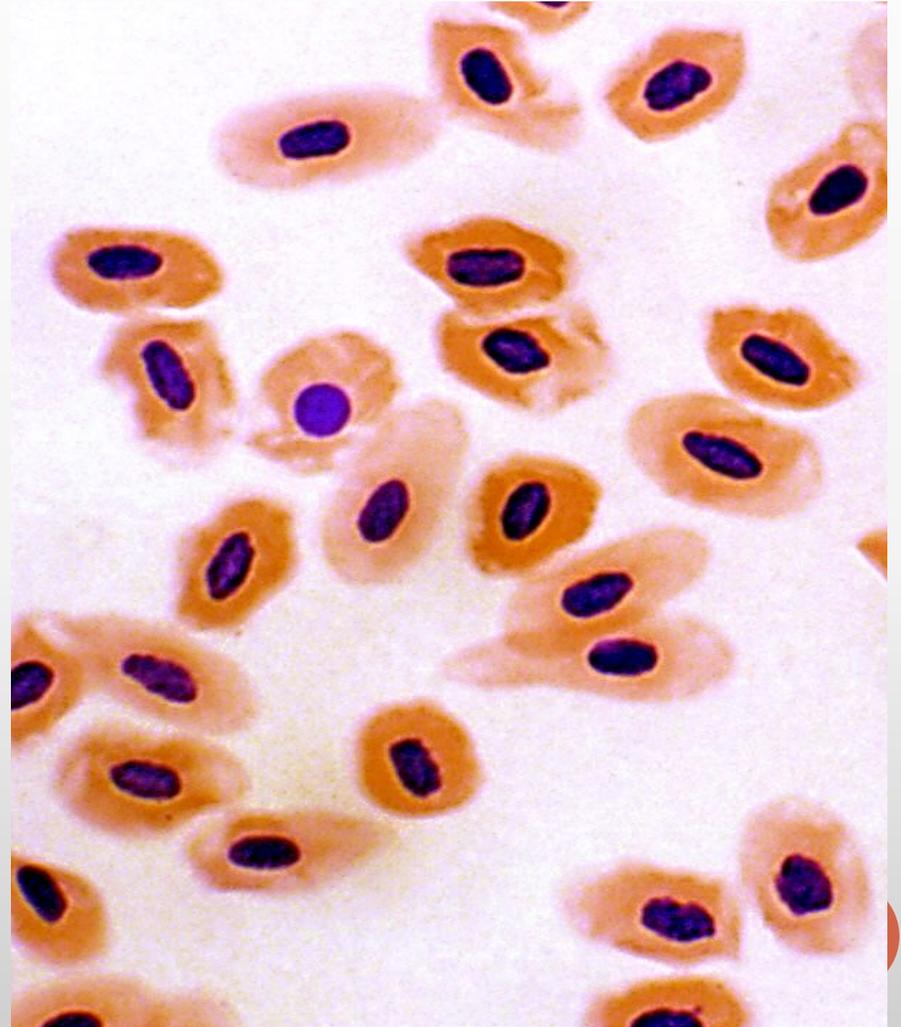
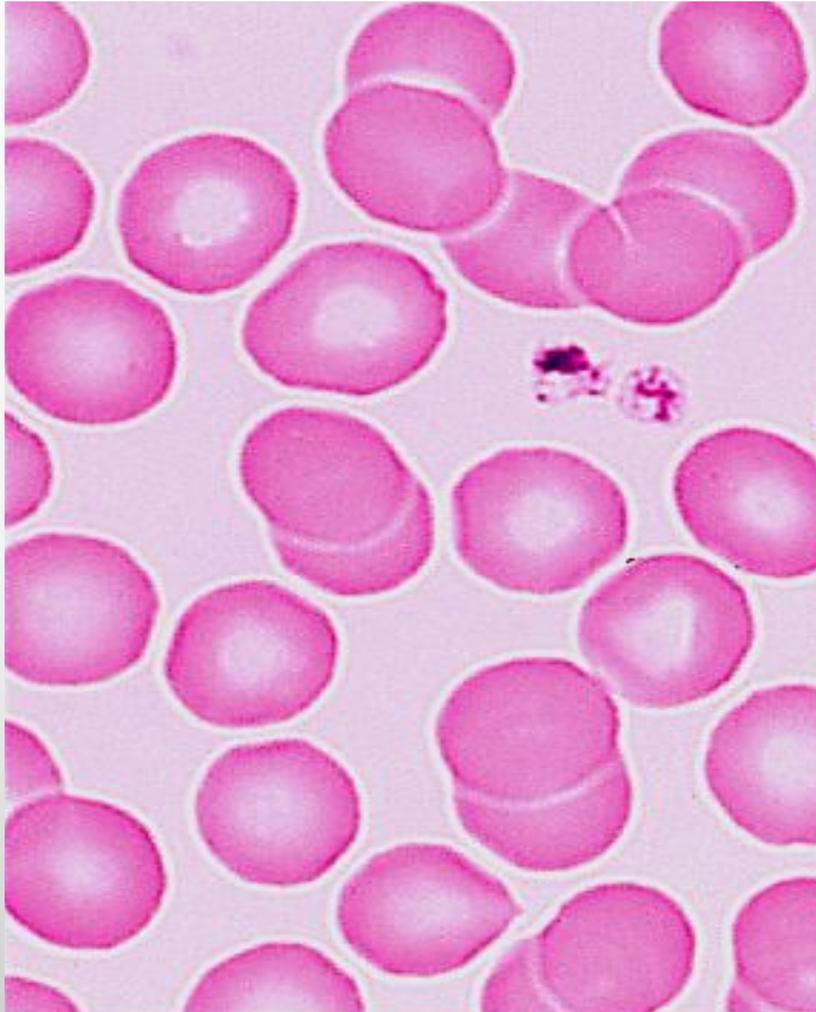
## **Анизоцитоз – разнообразие размеров**

1. Нормоциты – 7,2 мкм
2. Микроциты – менее 6 мкм
3. Макроциты – от 9 до 12 мкм





# ЭРИТРОЦИТЫ ЧЕЛОВЕКА И ЛЯГУШКИ



Плазмолемма содержит мембранные гликопротеины - *гликофорины*

- Определяют антигенный состав – т.е. **Агглютиногены**

По содержанию агглютиногенов выделяют группы крови

Всего – **29 основных систем групп крови**

**Основные – ABO и Rh**

Дополнительные – **MNS- , P- , Lutheran-**

и прочие



# Группы крови по системе АВ0

**I группа (0)** - агглютинины  $\alpha$  и  $\beta$  — в плазме.

**II группа (A)**

- агглютиноген A - на эритроците
- агглютинин  $\beta$  — в плазме.

**III группа (B)**

- агглютиноген B - на эритроците
- агглютинин  $\alpha$  — в плазме.

**IV группа (AB)** - агглютиногены A и B

- на эритроците

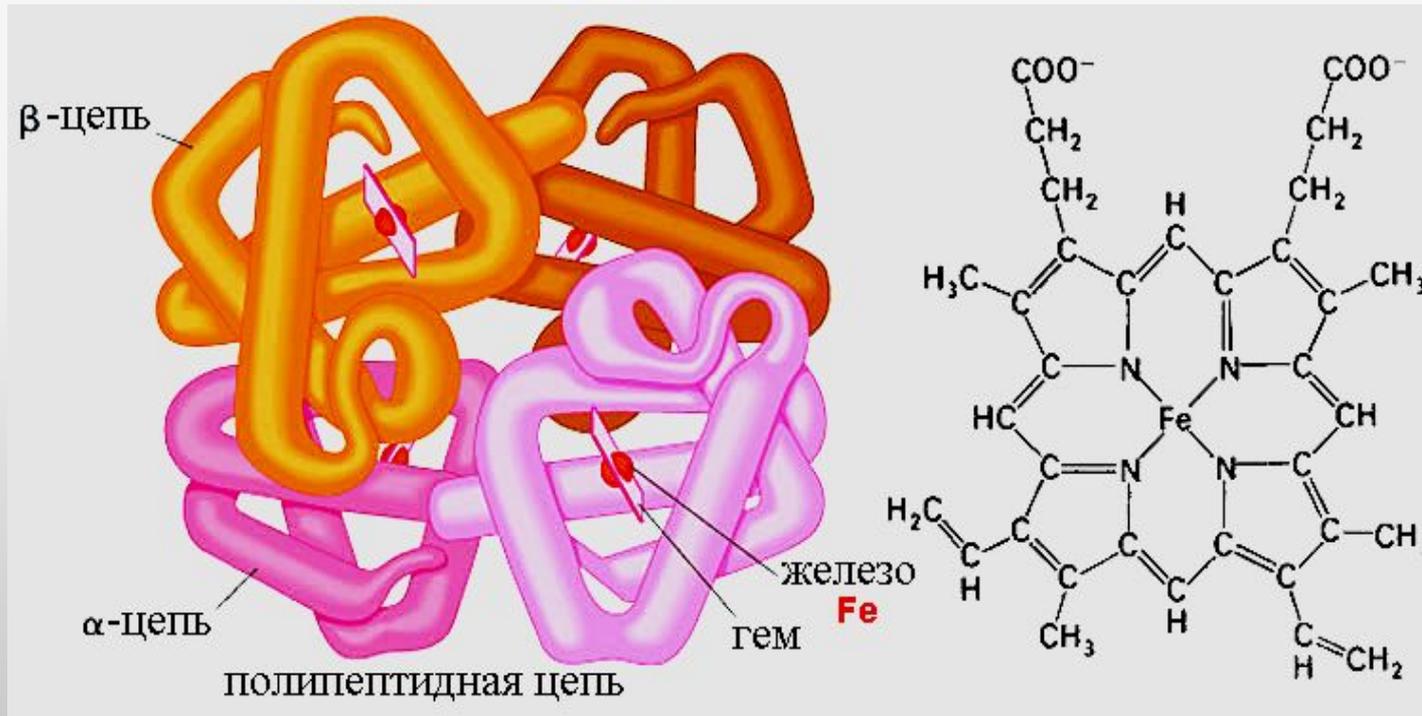


# Виды гемоглобина

1. Эмбриональный
2. Фетальный
3. Взрослый

# Химические соединения

1. Оксигемоглобин
2. Дезоксигемоглобин
3. Метгемоглобин
4. Карбоксигемоглобин



# ЛЕЙКОЦИТЫ

- Белые кровяные клетки, бесцветные
- Имеют псевдоподии
- Способны к активным движениям, выходят за пределы сосудов
- Защитные функции
  
- Окраска – по Романовскому-Гимзе
  
- **Количество:**  $4-9 \times 10^9 / \text{л}$  или 4-9 тыс. в 1 мкл.



# ВИДЫ ЛЕЙКОЦИТОВ

## 1. Гранулоциты

— в цитоплазме зернистость (гранулы)

- ядро сегментированное

- эозинофилы (до 5 %)

- базофилы (до 1 %)

- нейтрофилы (до 72 %)

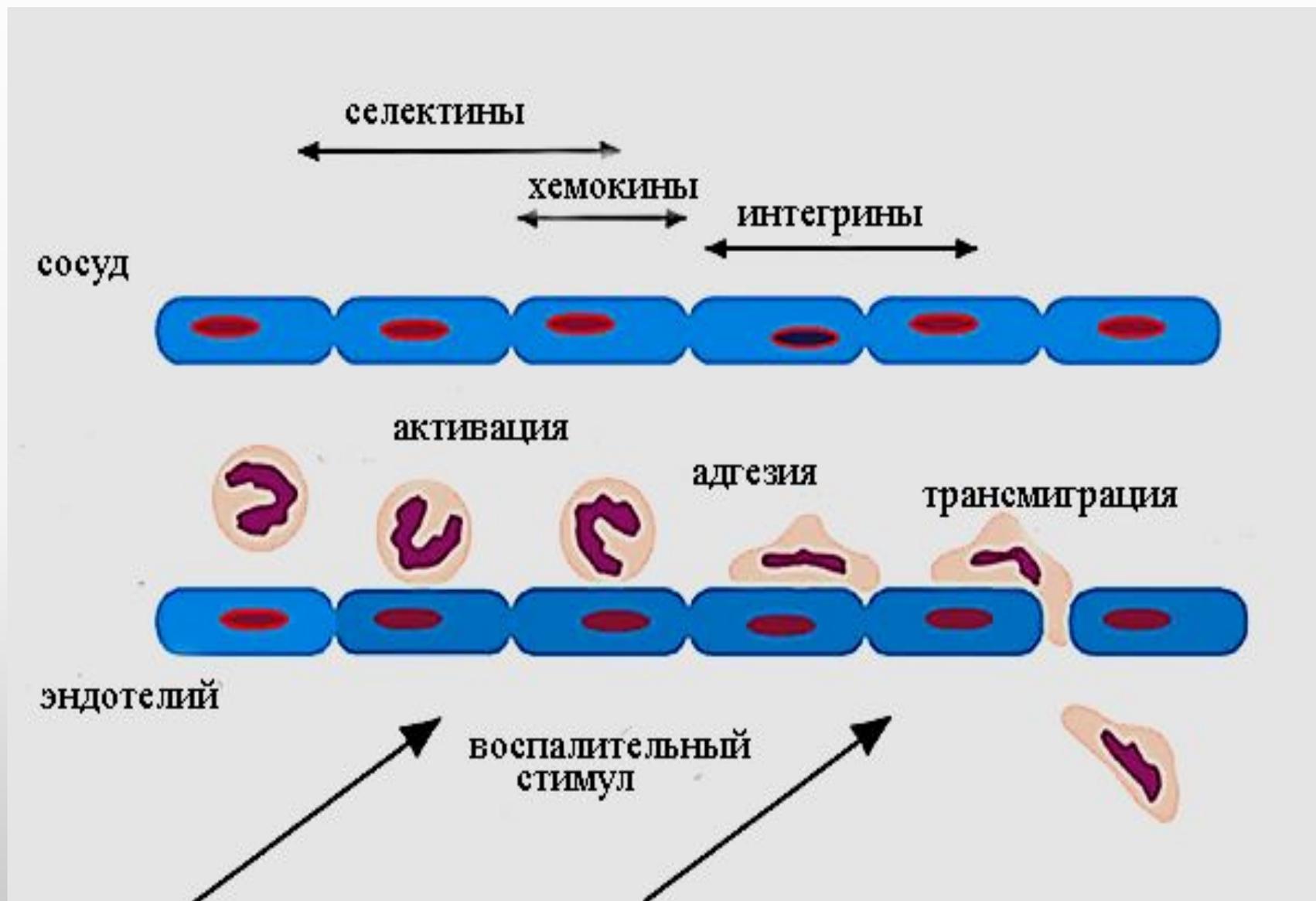


## 2. Агранулоциты

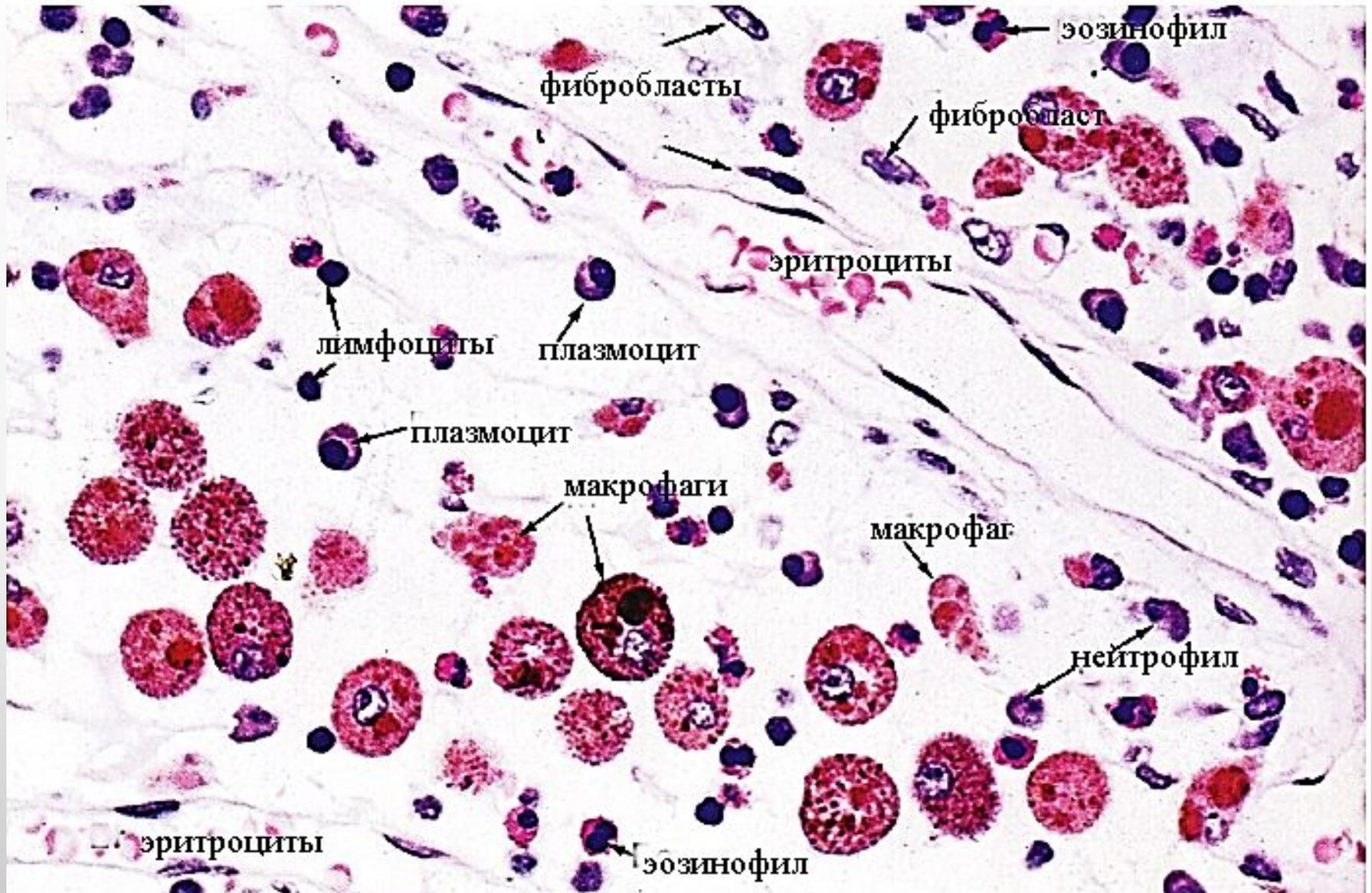
- Цитоплазма без зернистости
- Ядро несегментированное
  - моноциты (4-6 %)
  - лимфоциты (20-35 %)



# МИГРАЦИЯ ЛЕЙКОЦИТА В ТКАНИ

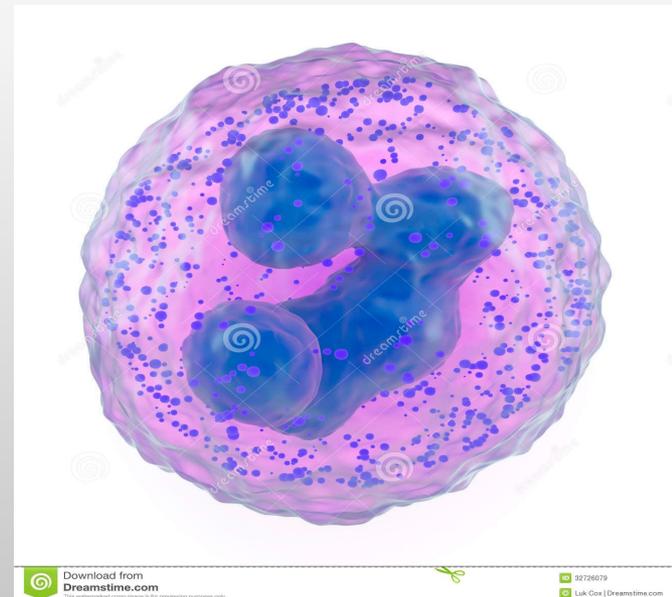
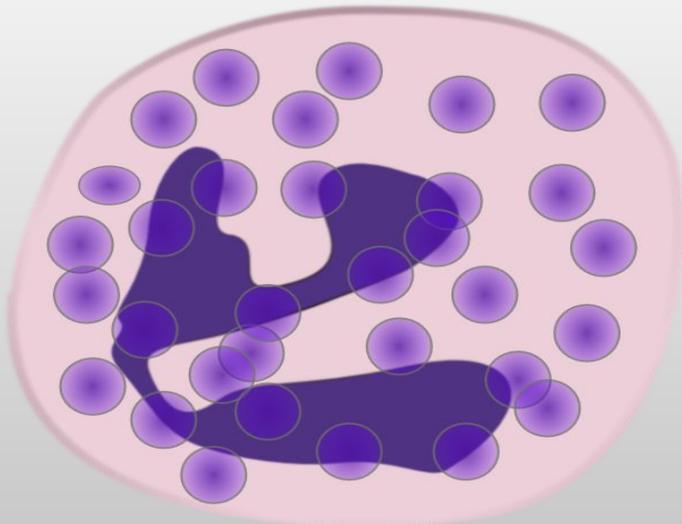


# КЛЕТКИ КРОВИ В РЫХЛОЙ СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ТКАНИ

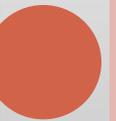
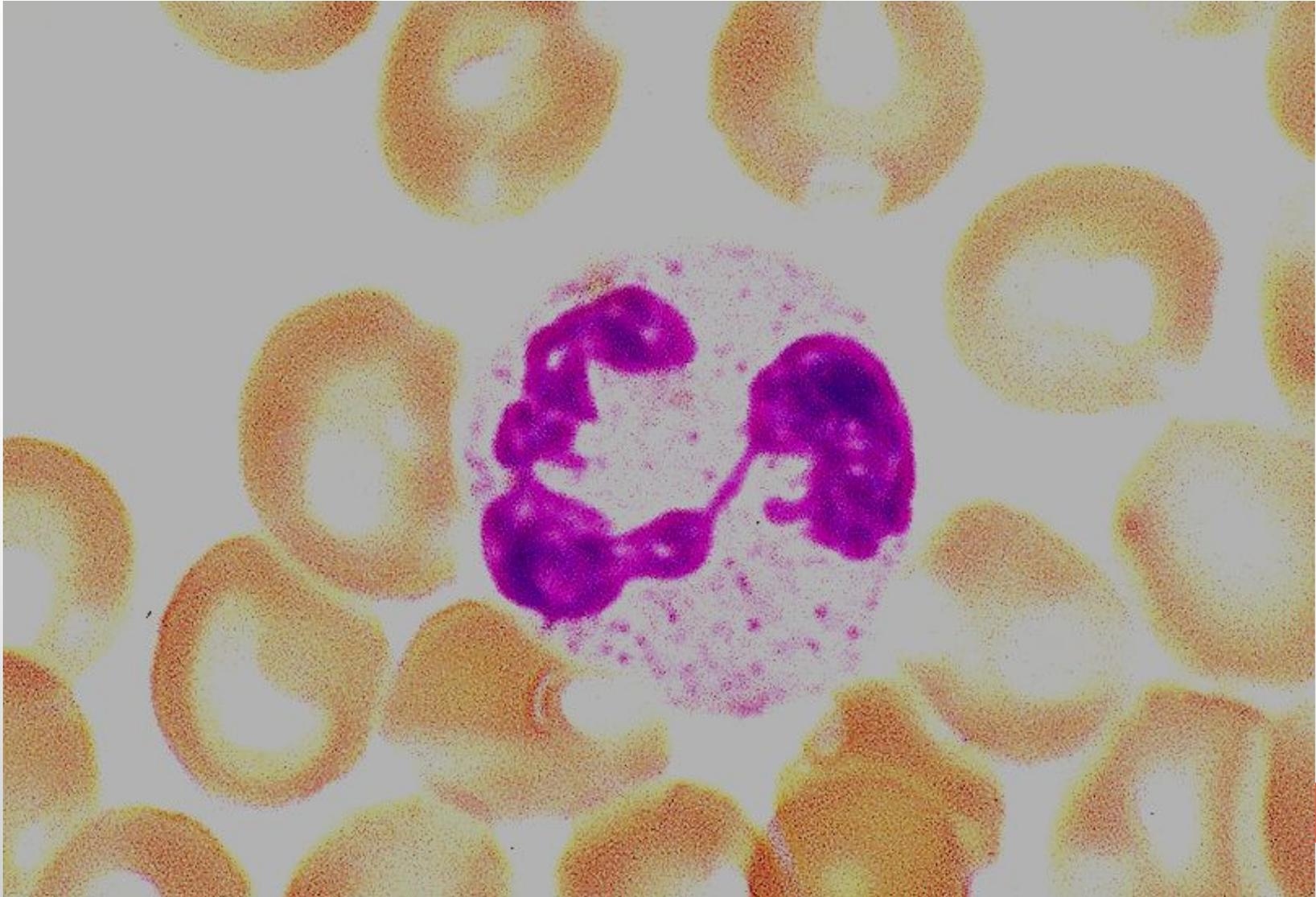


# нейтрофилы

- 48-78 % общего числа лейкоцитов
- Размер 6-12 мкм
- Ядро до 3-5 сегментов
- Зернистость 2 видов – азурофильная и специфическая
- Функция – фагоцитоз микроорганизмов



# НЕЙТРОФИЛ

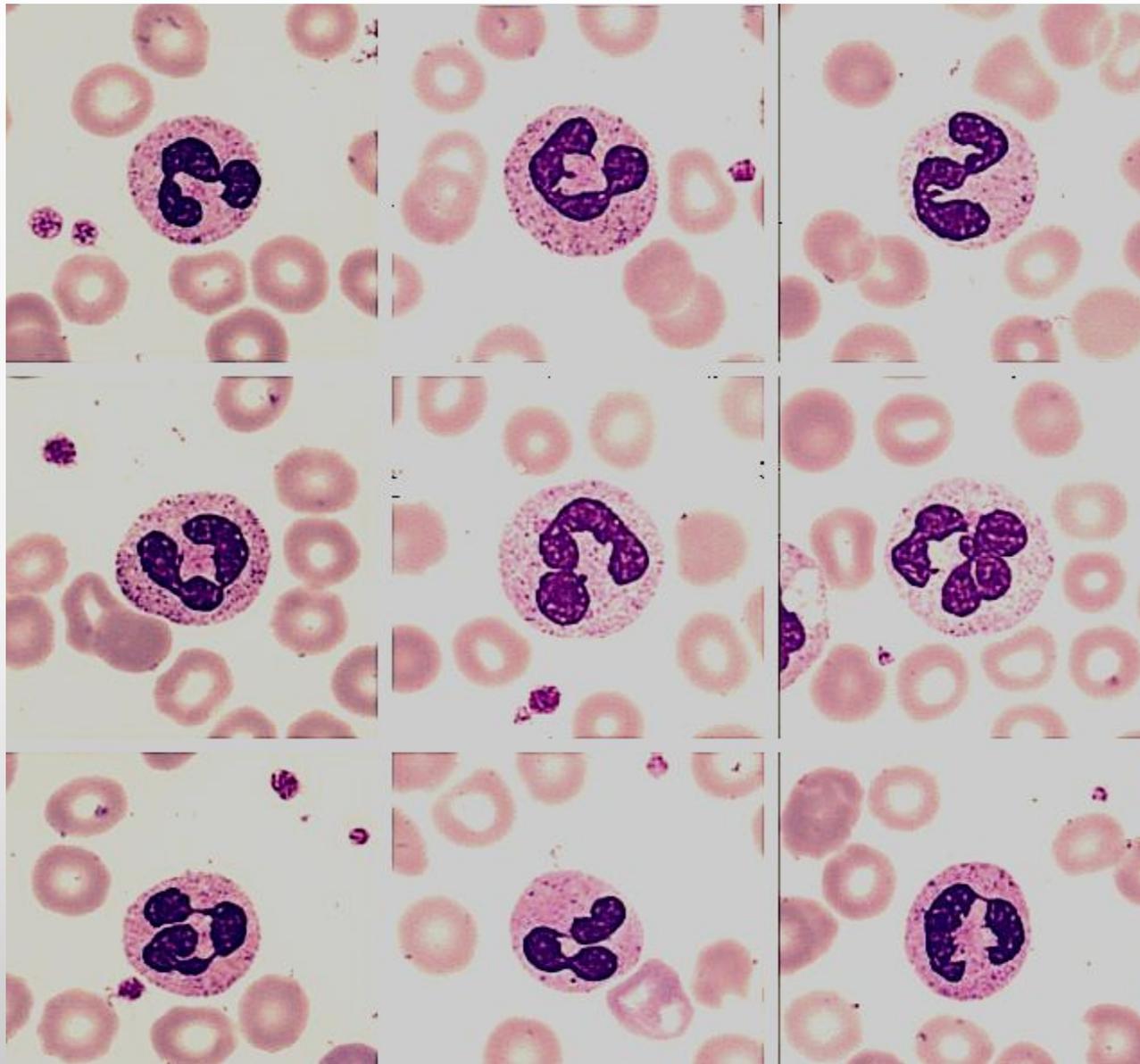


## СПЕЦИФИЧЕСКИЕ ГРАНУЛЫ НЕЙТРОФИЛА

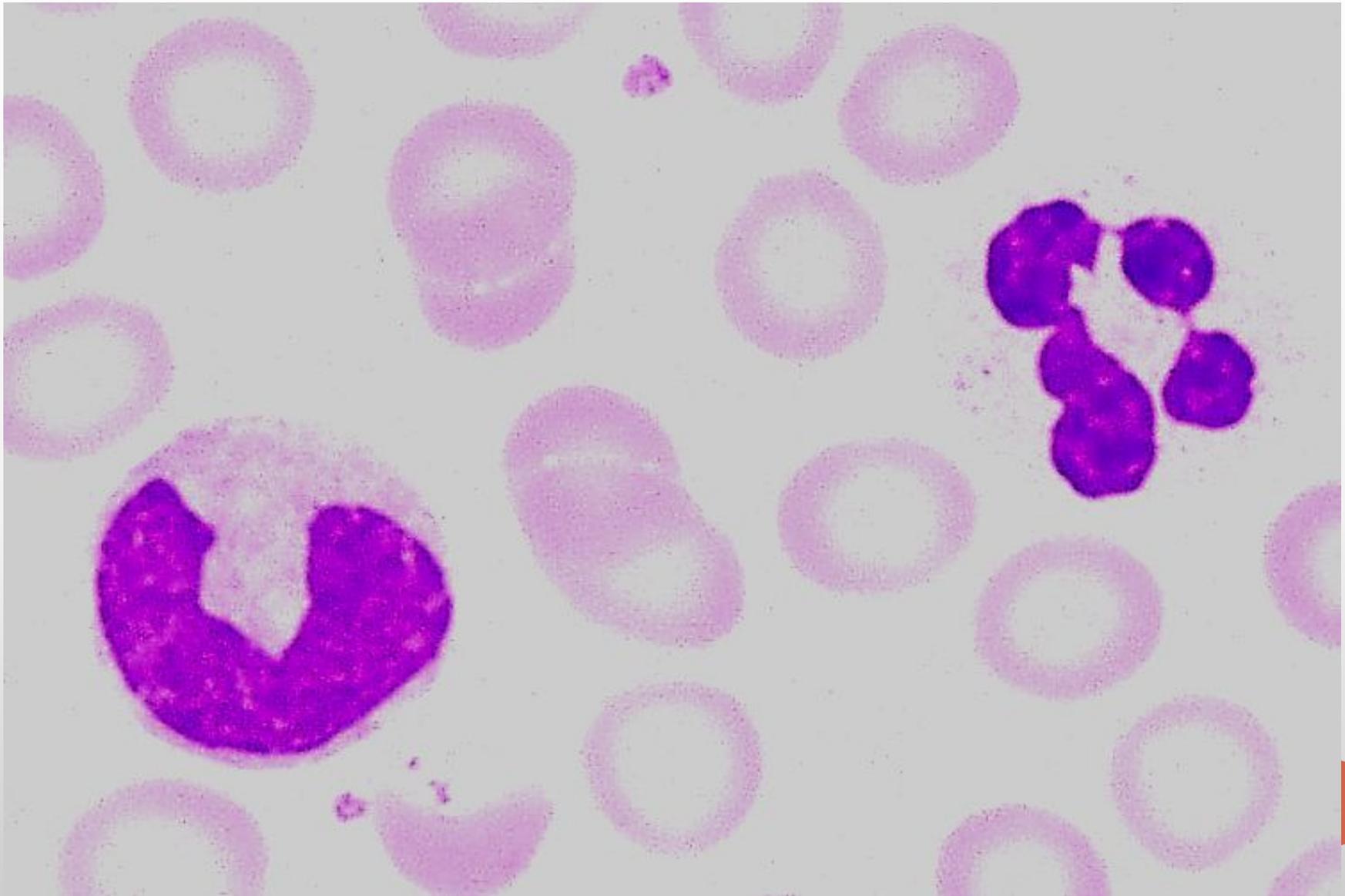
1. Щелочная фосфатаза
2. Бактерицидные ферменты (лизоцим, лактоферрин)
3. Белок, связывающий витамин В12
4. Коллагеназа



# ФОРМА ЯДЕР НЕЙТРОФИЛОВ



## МОНОЦИТ (АГРАНУЛОЦИТ) И НЕЙТРОФИЛ (ГРАНУЛОЦИТ)

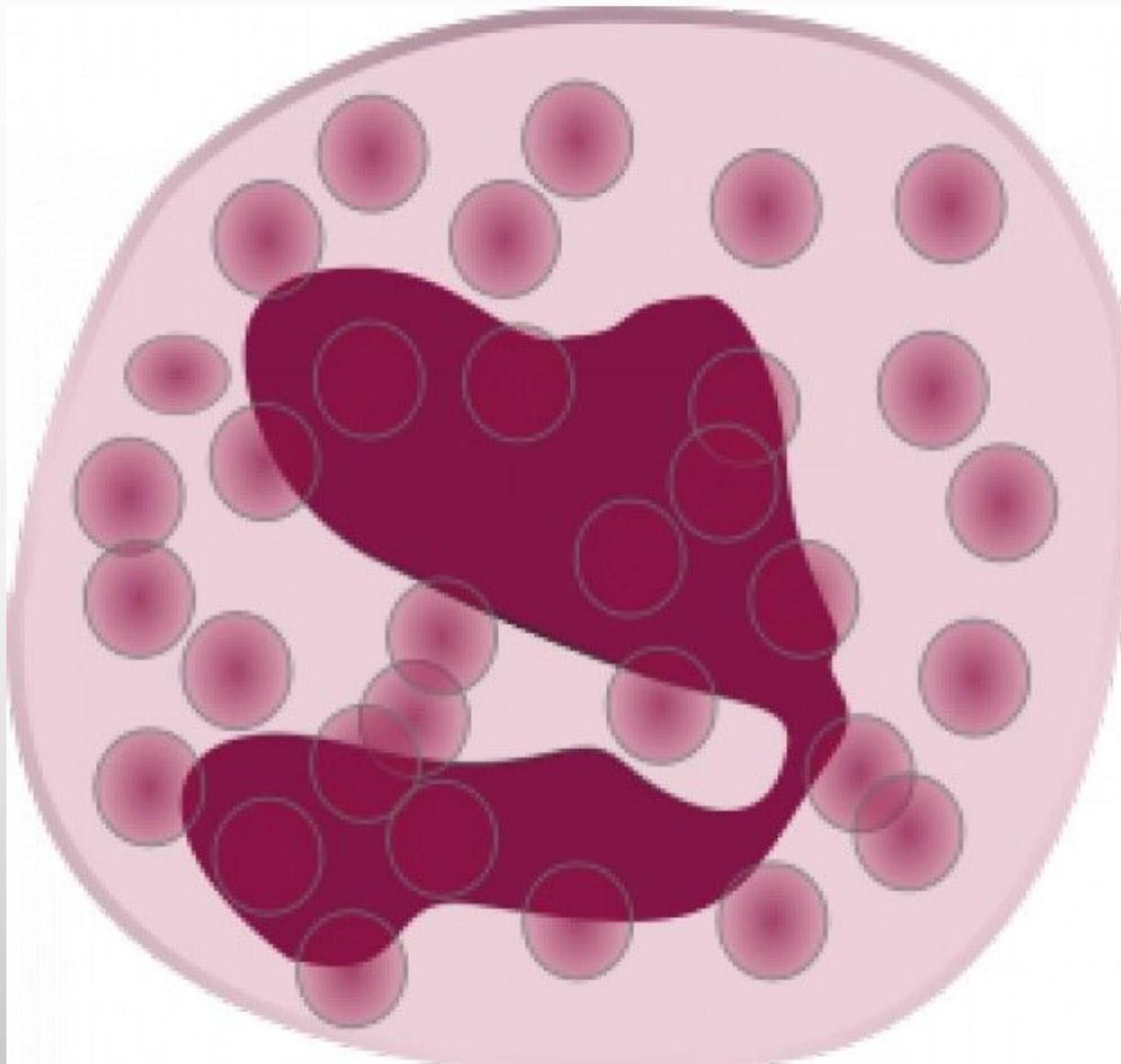


# ЭОЗИНОФИЛ

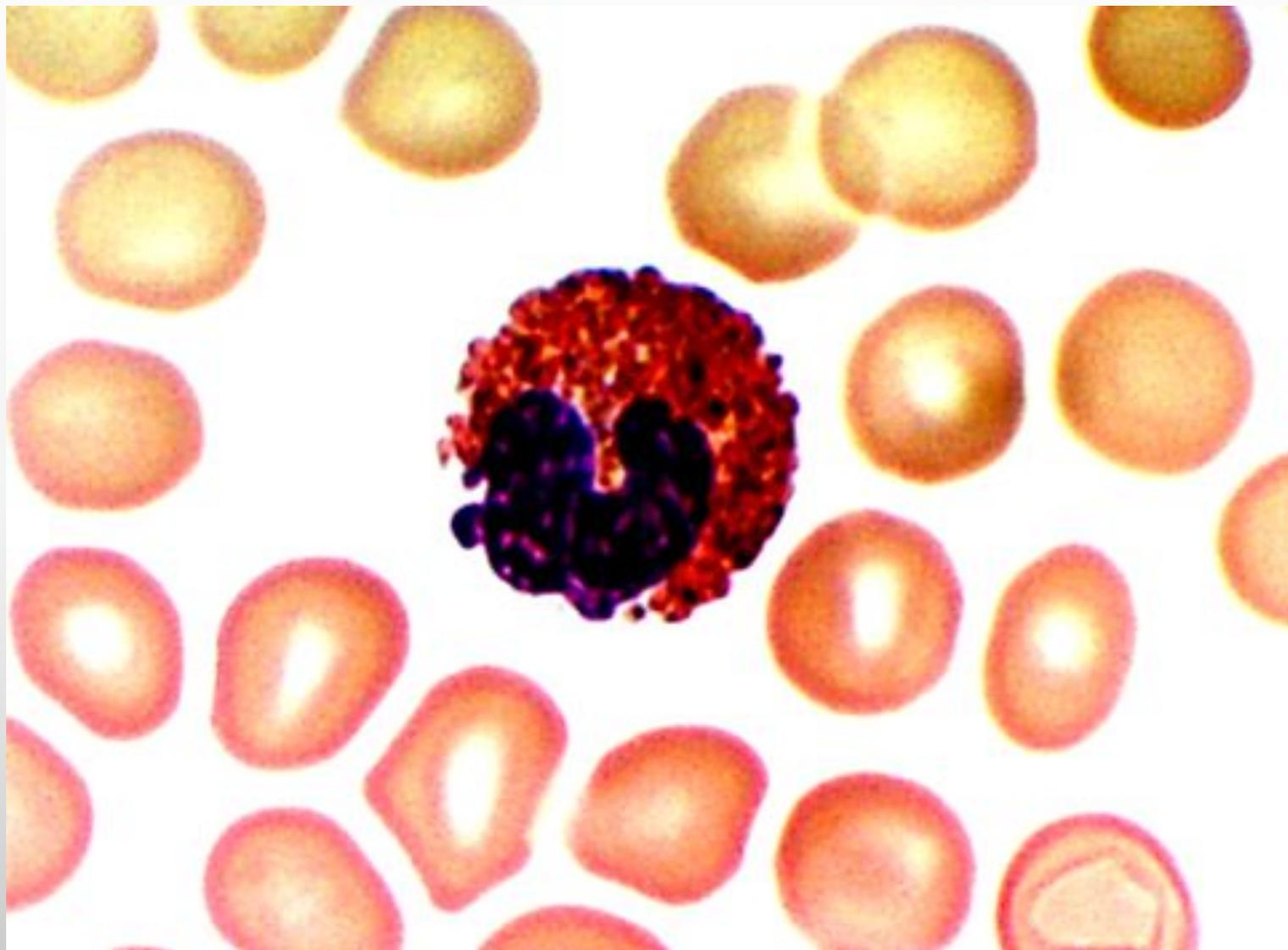
- 0,5-5 % общего числа лейкоцитов
- Размер 12-14 мкм
- Ядро имеет 2 сегмента
- Гранулы – азурофильные и эозинофильные
  
- Функции
  - разрушают гистамин при аллергических реакциях
  - тормозят выделение гистамина тучными клетками
  - антипаразитарная – убивают личинки паразитов (растворяют кутикулу паразитов)
  
- Живут в крови 12 ч, в тканях – до 12 сут



# ЭОЗИНОФИЛ



# ЭОЗИНОФИЛ



## СПЕЦИФИЧЕСКИЕ ГРАНУЛЫ ЭОЗИНОФИЛА

1. Эозинный катионный белок
2. Гистаминаза
3. Пероксидаза
4. Арилсульфатаза

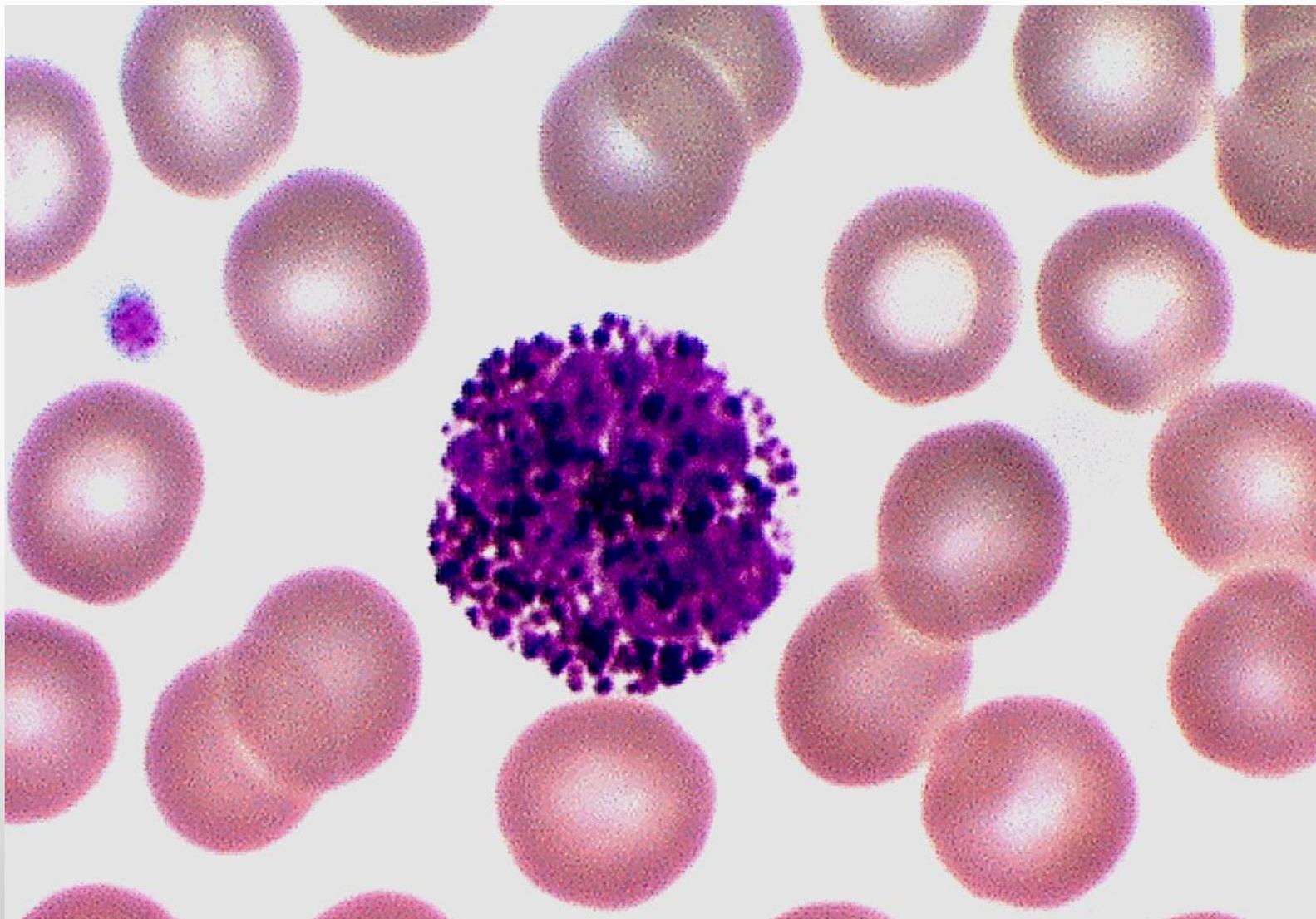


# БАЗОФИЛ

- 0-1 % общего числа лейкоцитов.
- Размер 11-12 мкм
- Ядро из 2-3 сегментов
- Специфические и азурофильные гранулы
  
- **Функции**
  - выделяют гистамин – в аллергических реакциях
  - гепарин – препятствует свертываемости
  
- В крови – 1 сут, в тканях – 1-2 сут



# БАЗОФИЛ



## СПЕЦИФИЧЕСКИЕ ГРАНУЛЫ БАЗОФИЛА

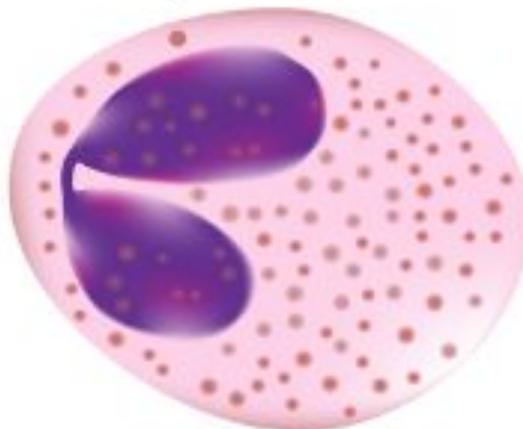
1. Пероксидаза
2. Гистамин
3. Гепарин
4. Медленно реагирующая субстанция анафилаксии



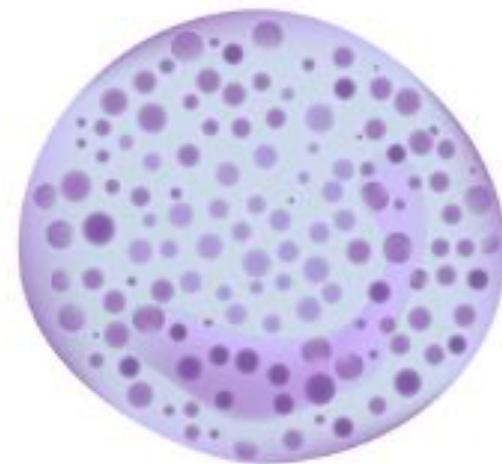
Нейтрофил



Эозинофил



Базофил



# Агранулярные лейкоциты

## ЛИМФОЦИТЫ

- 20-35 % общего числа лейкоцитов
- Размер - 4,5 - 10 мкм:

Малые (4,5-6 мкм)- светлые и темные - большинство  
средние (7-10 мкм)

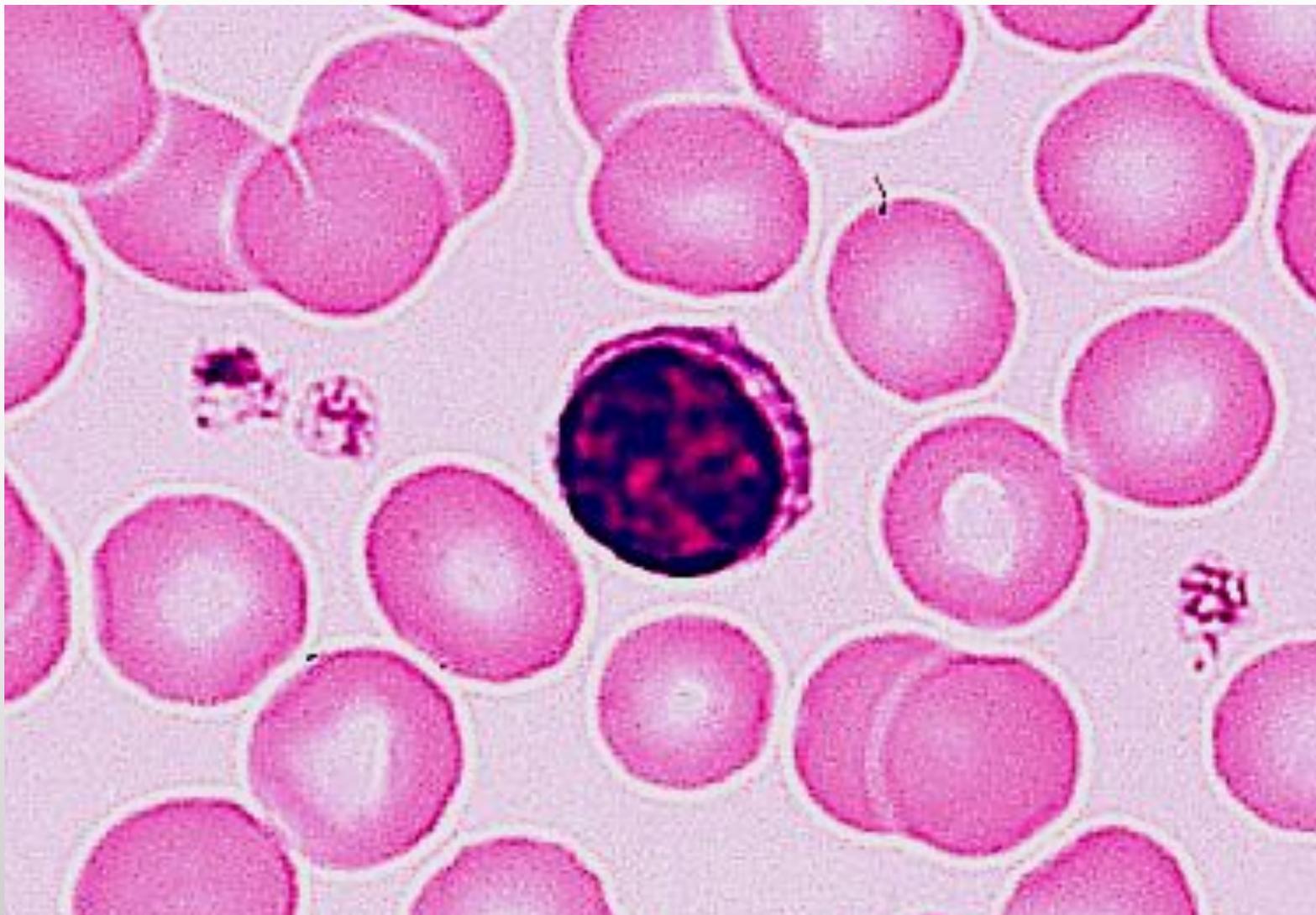
большие (10 мкм и более) - у новорожденных

- Большое округлое ядро
- Мало цитоплазмы

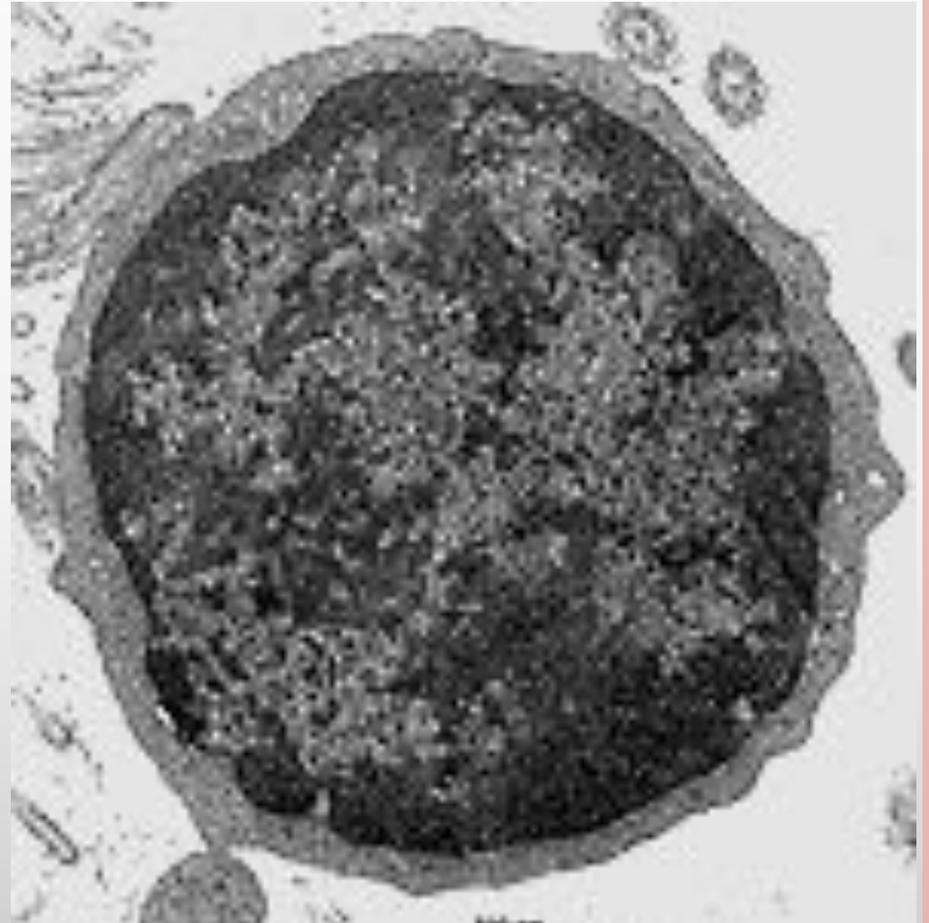
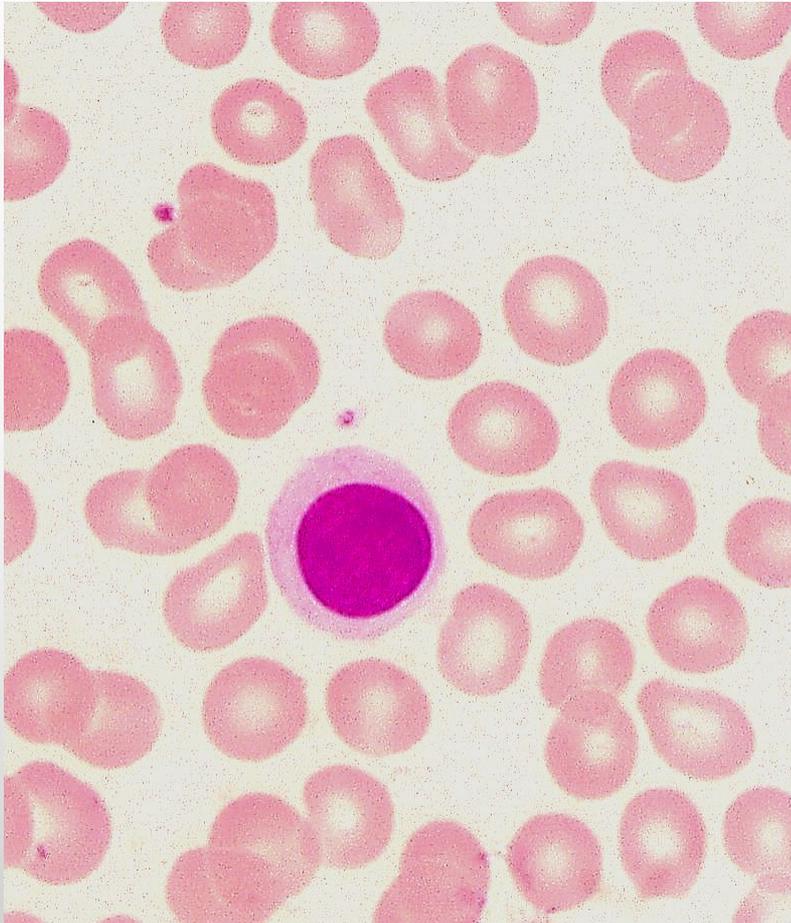
- Функция — участие в иммунных реакциях



# ЛИМФОЦИТ



# ЛИМФОЦИТ



## Виды лимфоцитов по функции

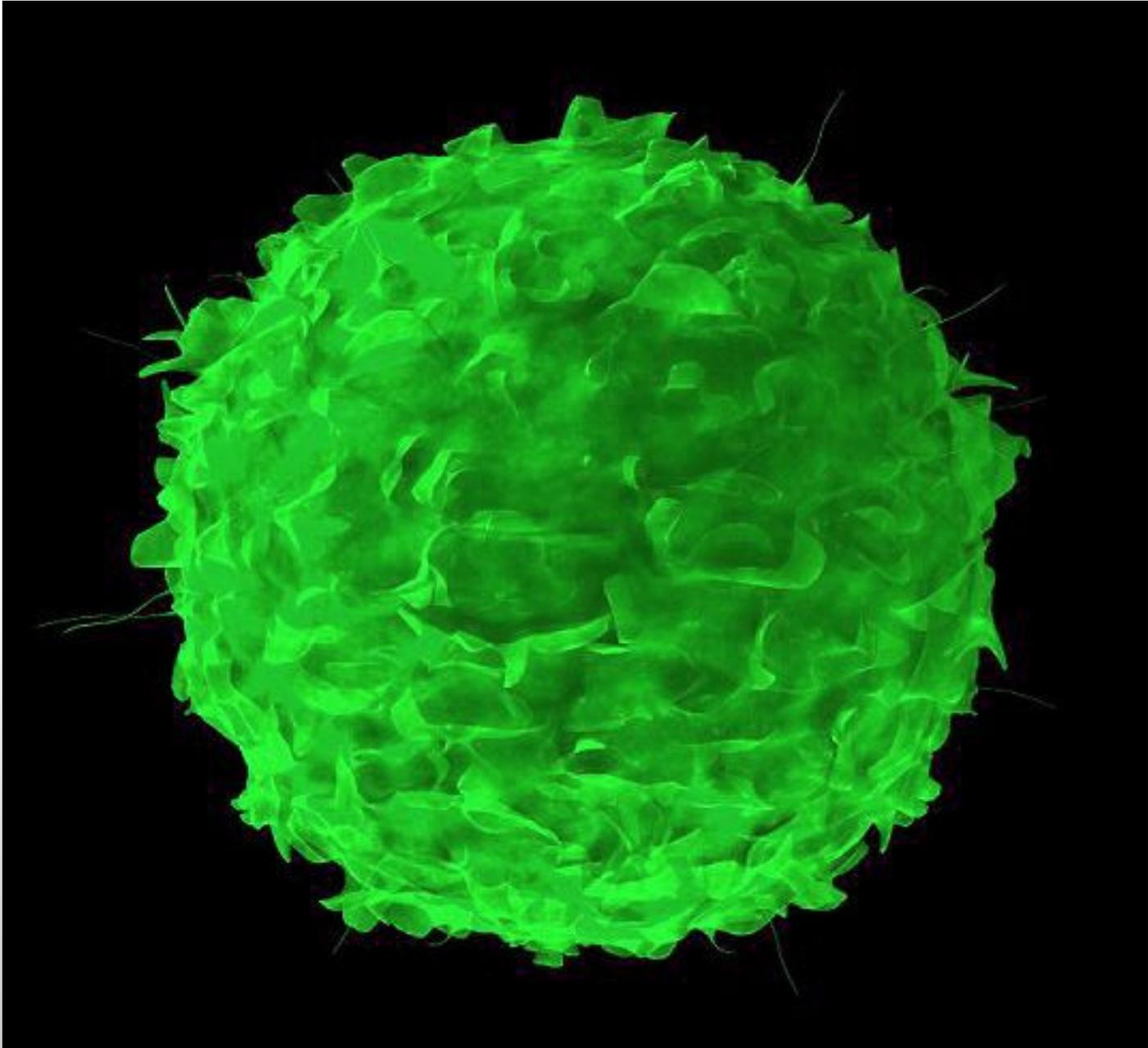
### 1. *B-лимфоциты* - 30 %

- Образуются в костном мозге (*B* – «bone», *кость*)
- Плазмолемма – множество рецепторов иммуноглобулина
- Дифференцируются в **плазмоциты** – синтезируют **Ig**
- функция - выработка антител,
- гуморальный иммунитет

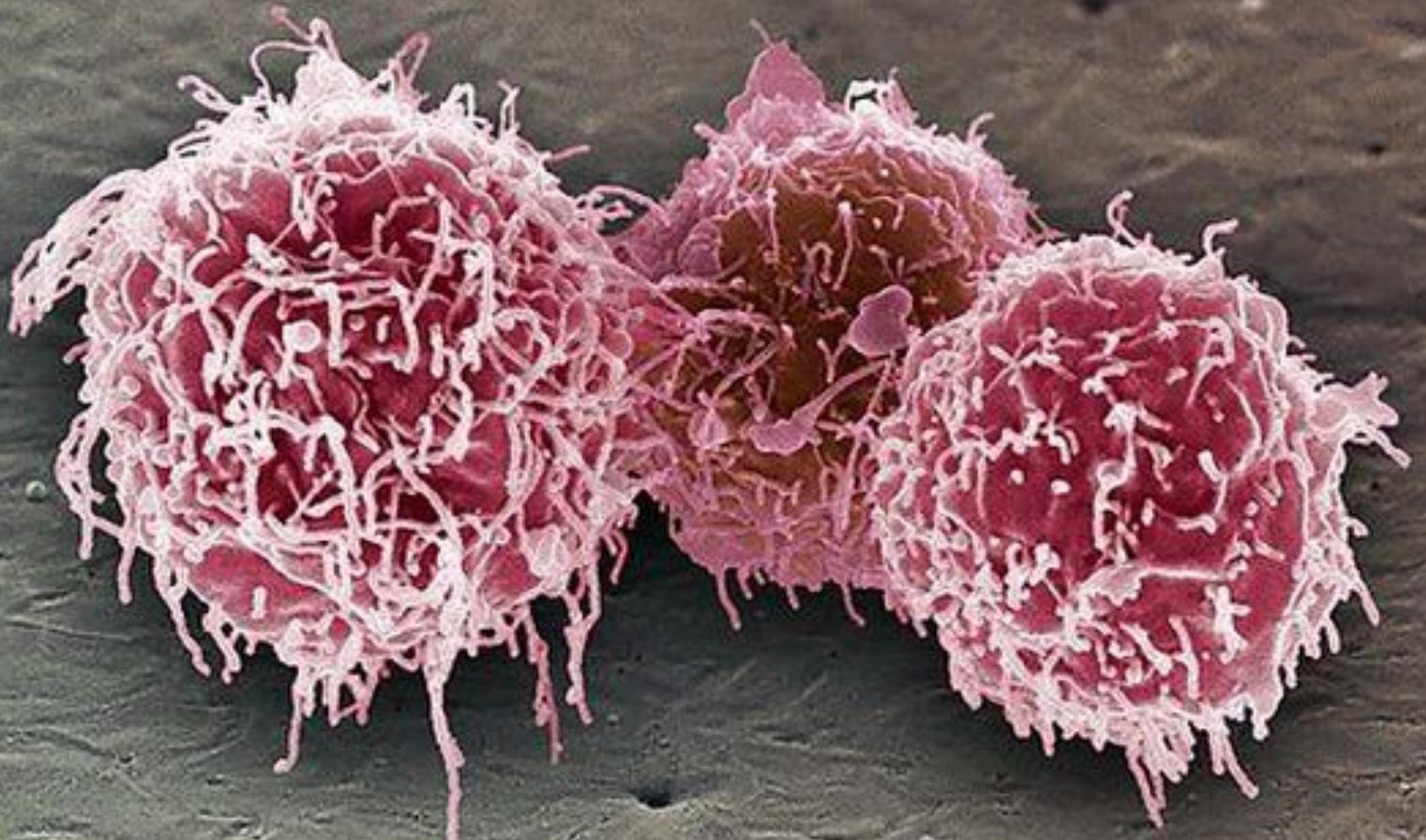
**Живут** – недели, месяцы



# 1. В-лимфоциты



# 1. В-лимфоциты



## Виды лимфоцитов по функции

*Т-лимфоциты, или тимусзависимые лимфоциты -70%*

- созревают в тимусе (Т – тимус)

- Плазмолемма – мало рецепторов Ig

Функция - реакции клеточного иммунитета

- Регуляция дифференцировки В-лимфоцитов

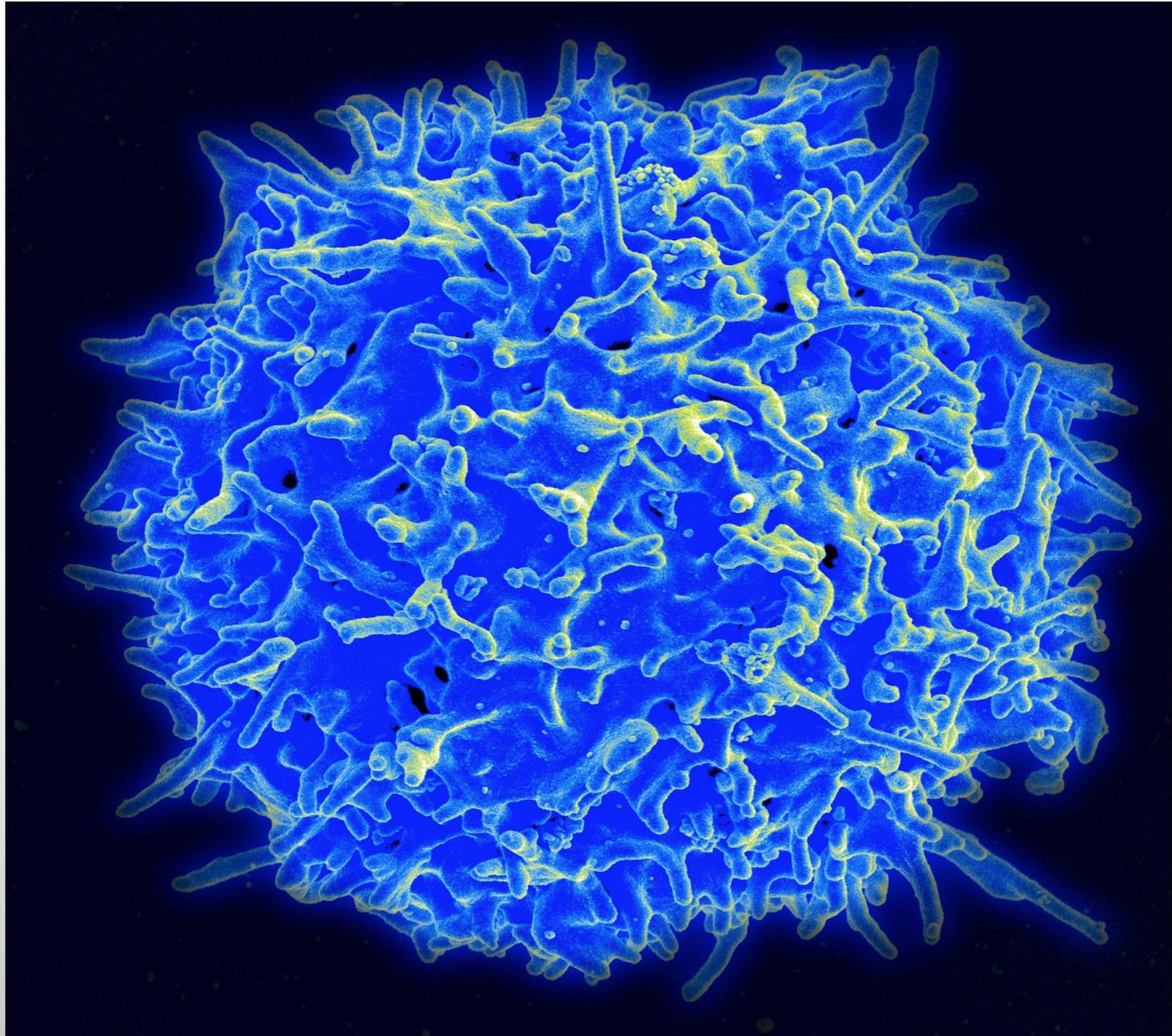
**Виды:**

*Т-хелперы, Т-супрессоры, Т-киллеры*

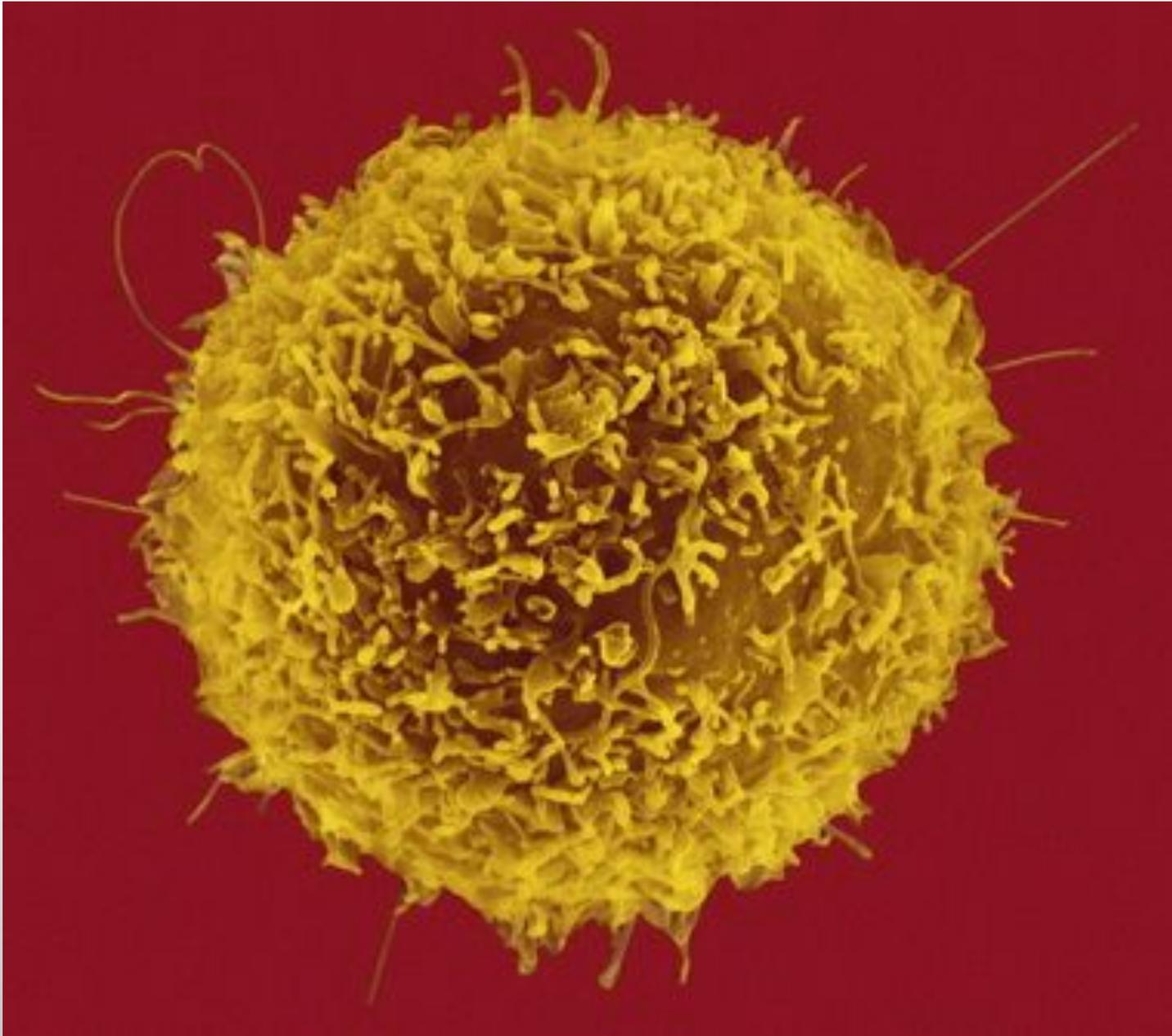
**Живут – месяцы, годы**



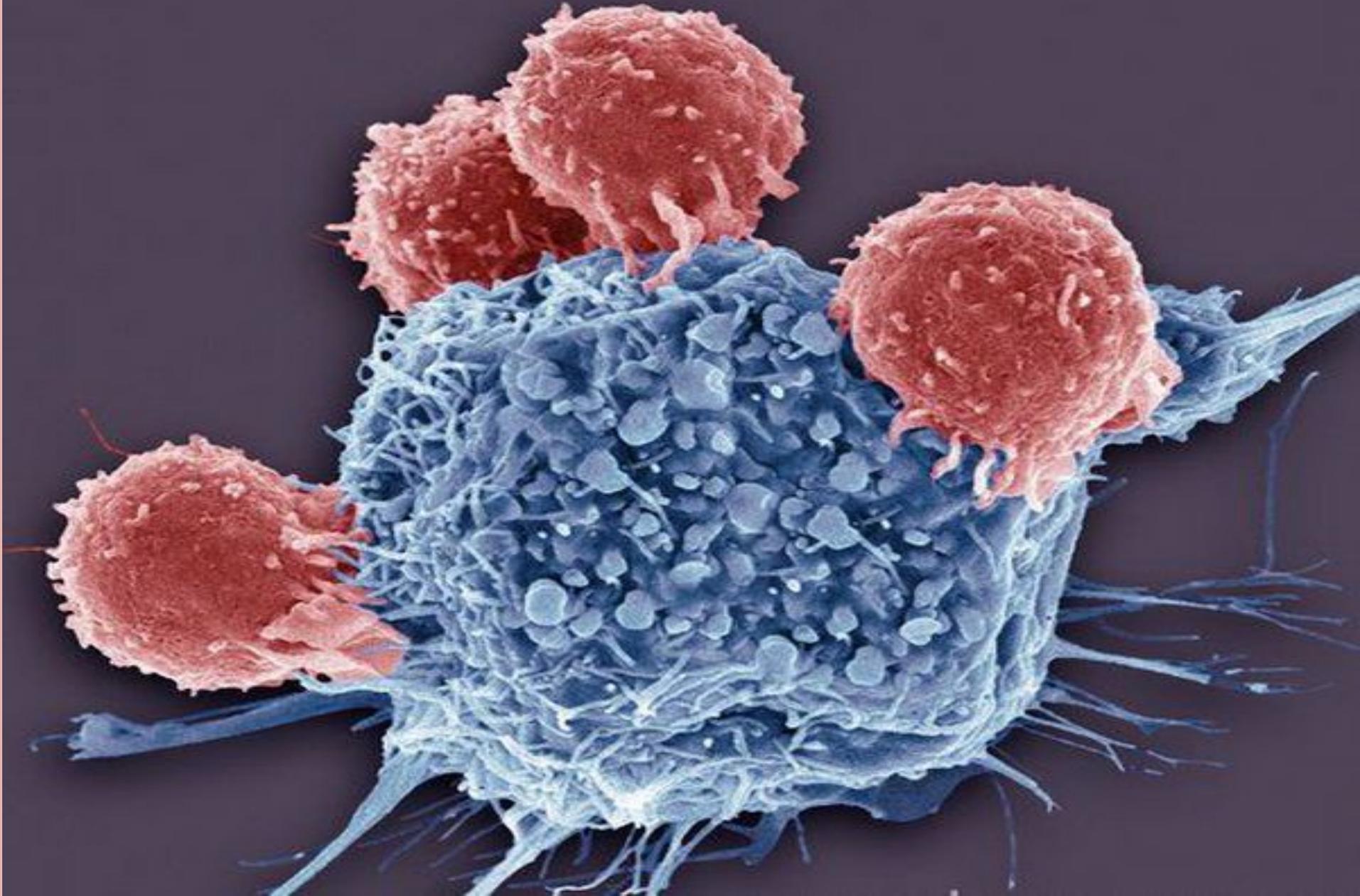
# *T-лимфоциты*



# *T-лимфоциты*



# *Т-лимфоциты*

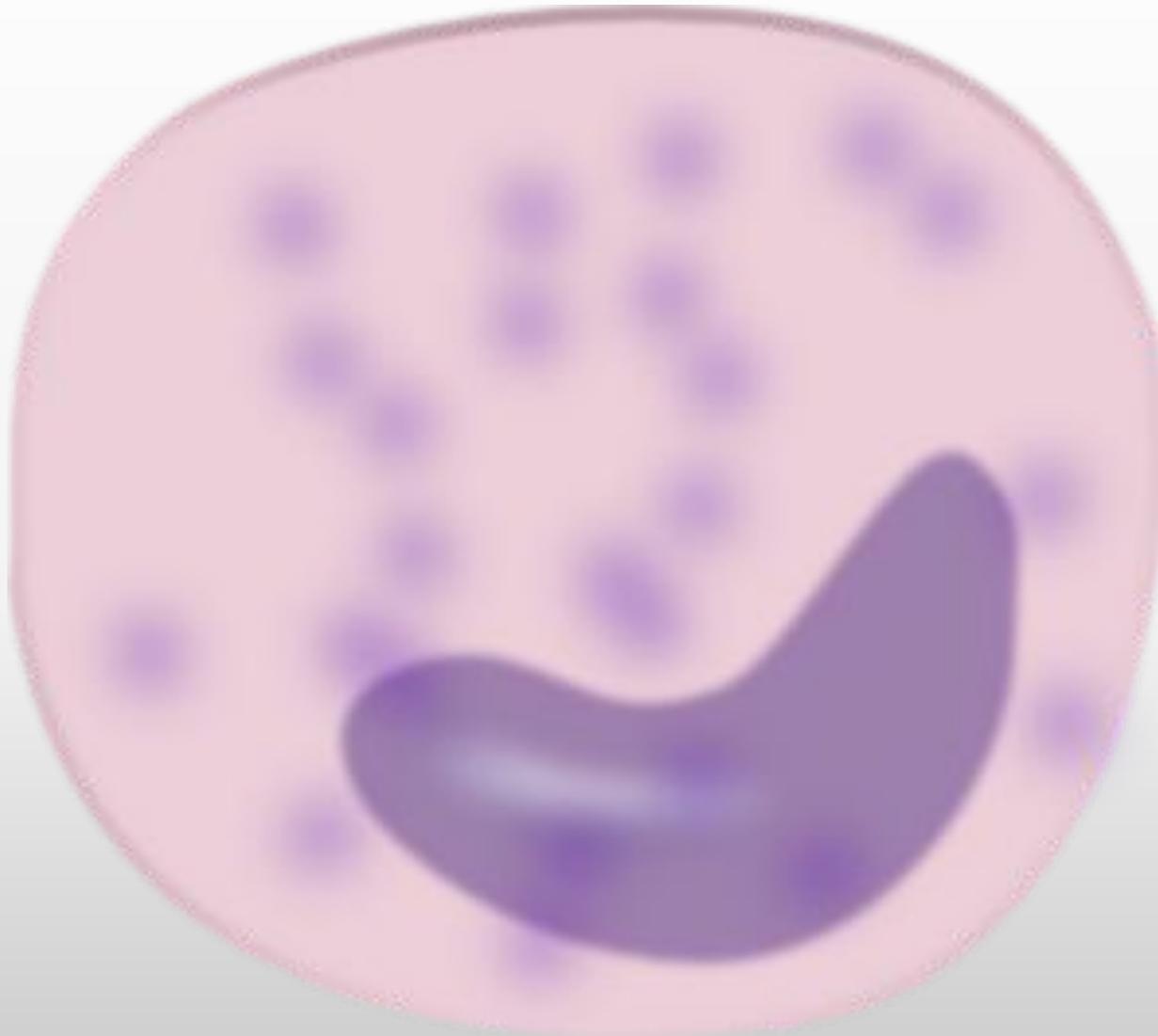


# МОНОЦИТ

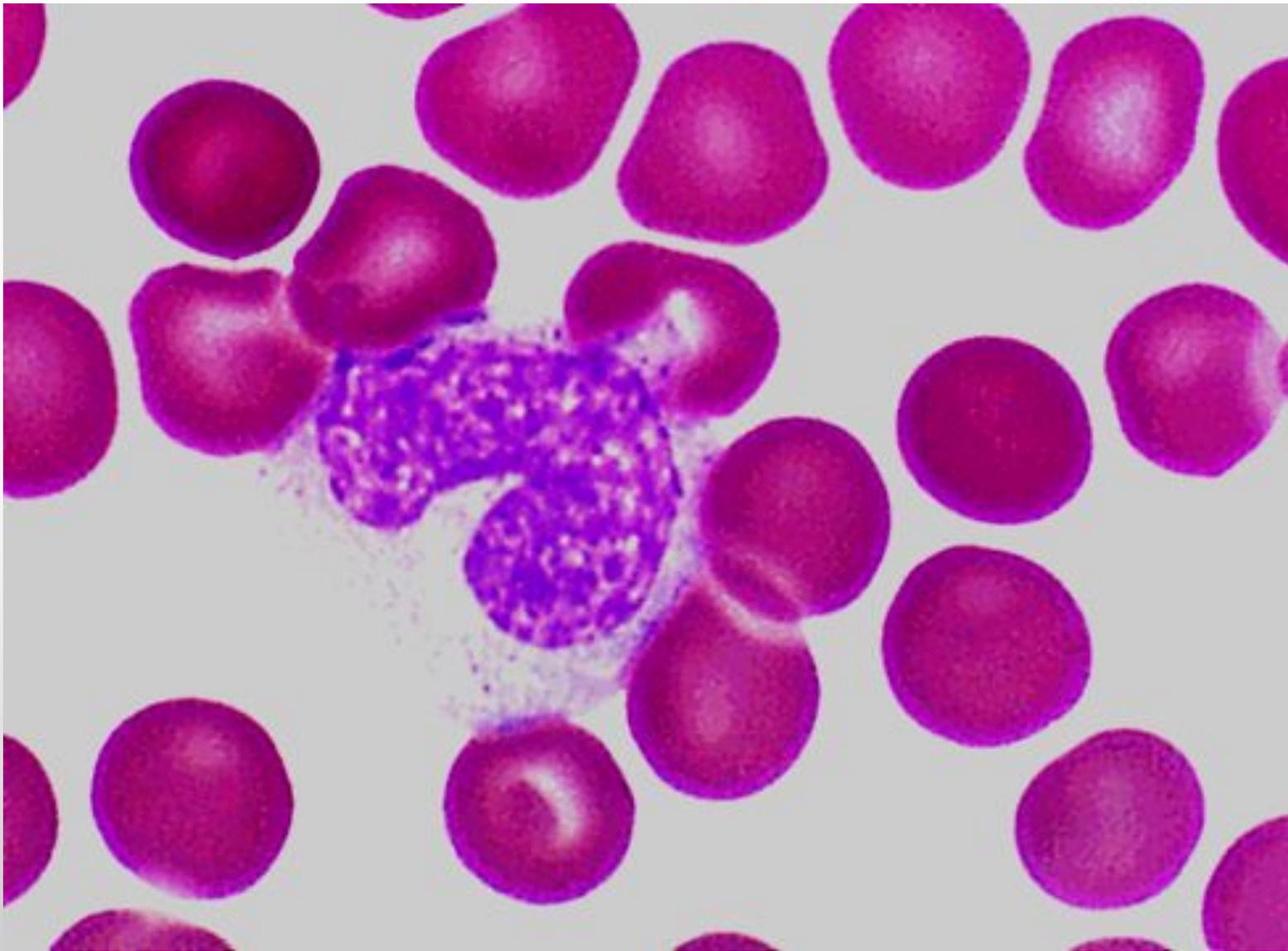
- 6-8 % общего числа лейкоцитов. Размер 10-12 мкм
- Ядра разной формы
- Цитоплазма слабо-базофильна (бледно-голубая)
- Содержит лизосомы
- Имеет псевдоподии — является **макрофагом**
  
- Относительно незрелые, циркулируют в крови по пути в ткани
- В крови — 12-32 ч,  
затем выселяются в ткани — там живут 1 месяц
  
- В тканях увеличение в размерах.
- Могут сливаться в гигантские формы.



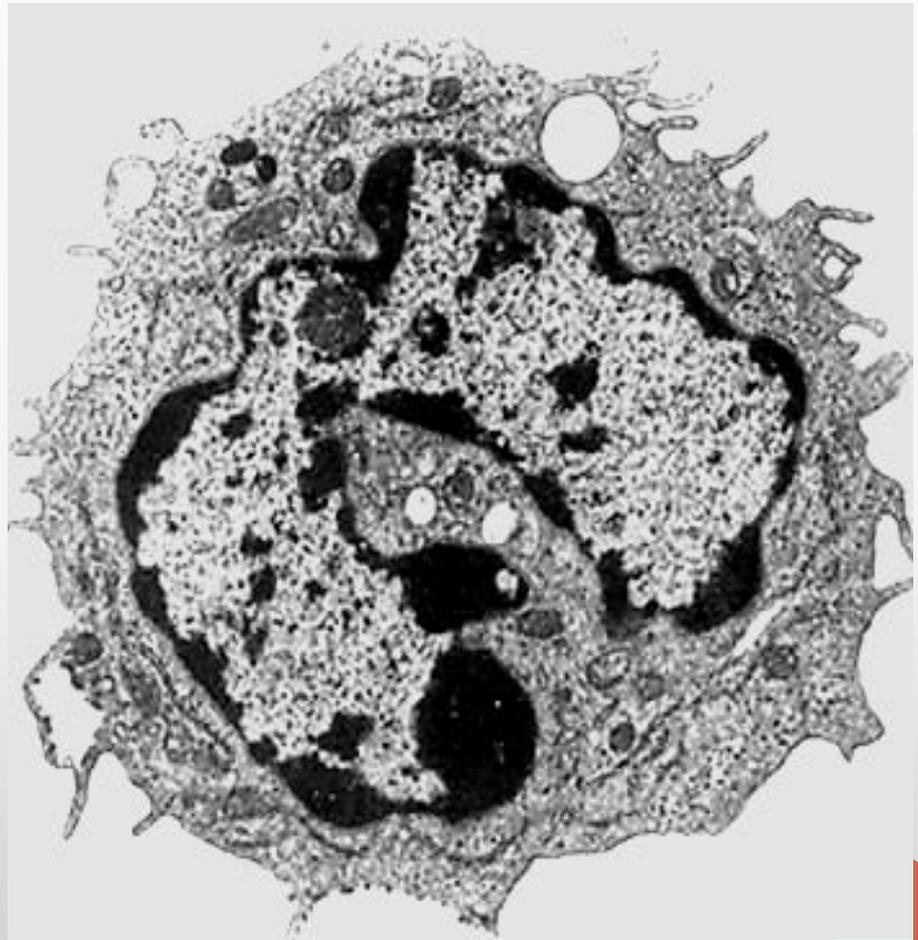
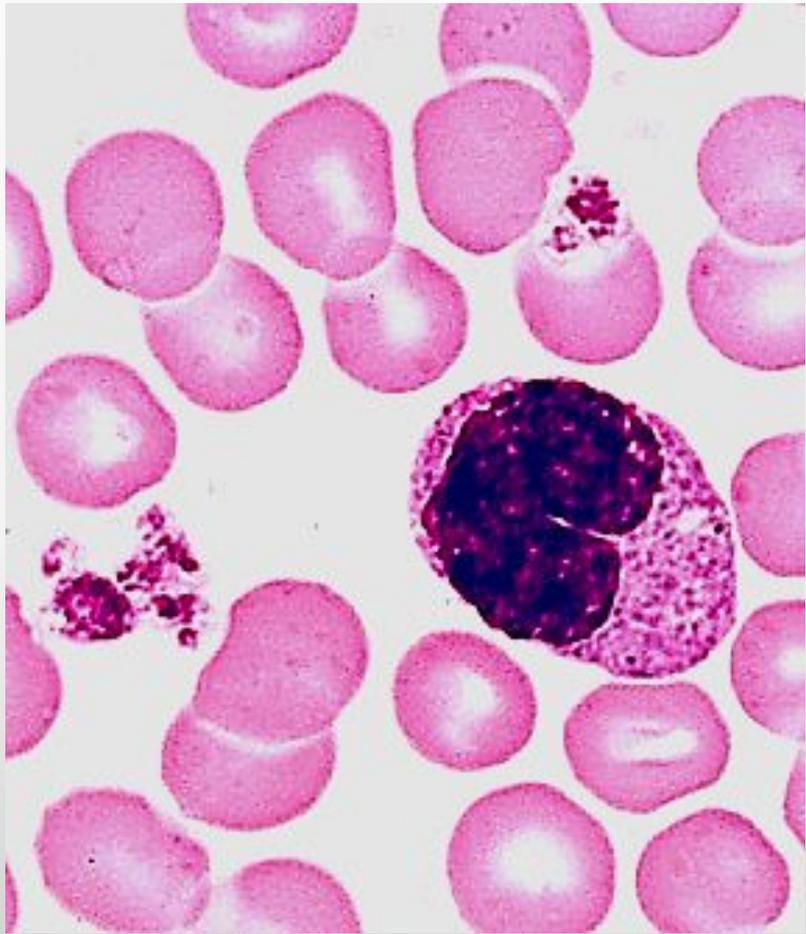
# МОНОЦИТ

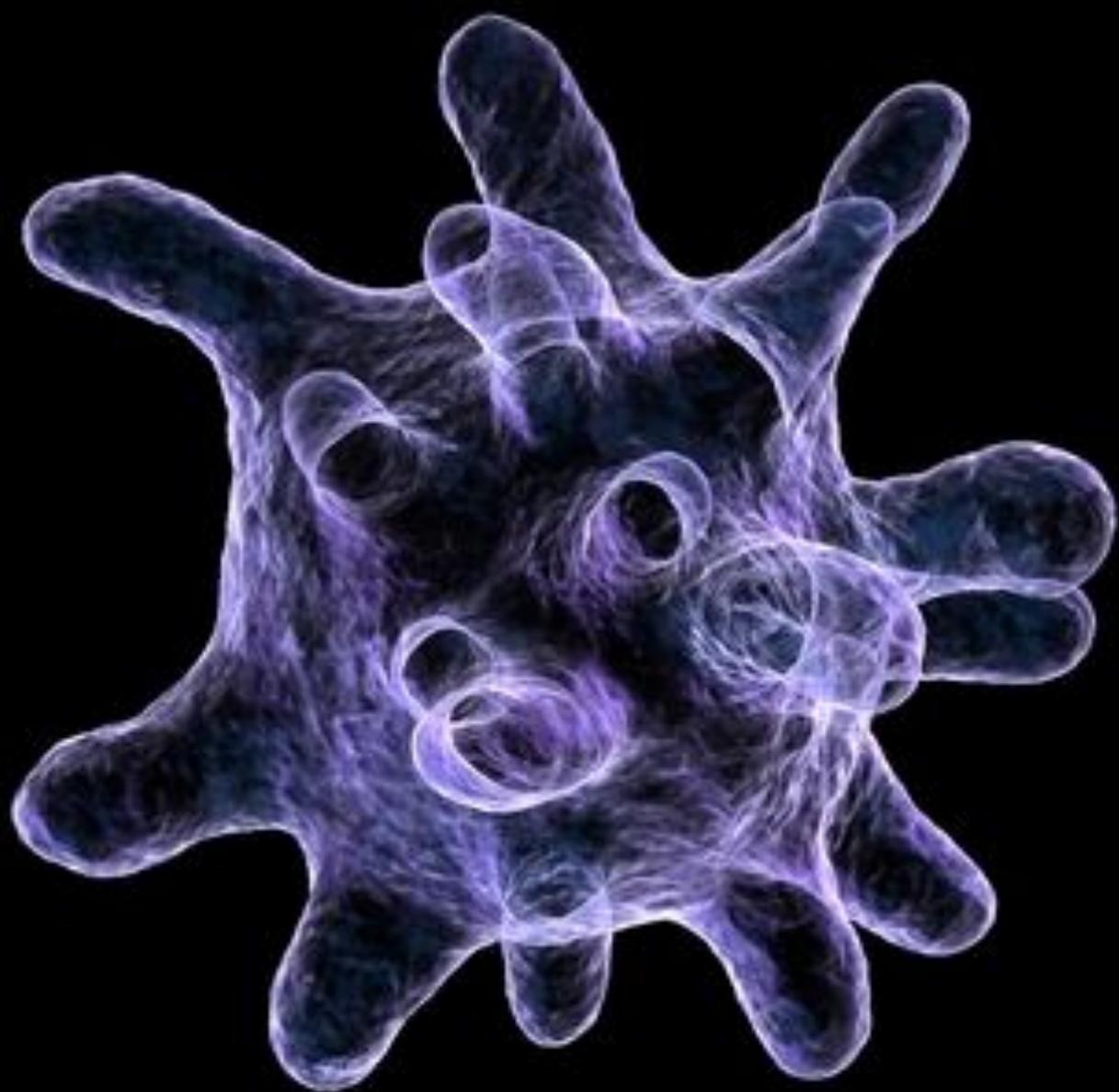


# МОНОЦИТ

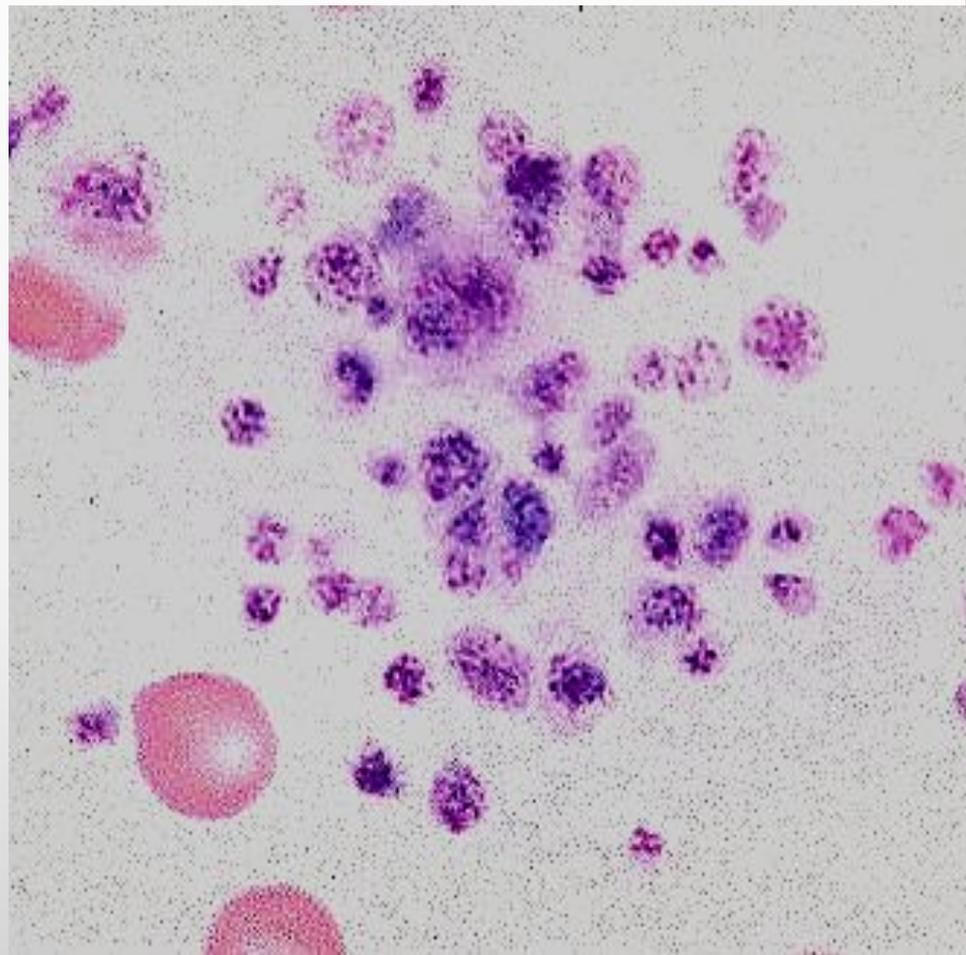
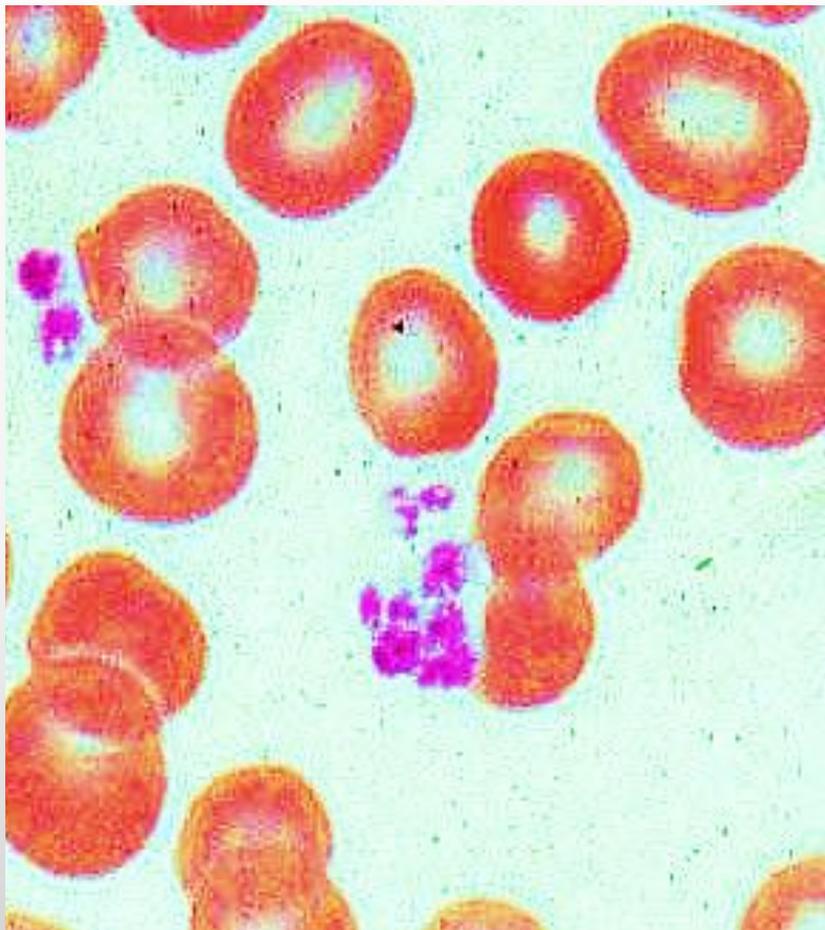


# МОНОЦИТ





# ТРОМБОЦИТЫ (180-320X10<sup>9</sup>/л)



## ТРОМБОЦИТЫ (180-320 X 10<sup>9</sup>/л)

- мелкие бесцветные тельца округлой формы

- размер 2-4 мкм.

- **безъядерные фрагменты цитоплазмы**

*мегакариоцитов* - гигантских клеток костного мозга

- Окраска азуром-2-эозином

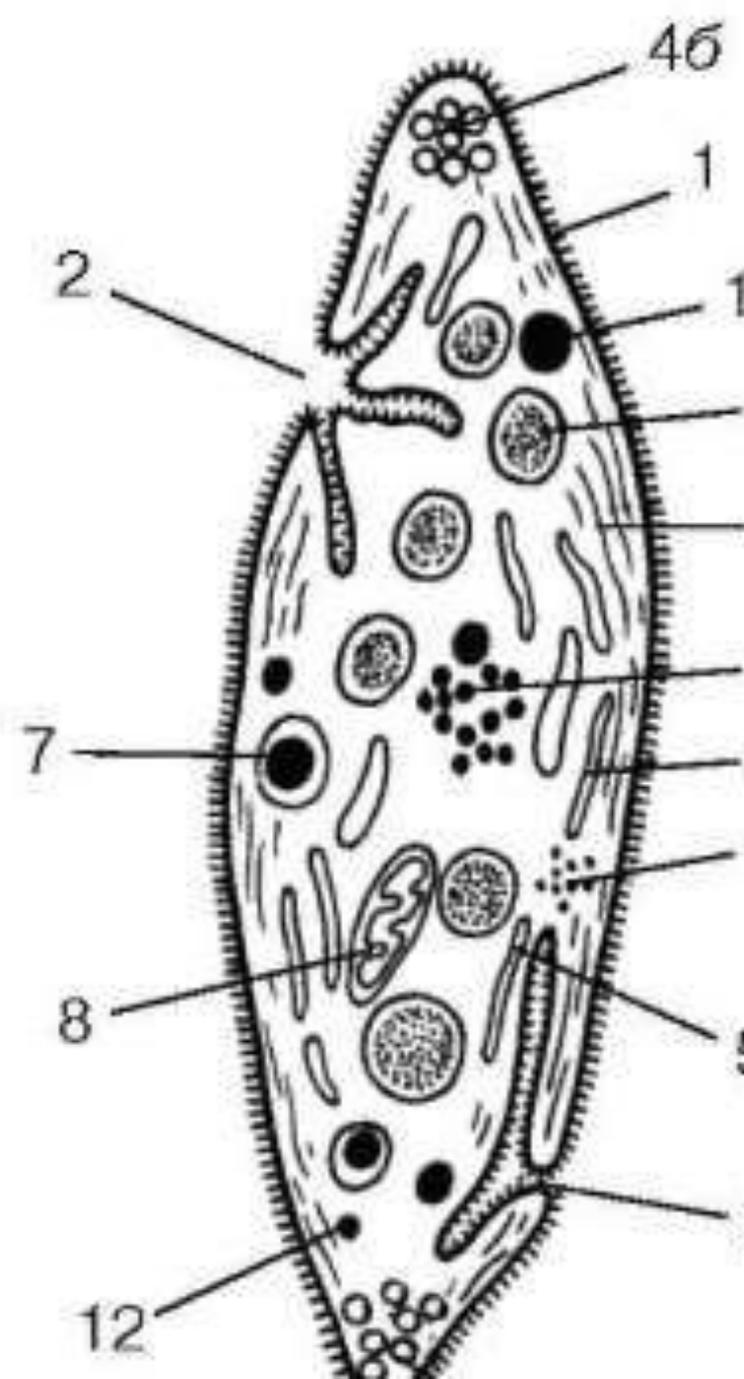
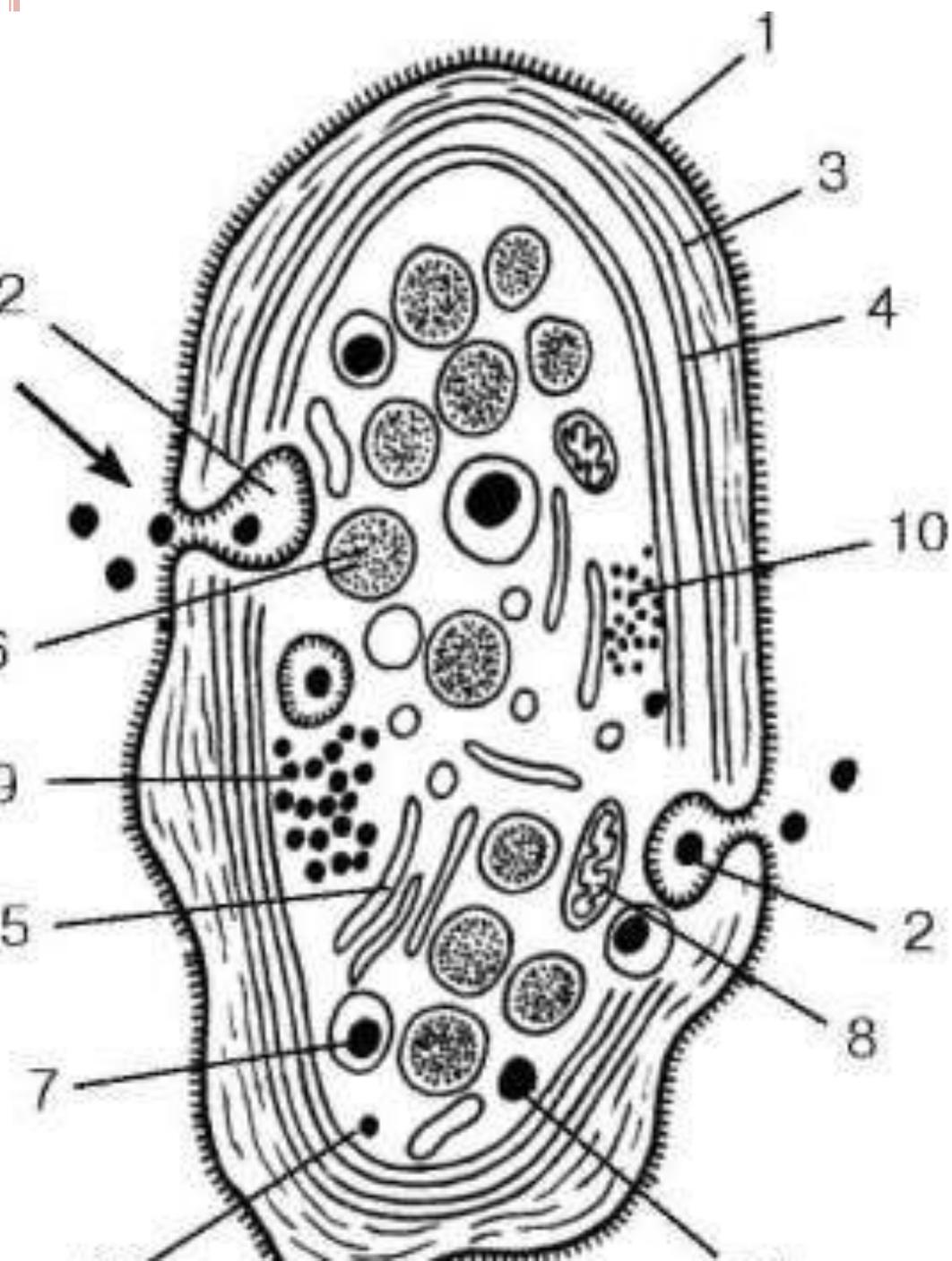
**Функции** – участие в свертывании крови:

1. Адгезия (прилипание) к поврежденной стенке сосуда

2. Накопление серотонина (вызывает сокращение гладких миоцитов)

**Живут – 9-10 сут**





## Зоны тромбоцита

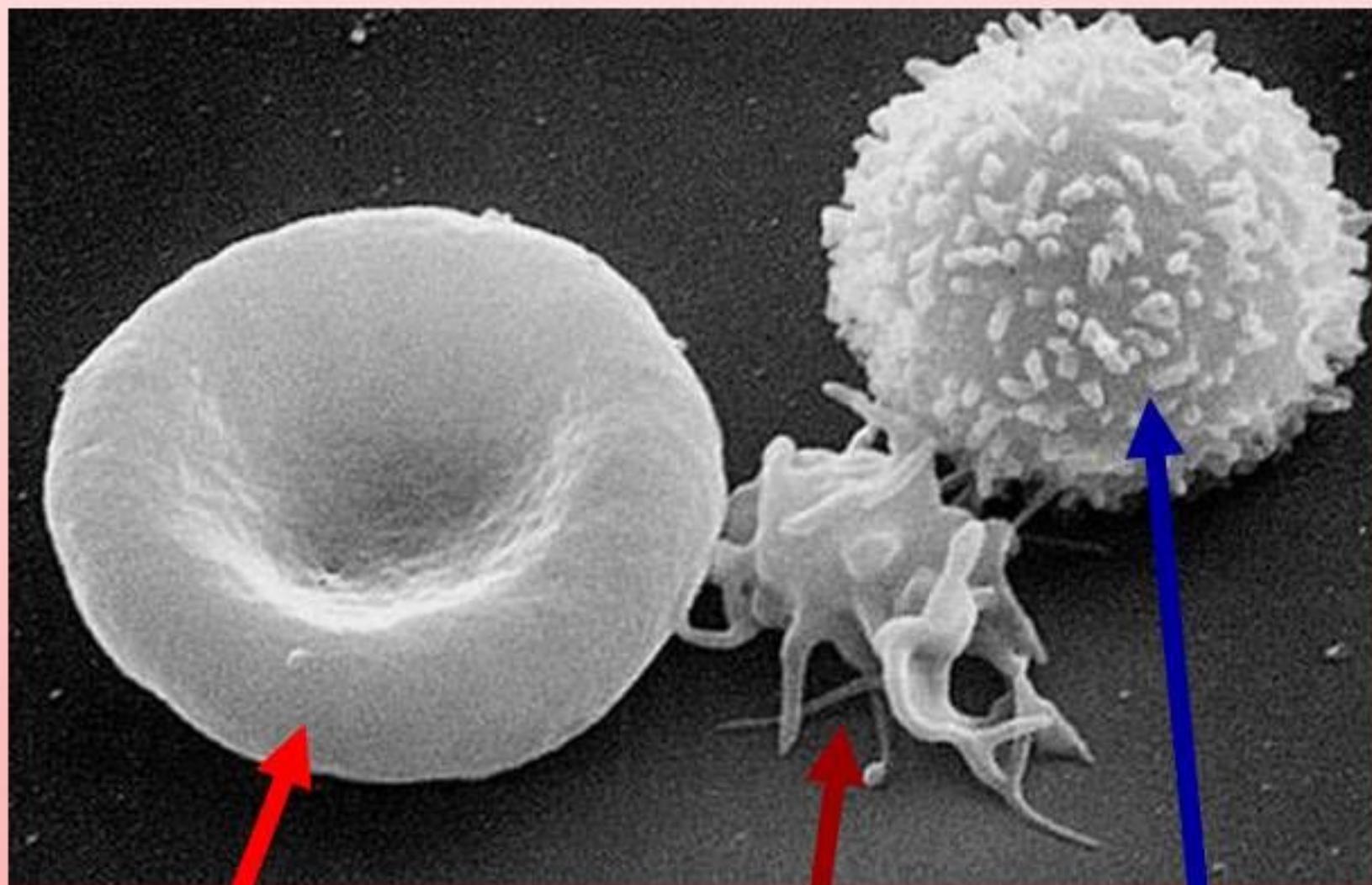
**Гиаломер** – светлая гомогенная зона, содержит микротрубочки, актиновые и миозиновые микрофиламенты, инвагинации плазмолеммы, митохондрии, гликоген.

**Грануломер** – темная зона, содержит:

- $\alpha$ -гранулы (кислая фосфатаза, катепсин, тромбокиназа)
- плотные тельца (серотонин, кальций, АТФ, АДФ, фибриноген, факторы свертывания крови)
- ЛИЗОСОМЫ



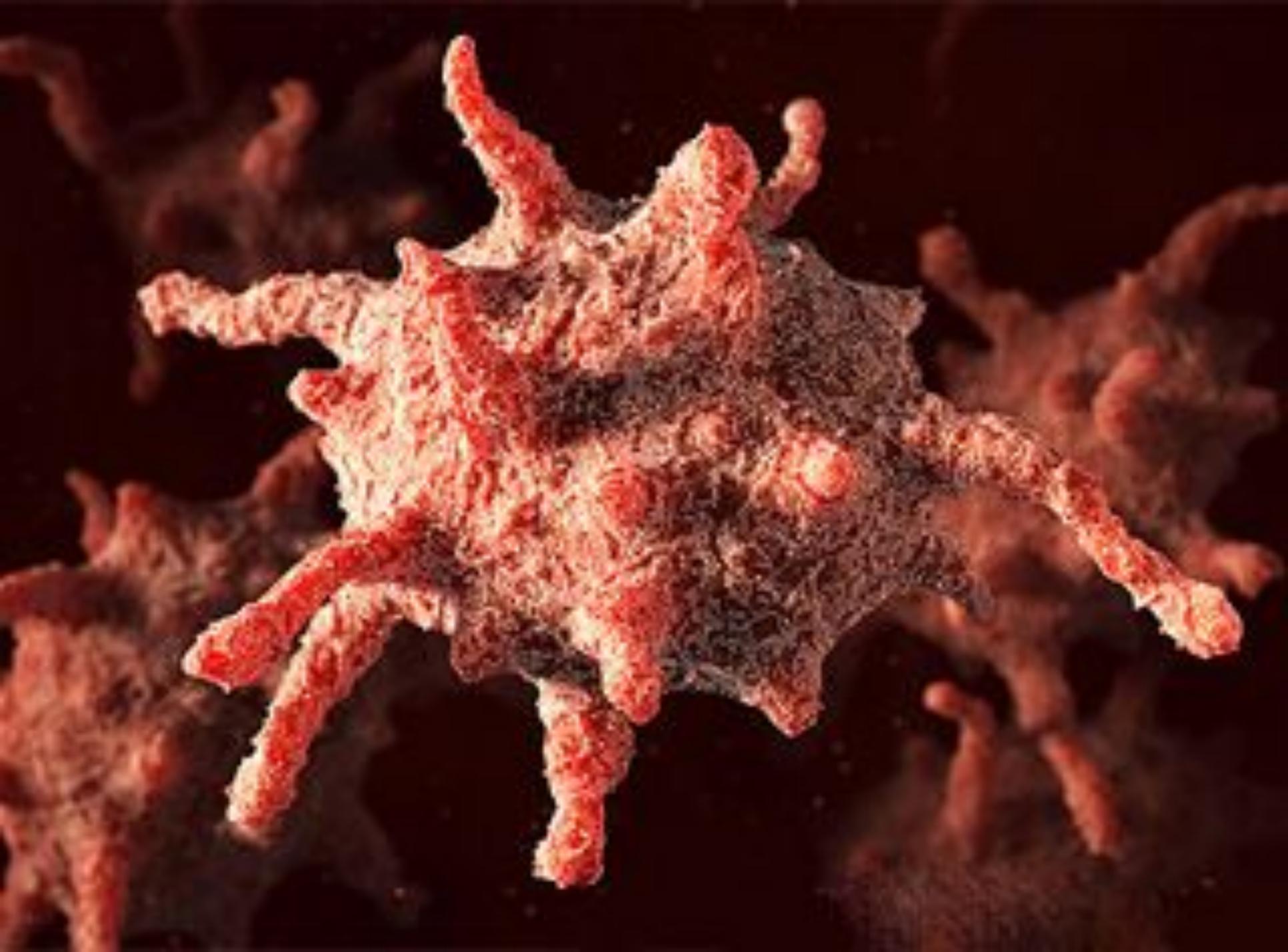
# СНИМОК СКАНИРУЮЩЕГО ЭЛЕКТРОННОГО МИКРОСКОПА



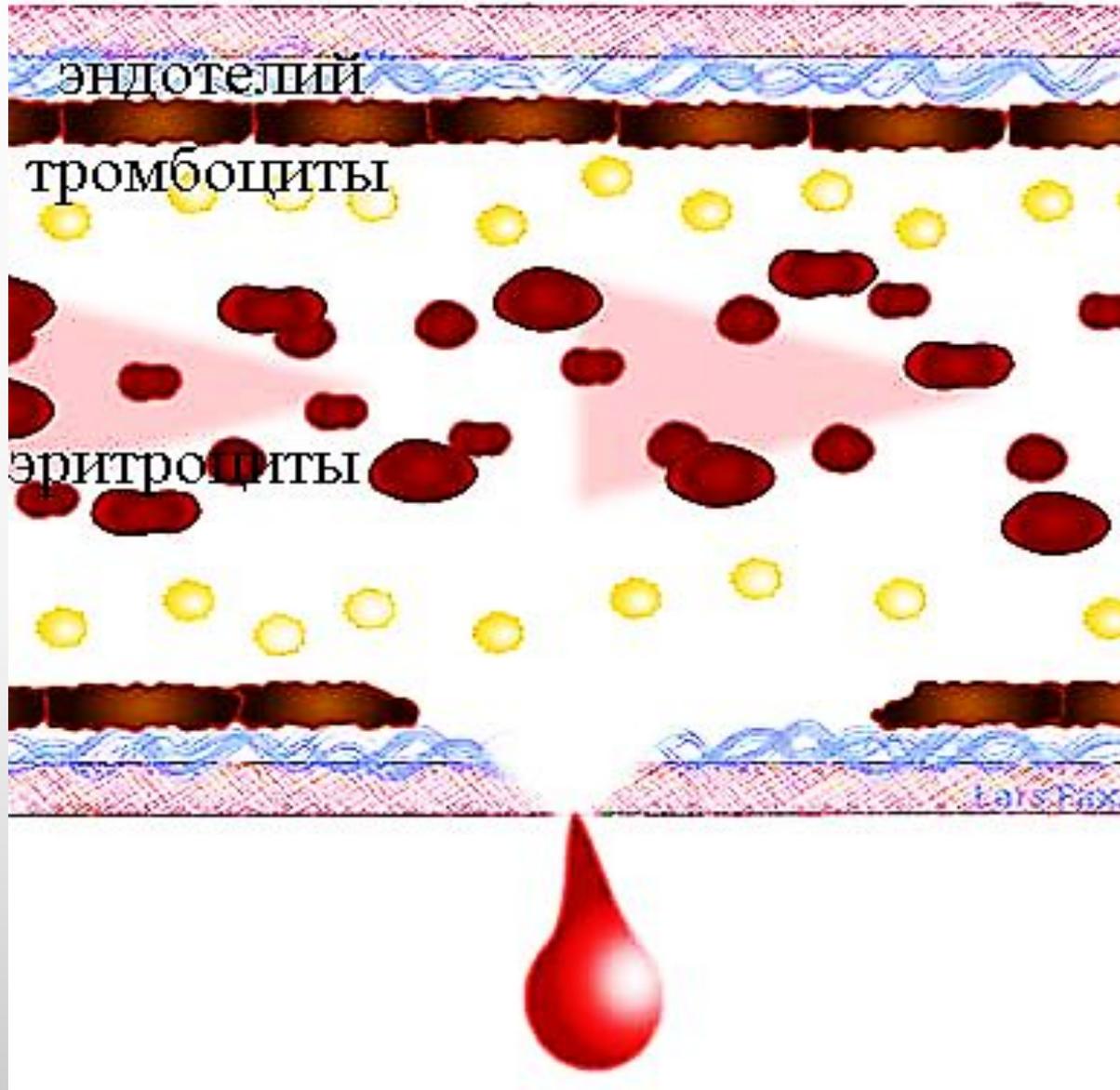
**ЭРИТРОЦИТ**

**ТРОМБОЦИТ**

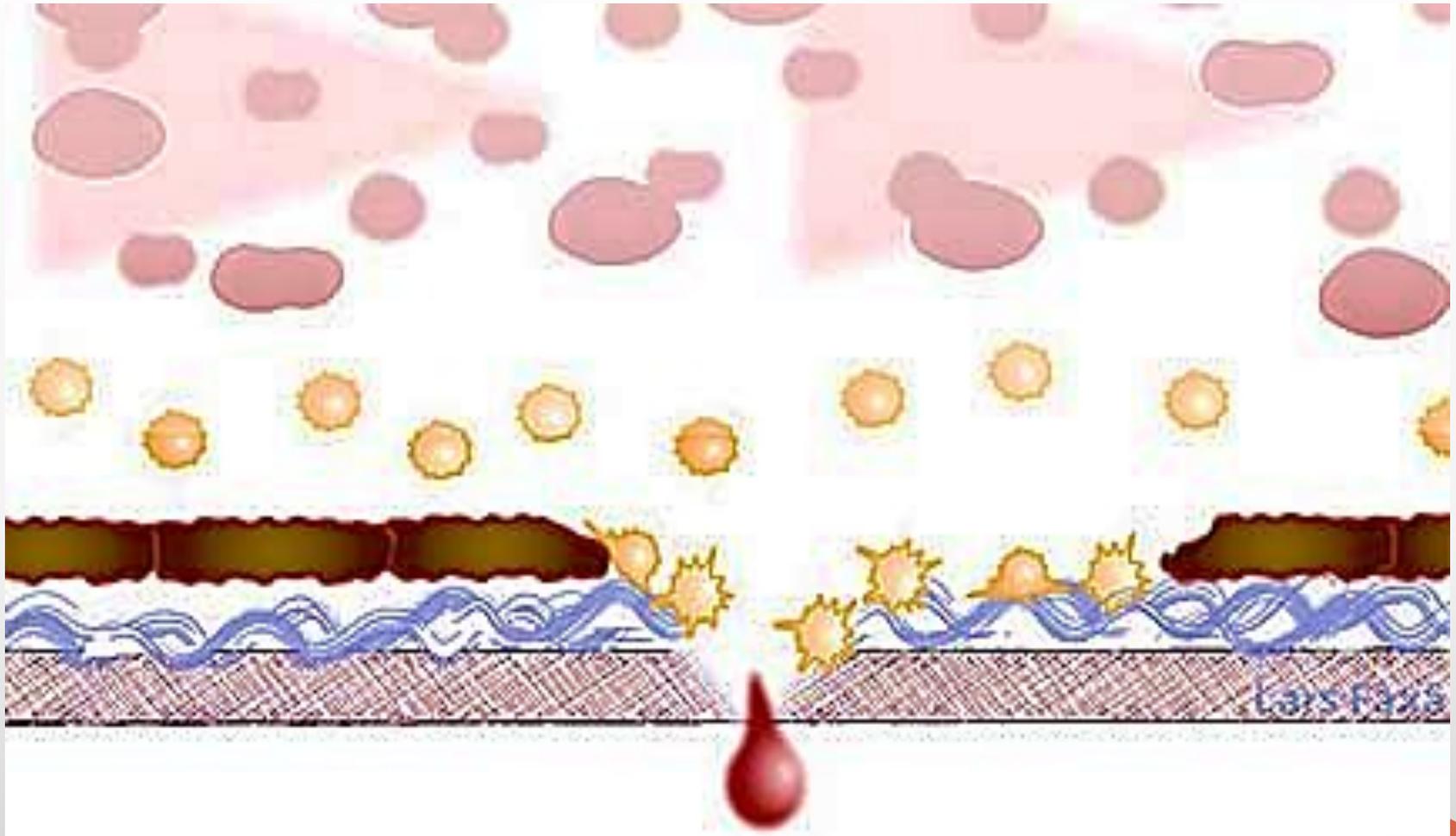
**ЛЕЙКОЦИТ**



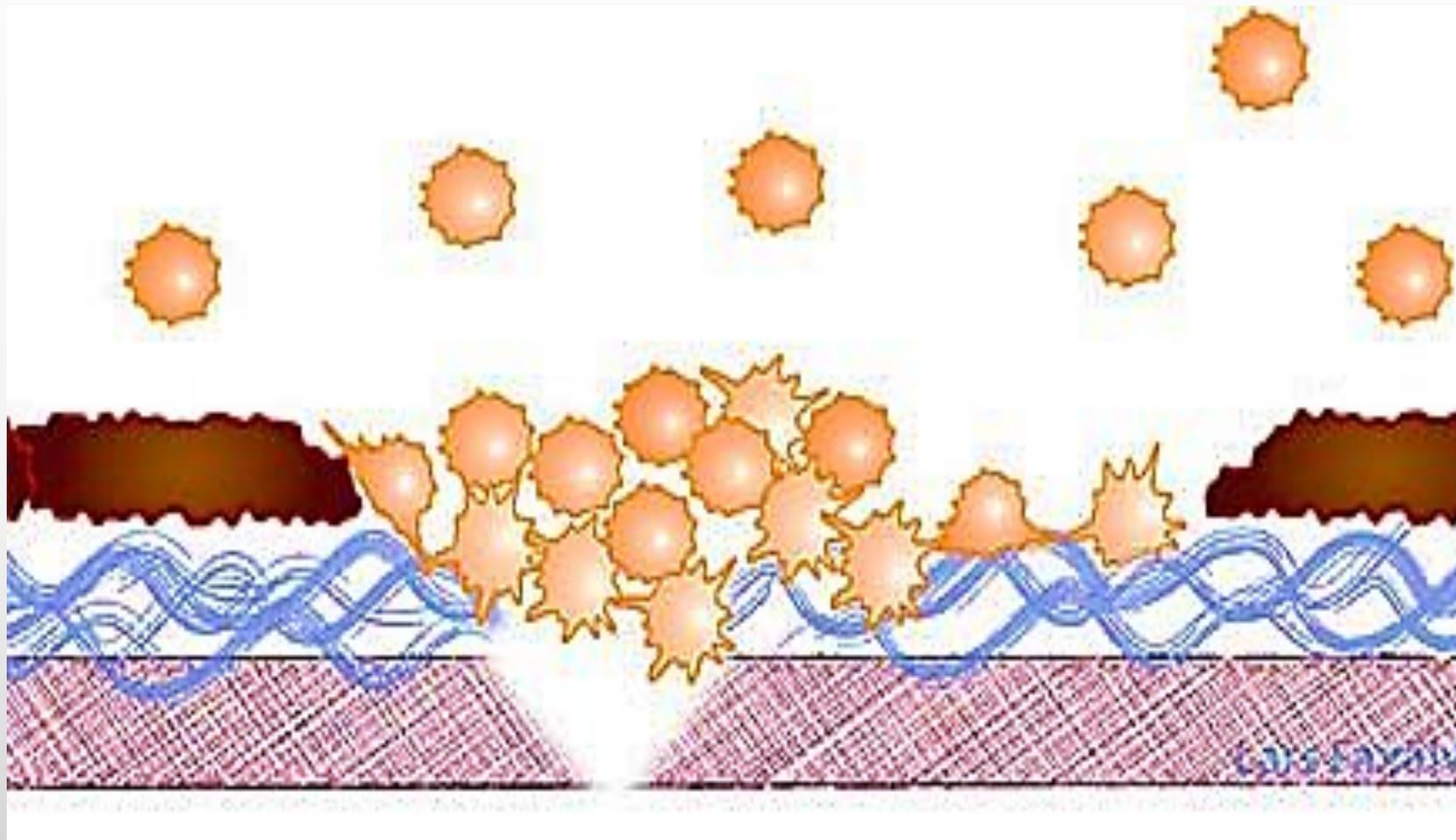
# ПОВРЕЖДЕНИЕ СТЕНКИ СОСУДА



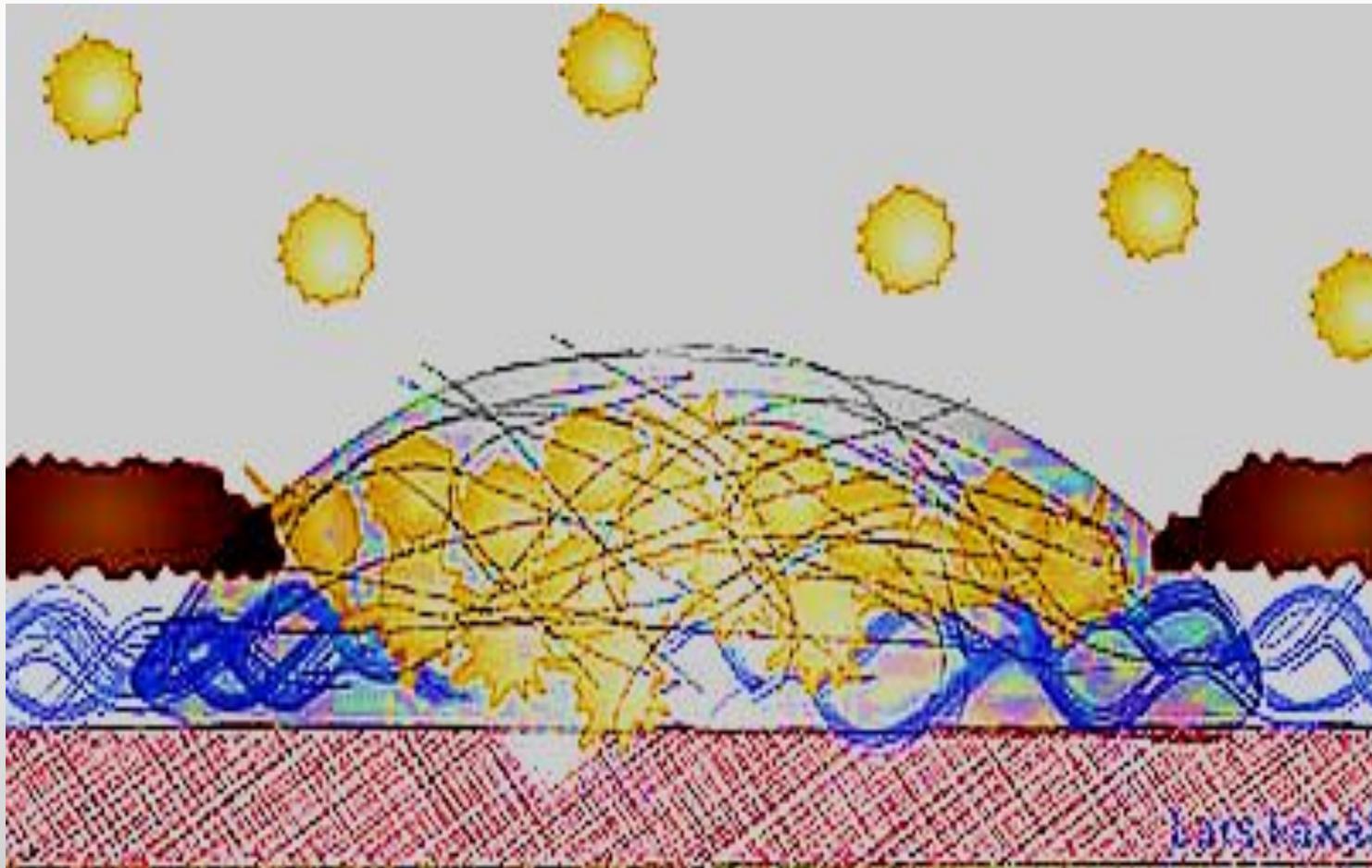
# АДГЕЗИЯ ТРОМБОЦИТОВ



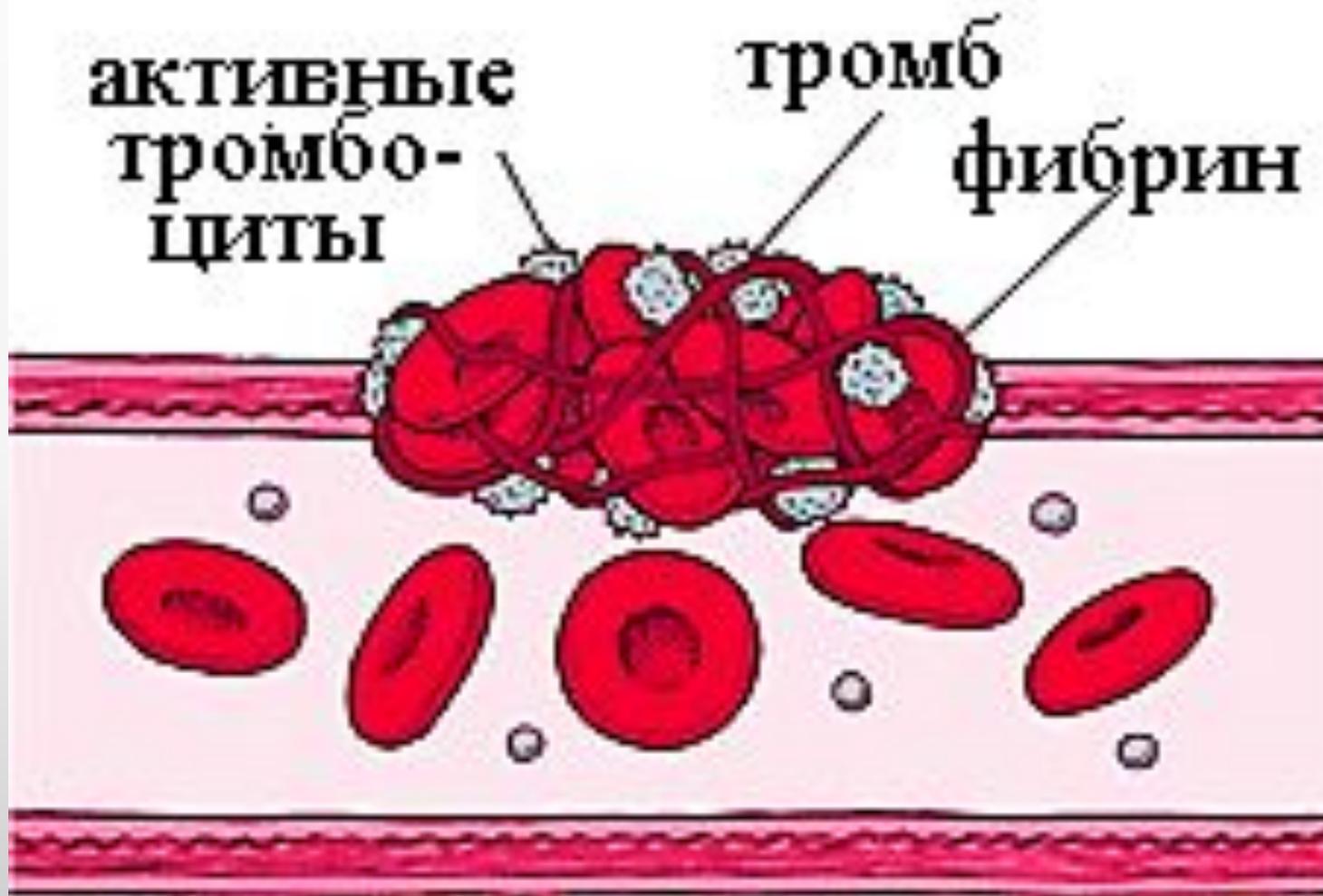
# АГРЕГАЦИЯ ТРОМБОЦИТОВ



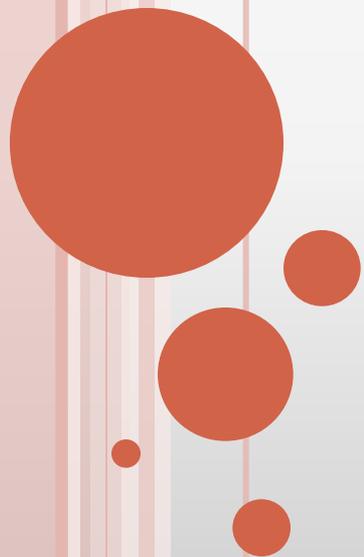
# КОАГУЛЯЦІЯ



# КРАСНЫЙ ТРОМБ



# Кровотворение



**Основная задача кроветворения:**  
поддержание постоянства  
количественного и качественного  
состава отдельных звеньев системы  
крови

**Основной закон регуляции  
кроветворения:**

в единицу времени рождается и  
умирает одинаковое количество  
клеток



## Теории кроветворения:

- 1. Полифилитическая теория** – миелоидная и лимфоидная линии кроветворения, а для каждого форменного элемента крови - свой предшественник (П. Эрлих).
- 2. Дуалистическая теория** – две стволовые клетки, не связанные общим предшественником: лимфоидная и миелоидная (Негели).
- 3. Теория абсолютного унитаризма** – родоначальная клетка крови - лимфоцит (А.А. Максимов).



4. **Теория умеренного унитаризма** – родоначальная клетка крови в постнатальном периоде – гемоцитобласт, происходящий из гемогистобласта (Паппенгейм и А.Н. Крюков).
  
5. **Молекулярно-генетическая теория** – общая родоначальная клетка крови (СКК) (Тилл и Макколлак).



# Способы воспроизводства клеток

## 1. Эмбриональный гемоцитопоэз:

- мезобластический период
- промежуточный (печеночный) период
- медуллярный период

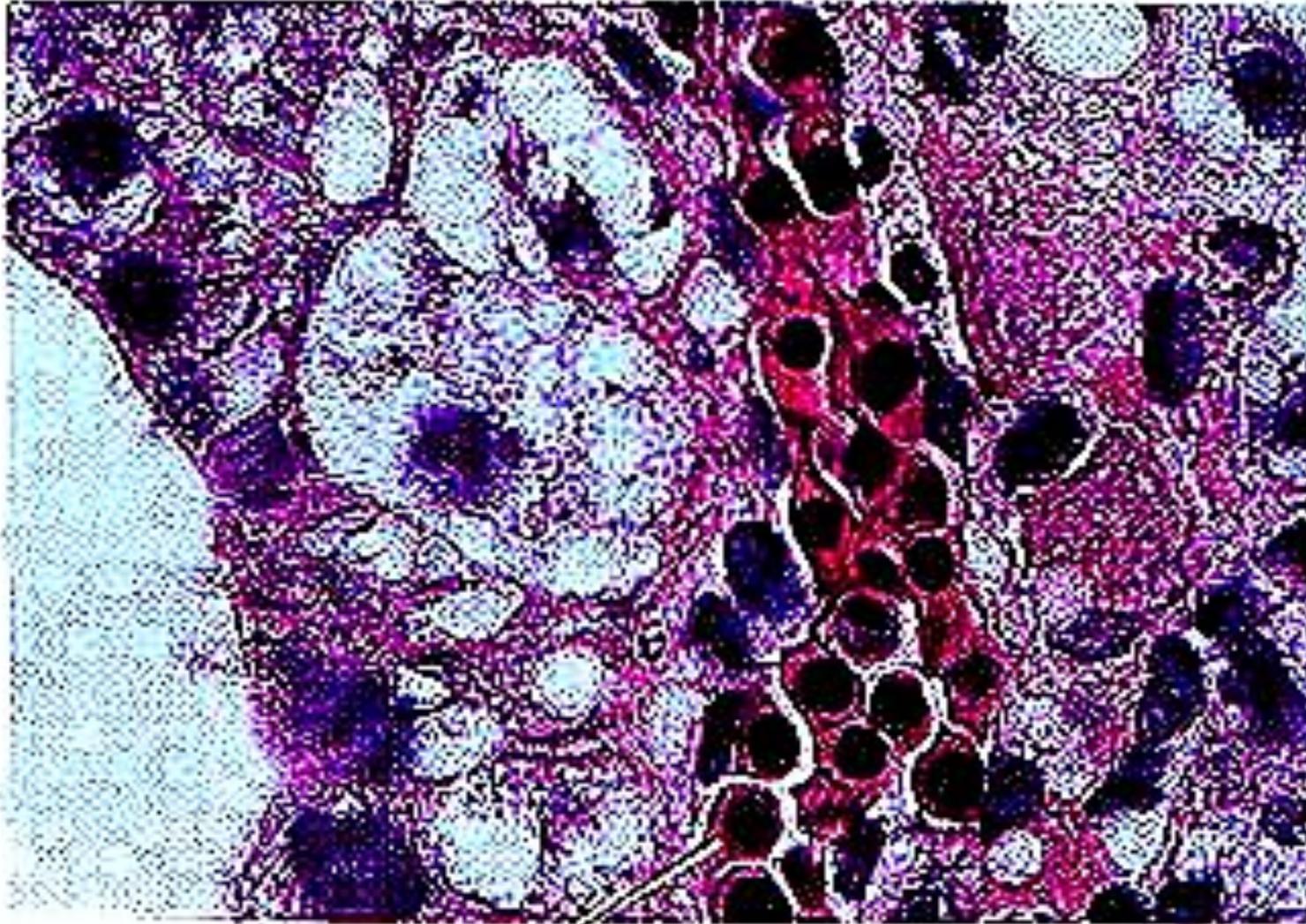
## 2. Постэмбриональный гемоцитопоэз



# Мезобластический период



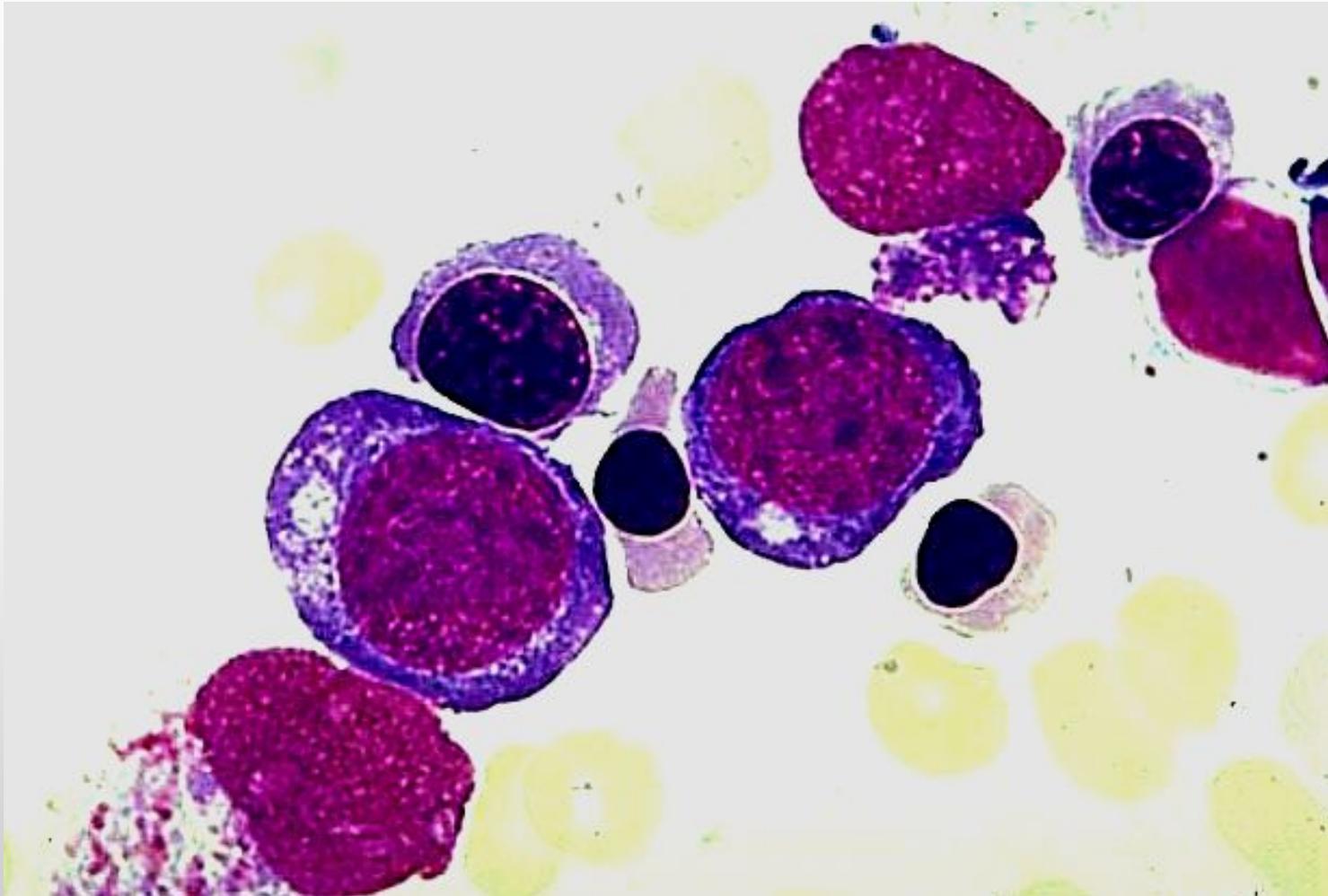
# Кроветворный островок в стенке желточного мешка



кровоетворный островок



# Эритробласты



# Промежуточное кроветворение

**Печень** – с **3-4-й недели** появляются стволовые и коммитированные клетки-предшественники миелоидного и лимфоидного рядов, дефинитивные эритроциты (нормоциты).

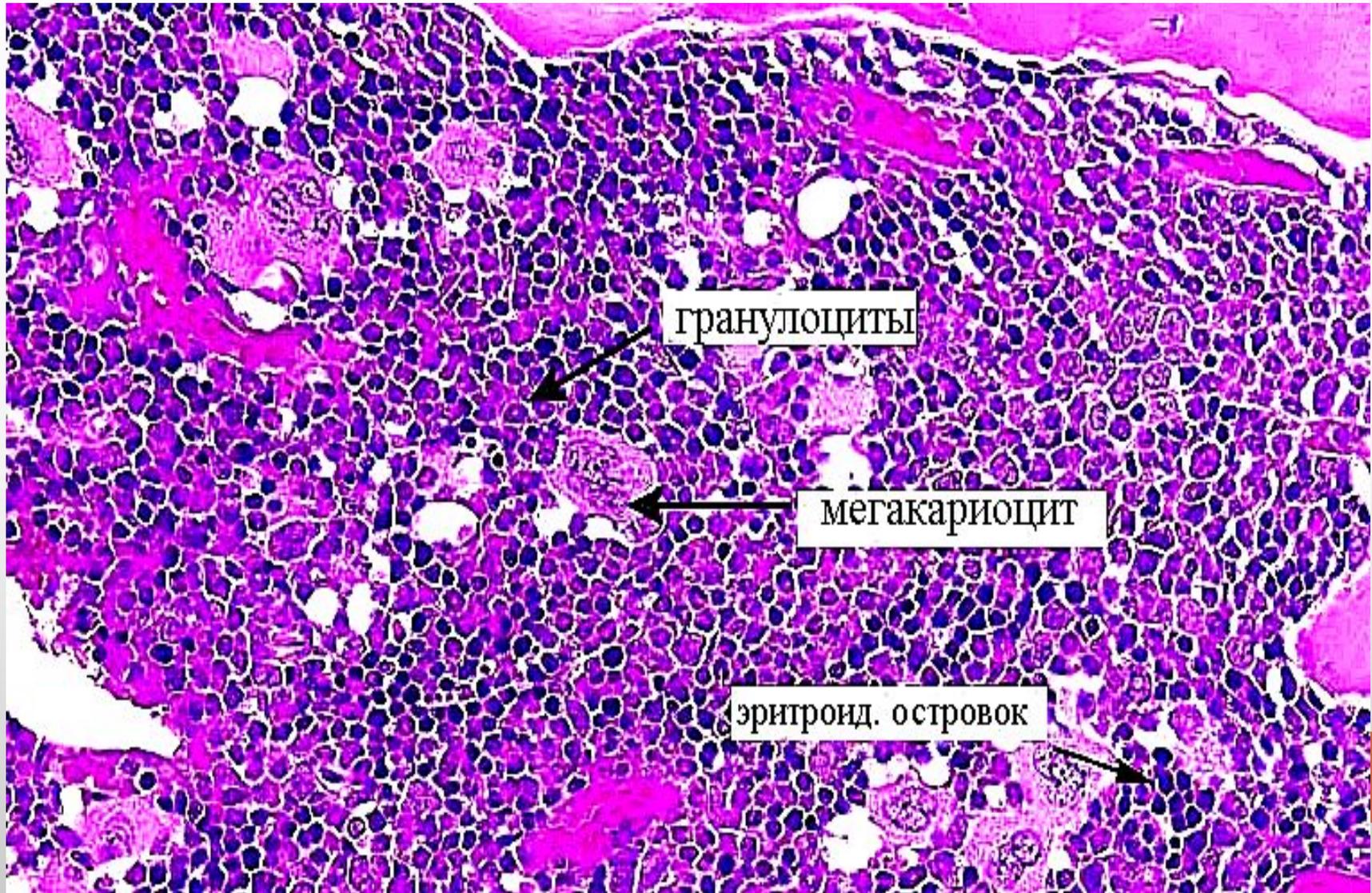
**Тимус** – с **8-й недели** выселяются Т-лимфоциты.

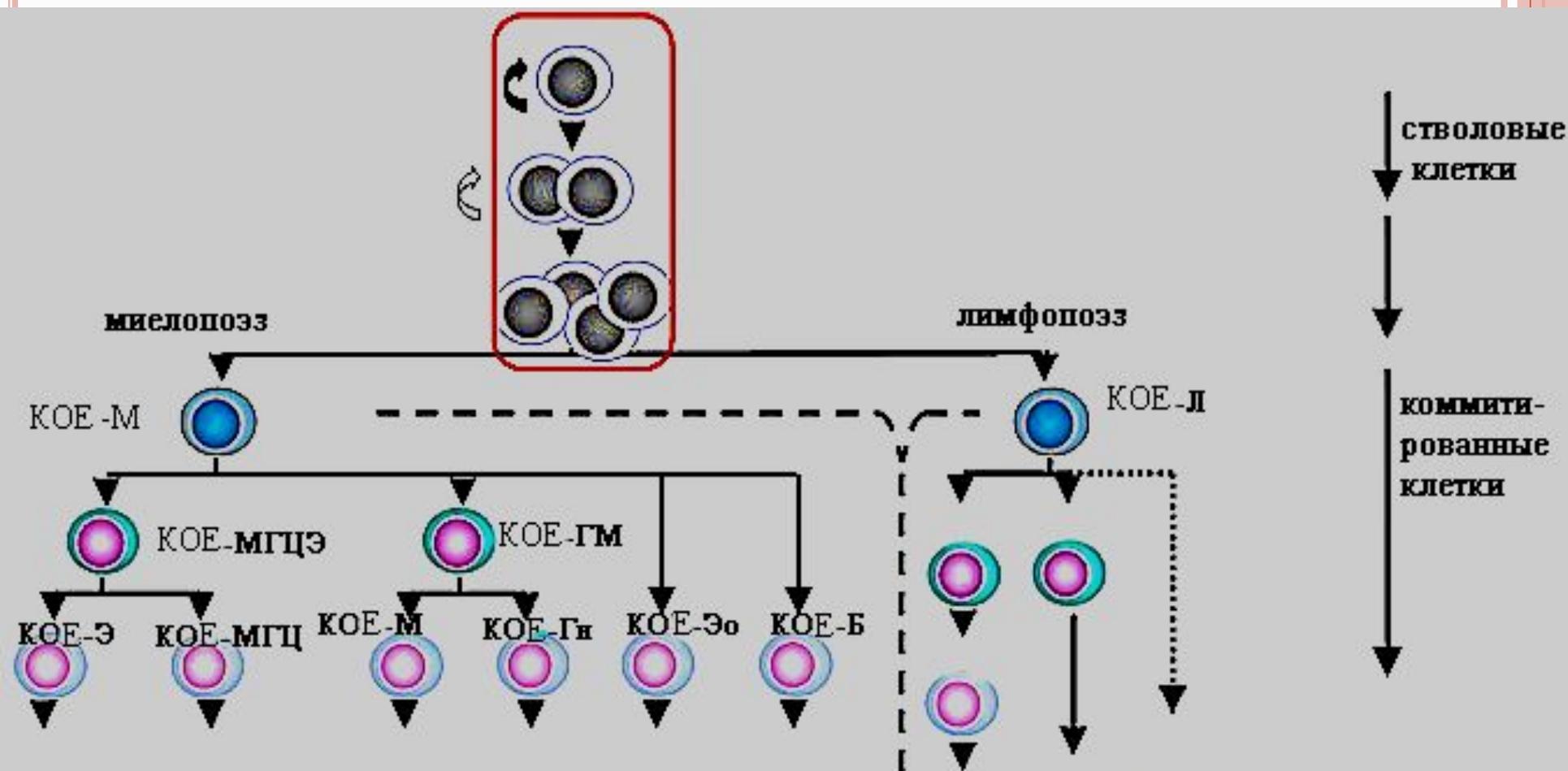
**Селезенка** – с **8-й недели** появляются эритробласты, макрофаги, гранулоциты, лимфоциты.

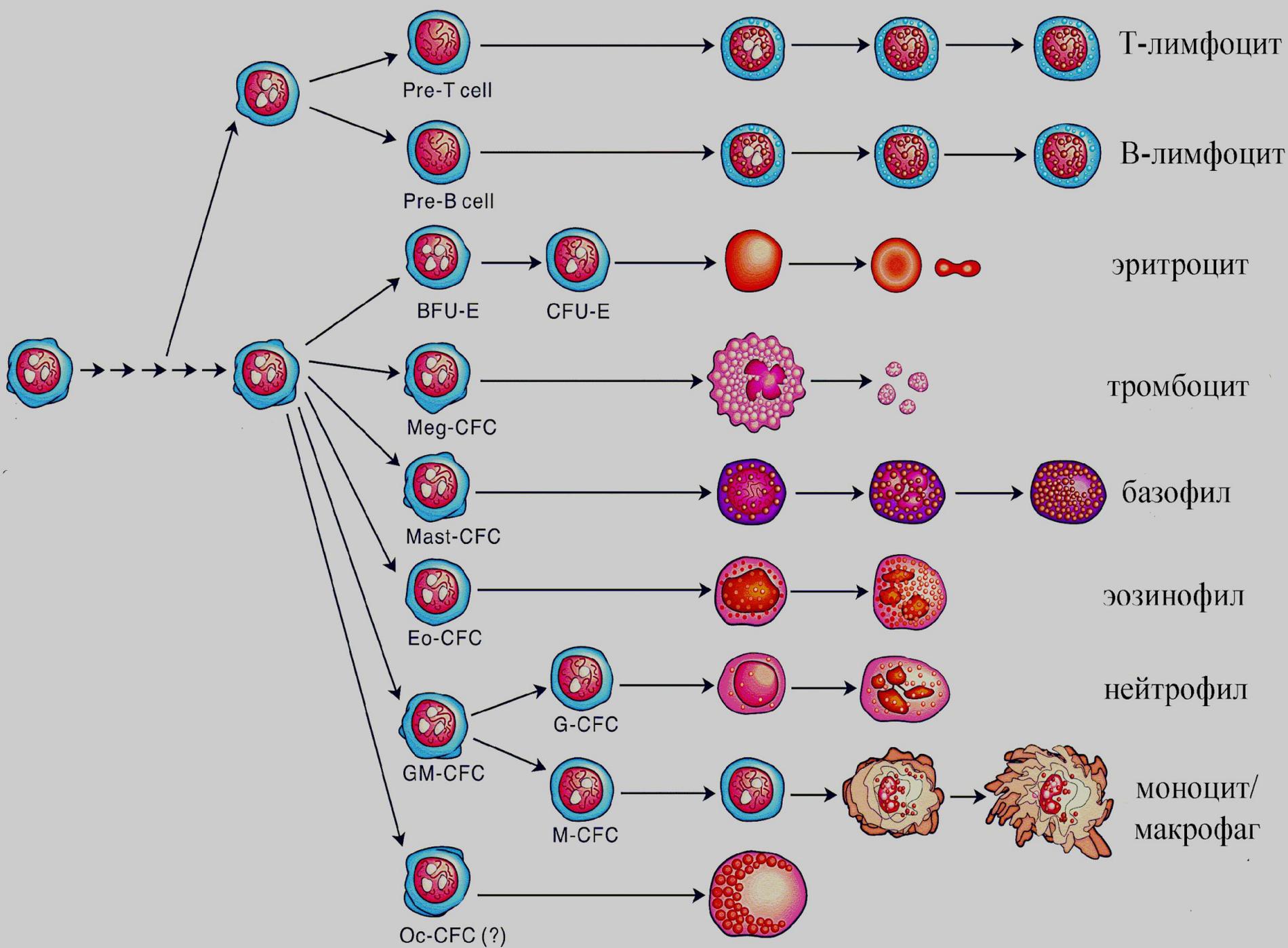
**Лимфоузлы** – к **13-й неделе** заселяются лимфоцитами и макрофагами и к **22-й неделе** они становятся лимфоидными органами.



# Медуллярный период







## Общая схема кроветворения:

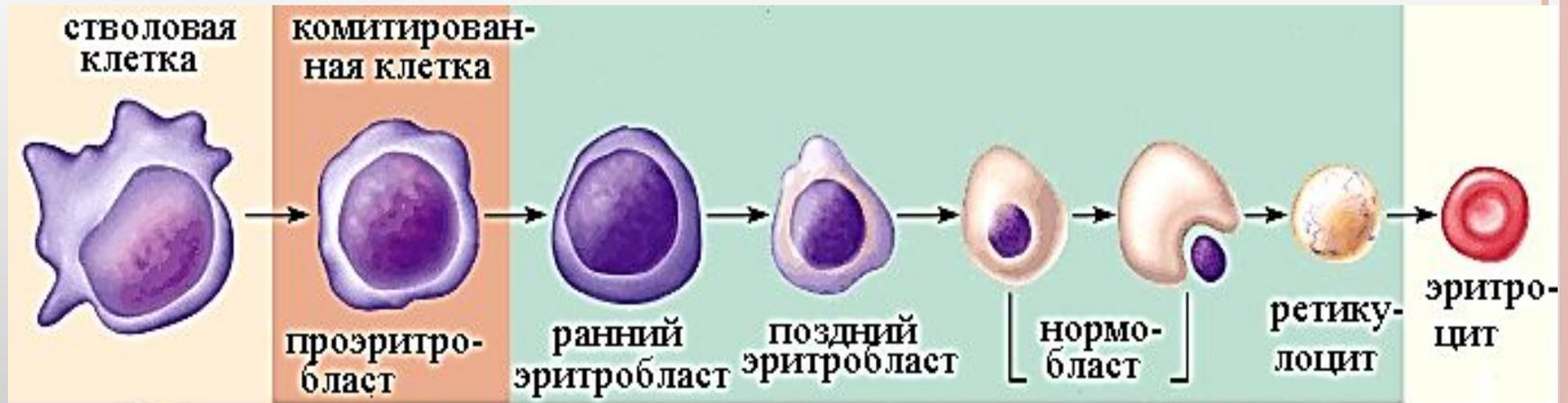
1. Стволовая клетка крови (СКК, CD34)
2. Полустволовые предшественники лимфопоэза и миелопоэза (КОЕ)
3. Унипотентные клетки (КОЕ-Э, КОЕ-МГЦ и т.д.)
4. Бласты (монобласты, эритробласты, миелобласты и т.д.)
5. Созревающие клетки
6. Зрелые форменные элементы



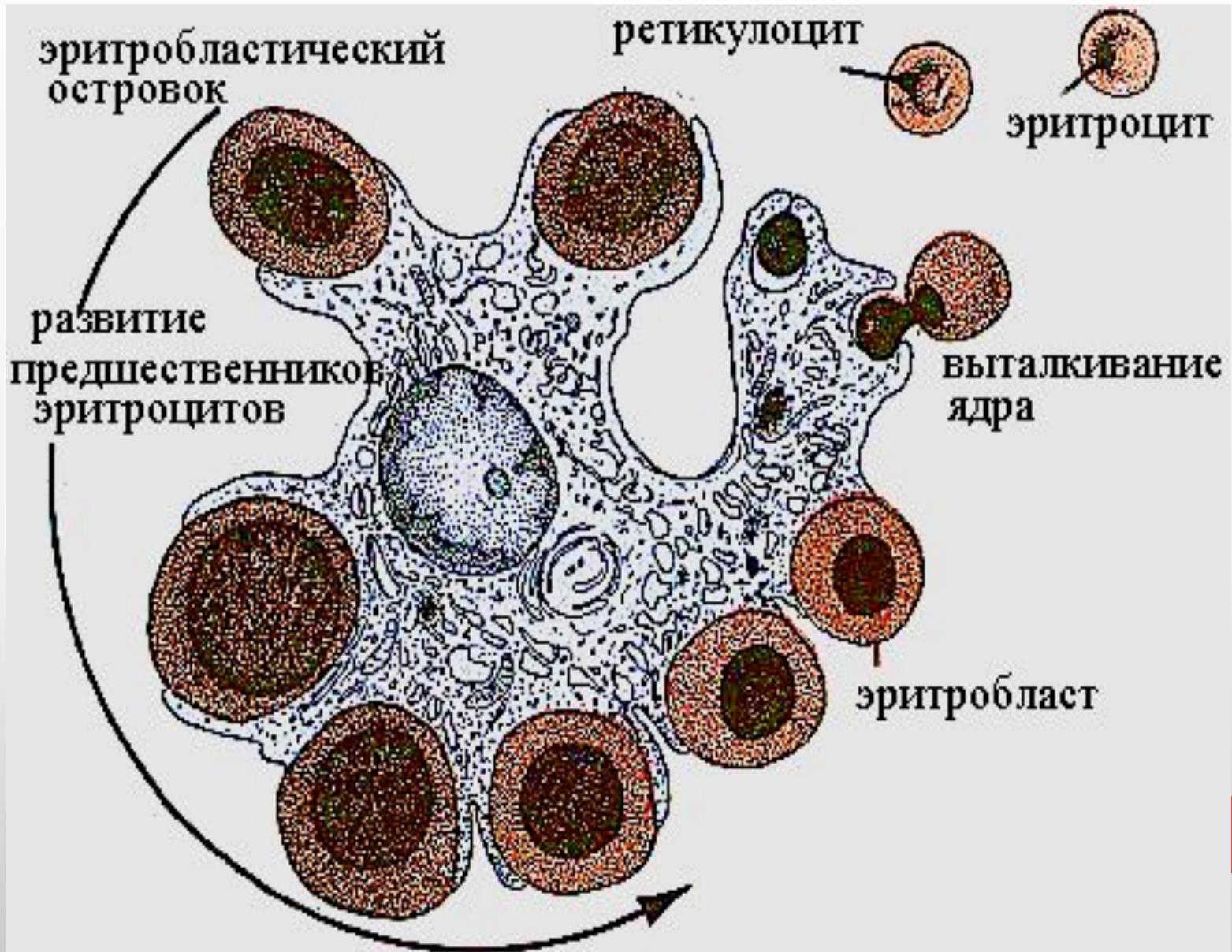
# Эритроцитарный ряд

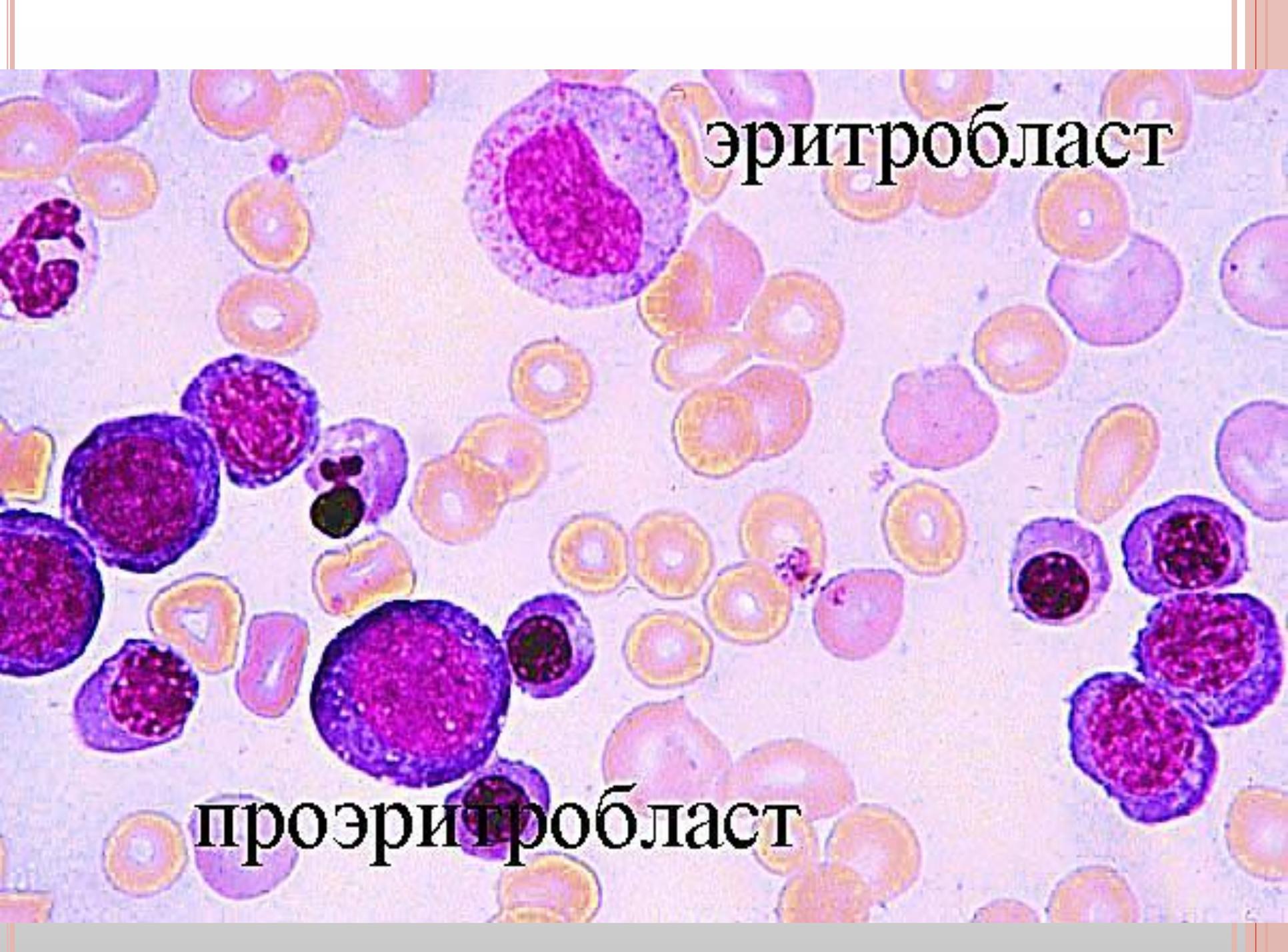
СКК → КОЕ-М → КОЕ-ГнЭ → БОЕ-Э →

КОЕ-Э → проэритробласт → базофильный эритробласт →  
полихроматофильный эритробласт → оксифильный  
эритробласт → ретикулоцит → эритроцит



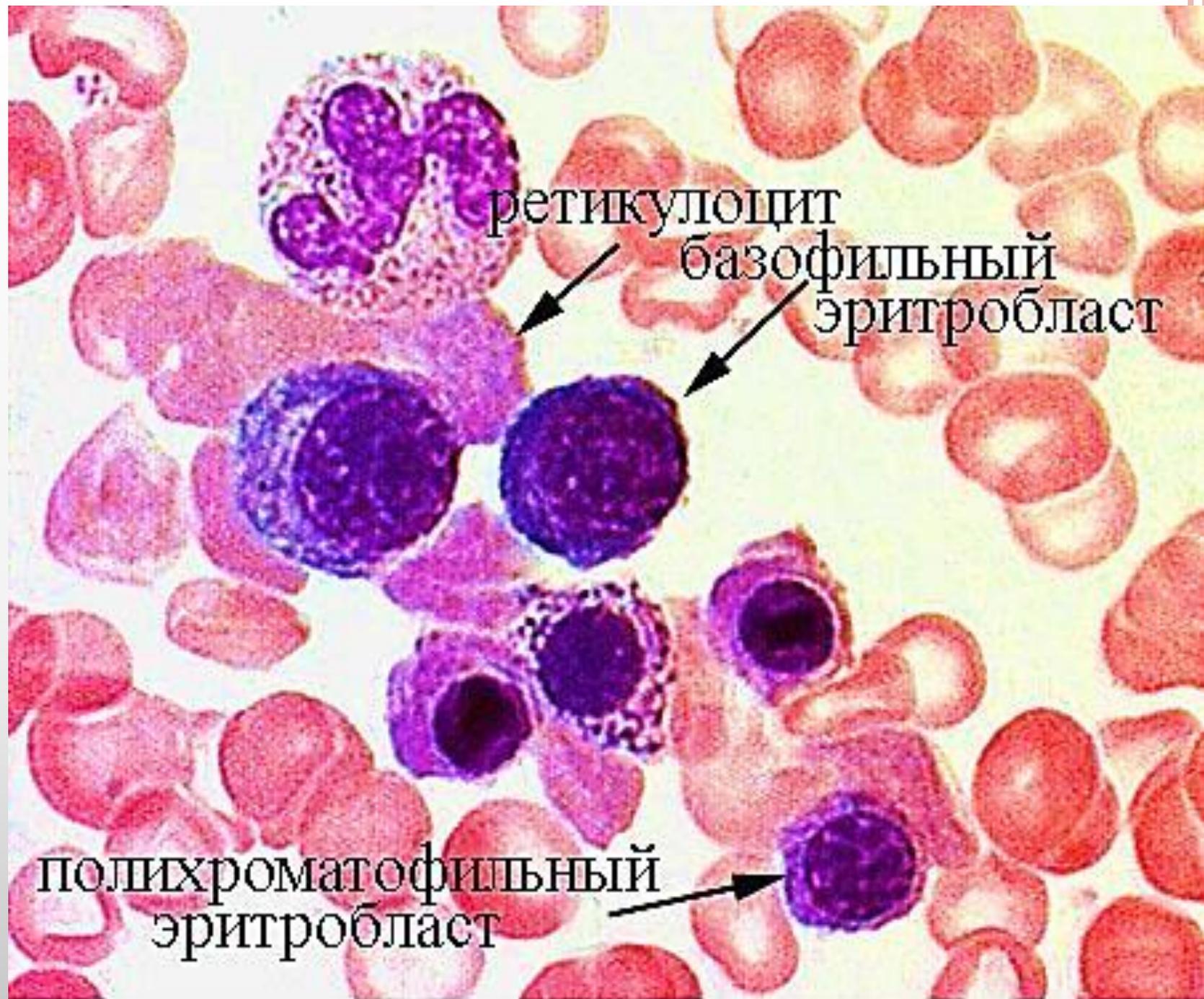
# Эритробластический островок





эритробласт

проэритробласт

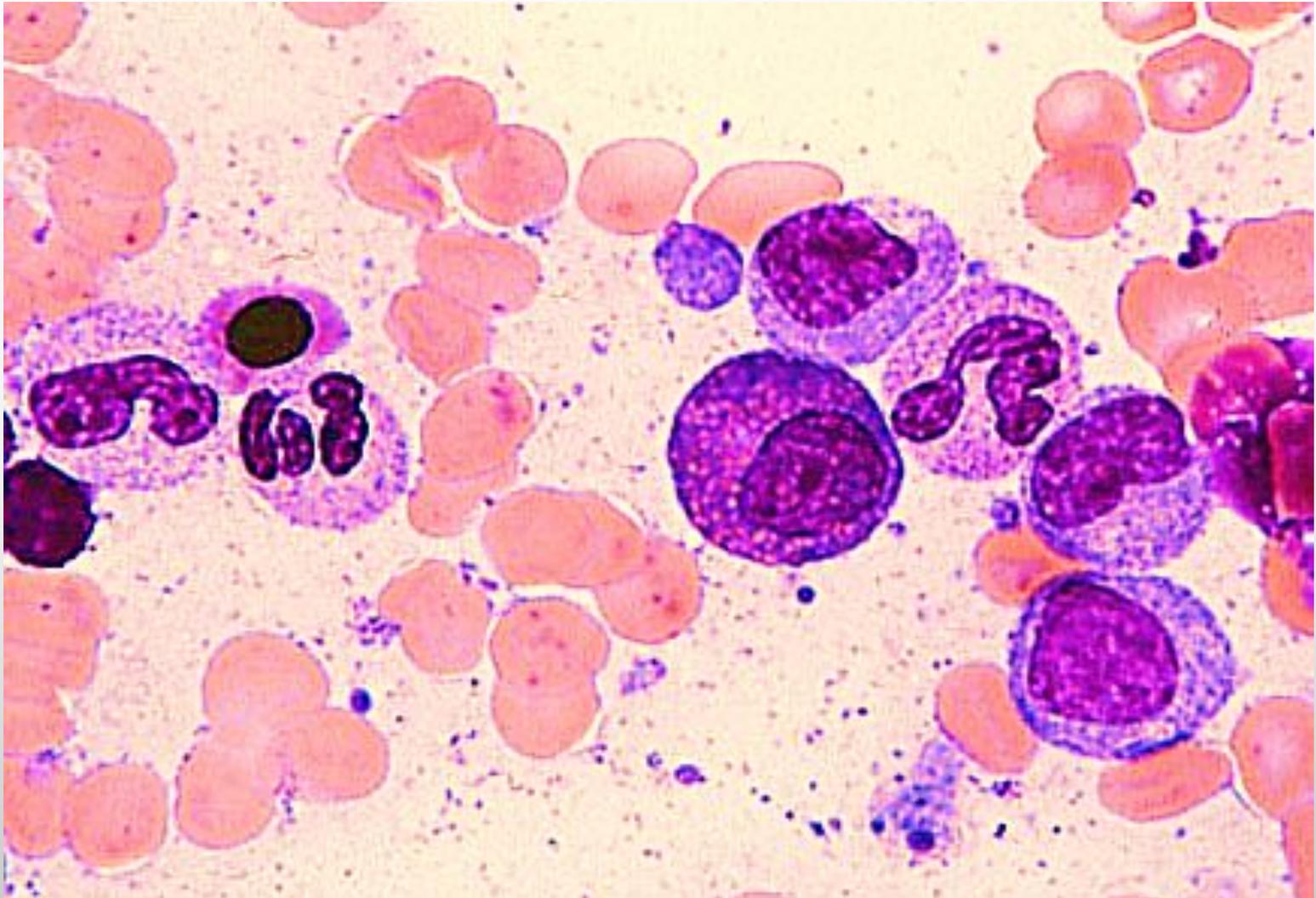


## Гранулоцитарный ряд

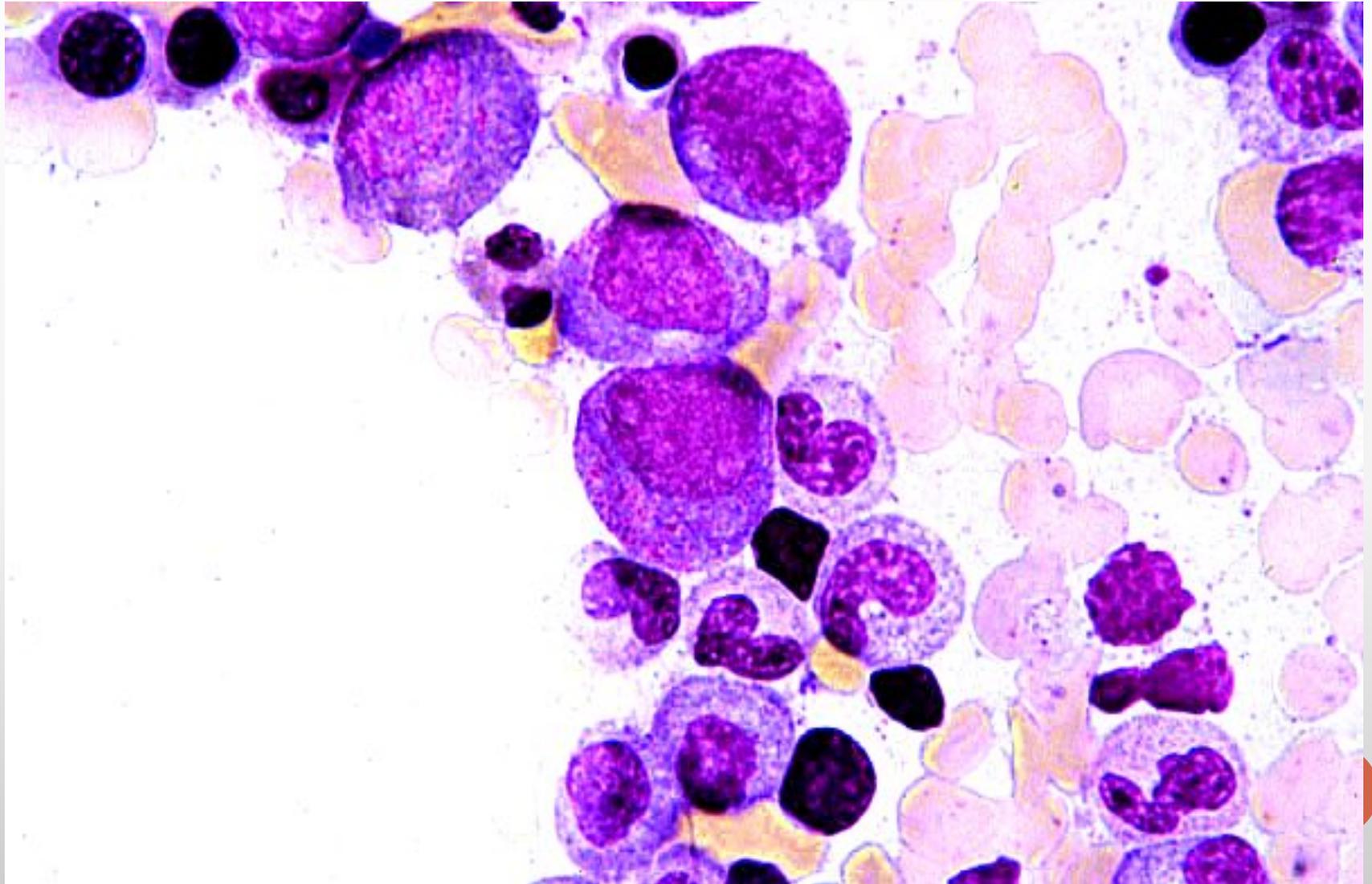
СКК → КОЕ-М → КОЕ-ГМ → КОЕ-Гн,  
КОЕ-Эо, КОЕ-Б → миелобласты →  
промиелоциты → миелоциты →  
метамиелоциты → палочкоядерные  
сегментоядерные (базофил, эозинофил, нейтрофил)



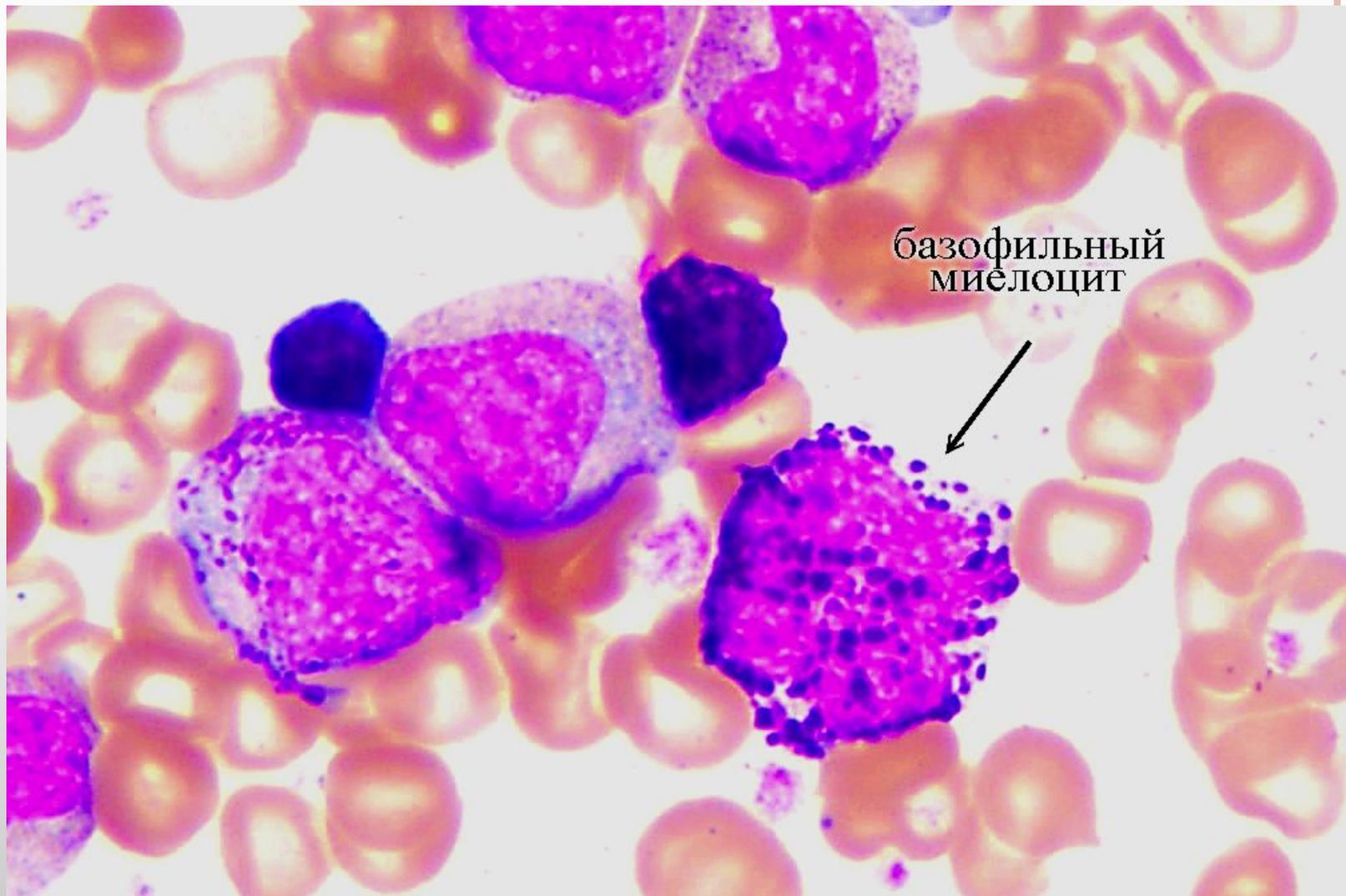
# Гранулоцитопозэ



# Нейтрофильный ряд



## Созревание базофила



## Моноцитарный ряд

СКК → КОЕ-М → КОЕ-ГМ → КОЕ-М  
→ монобласт → промоноцит →  
моноцит → макрофаг



сегментоядерный  
гранулоцит

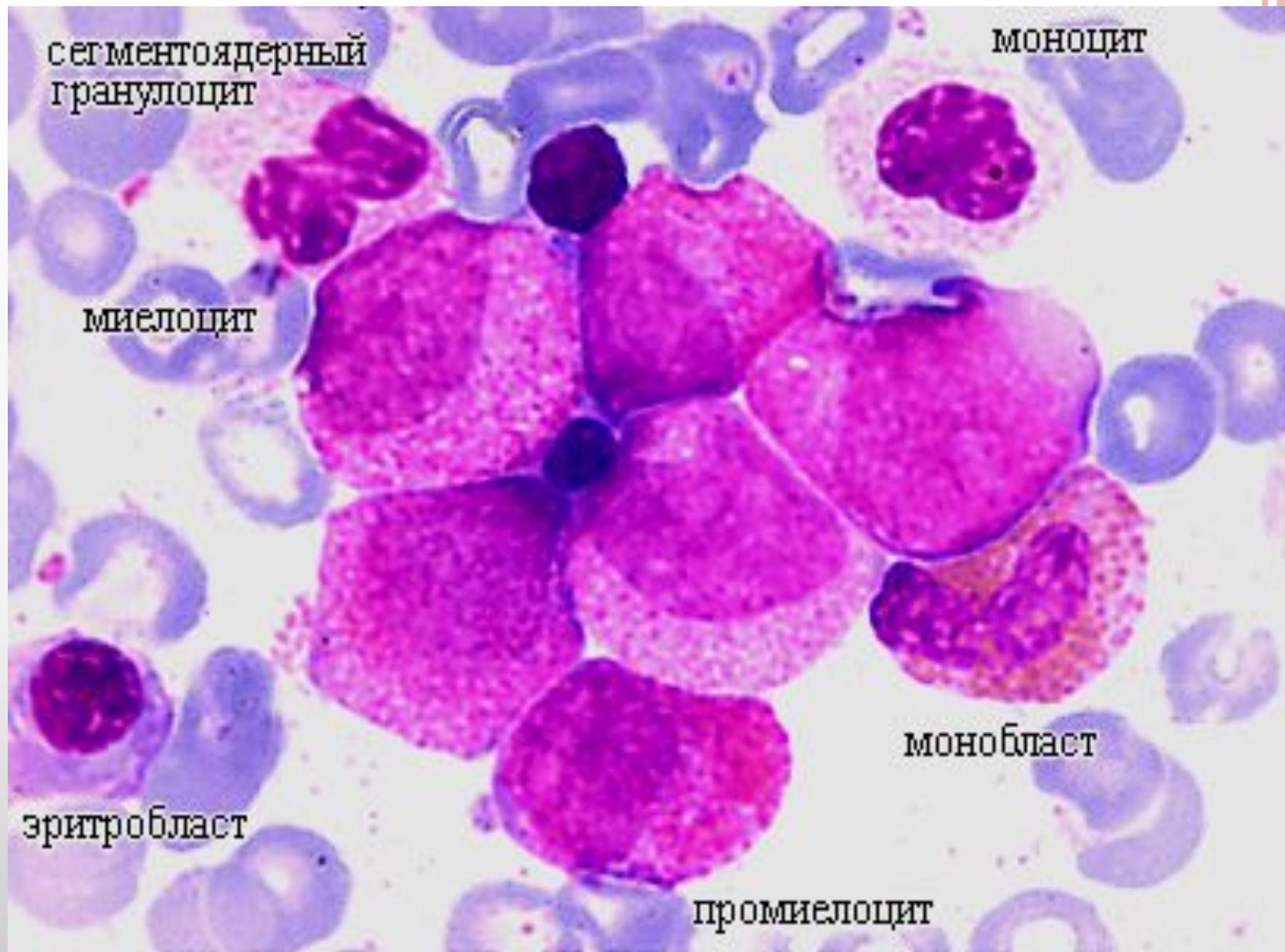
МОНОЦИТ

миелоцит

монобласт

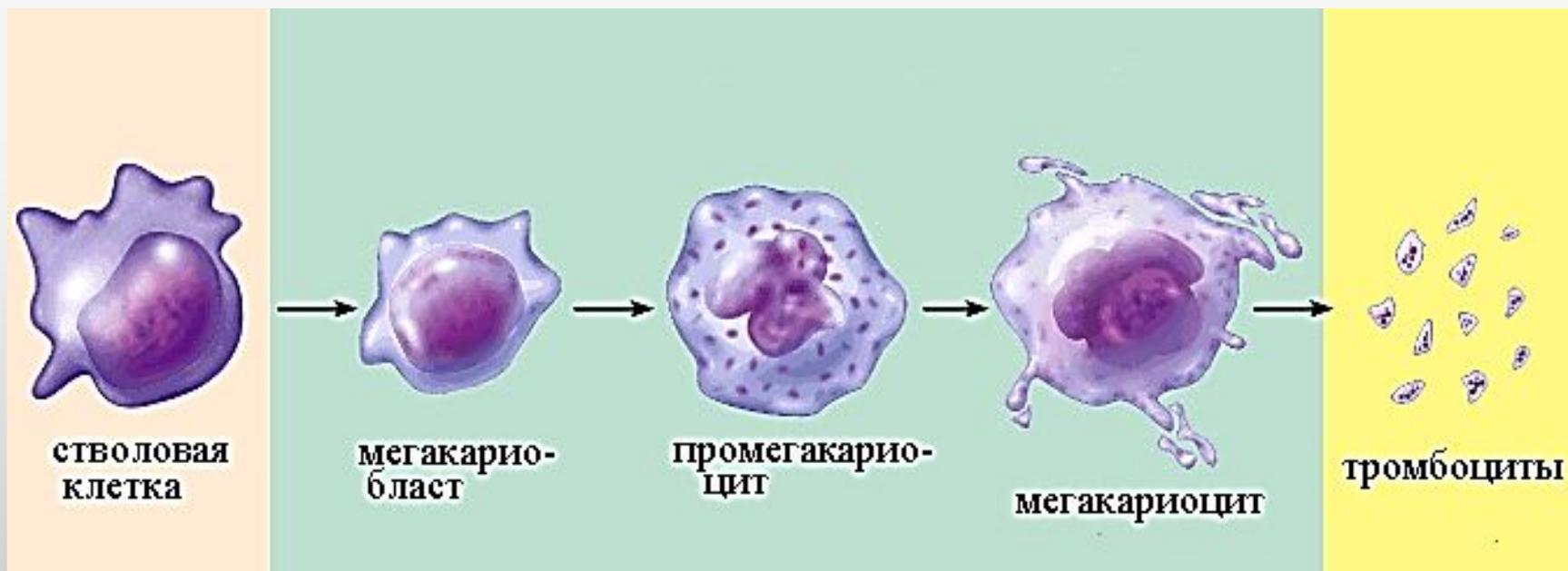
эритробласт

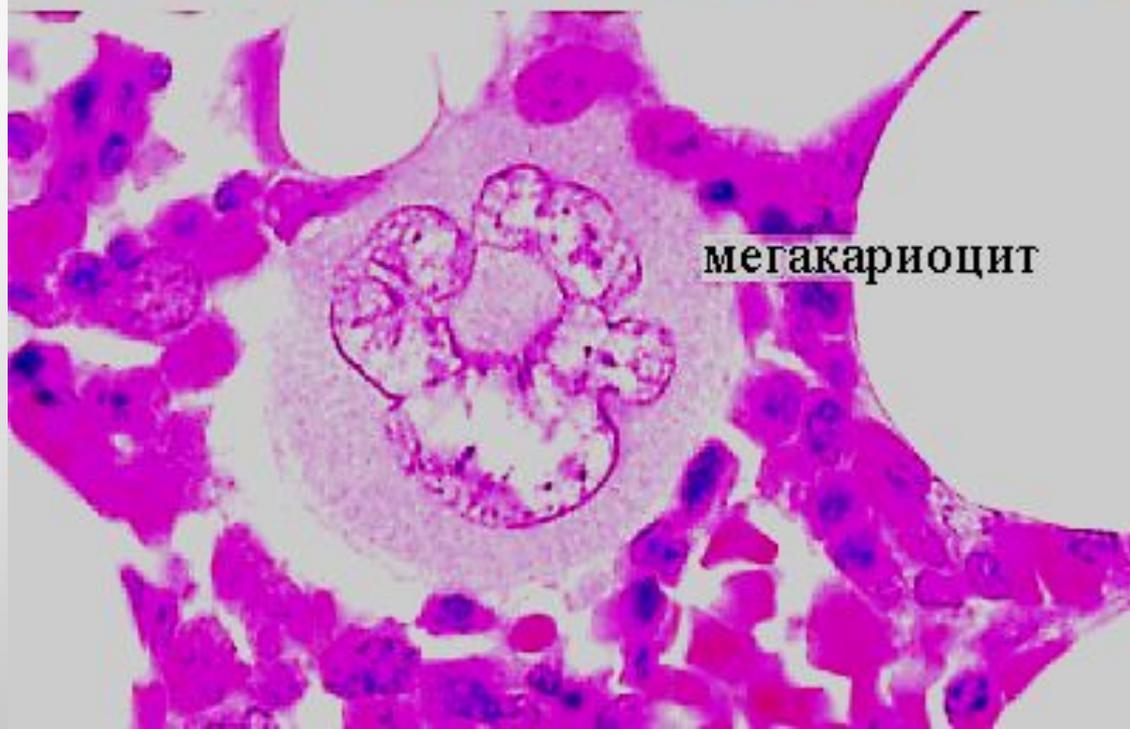
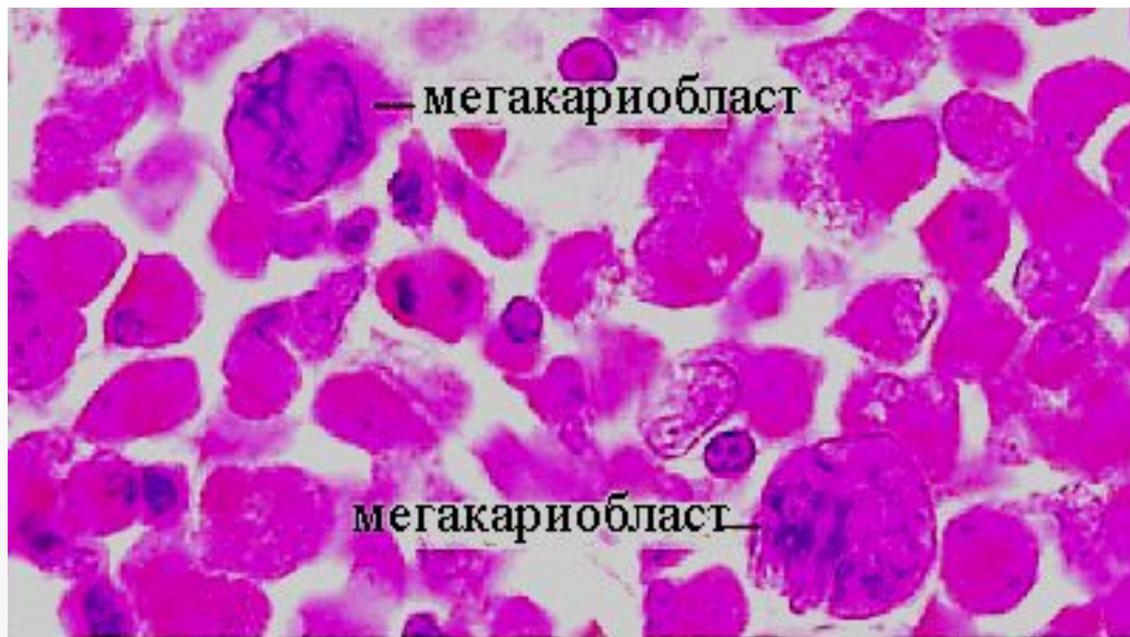
промиелоцит



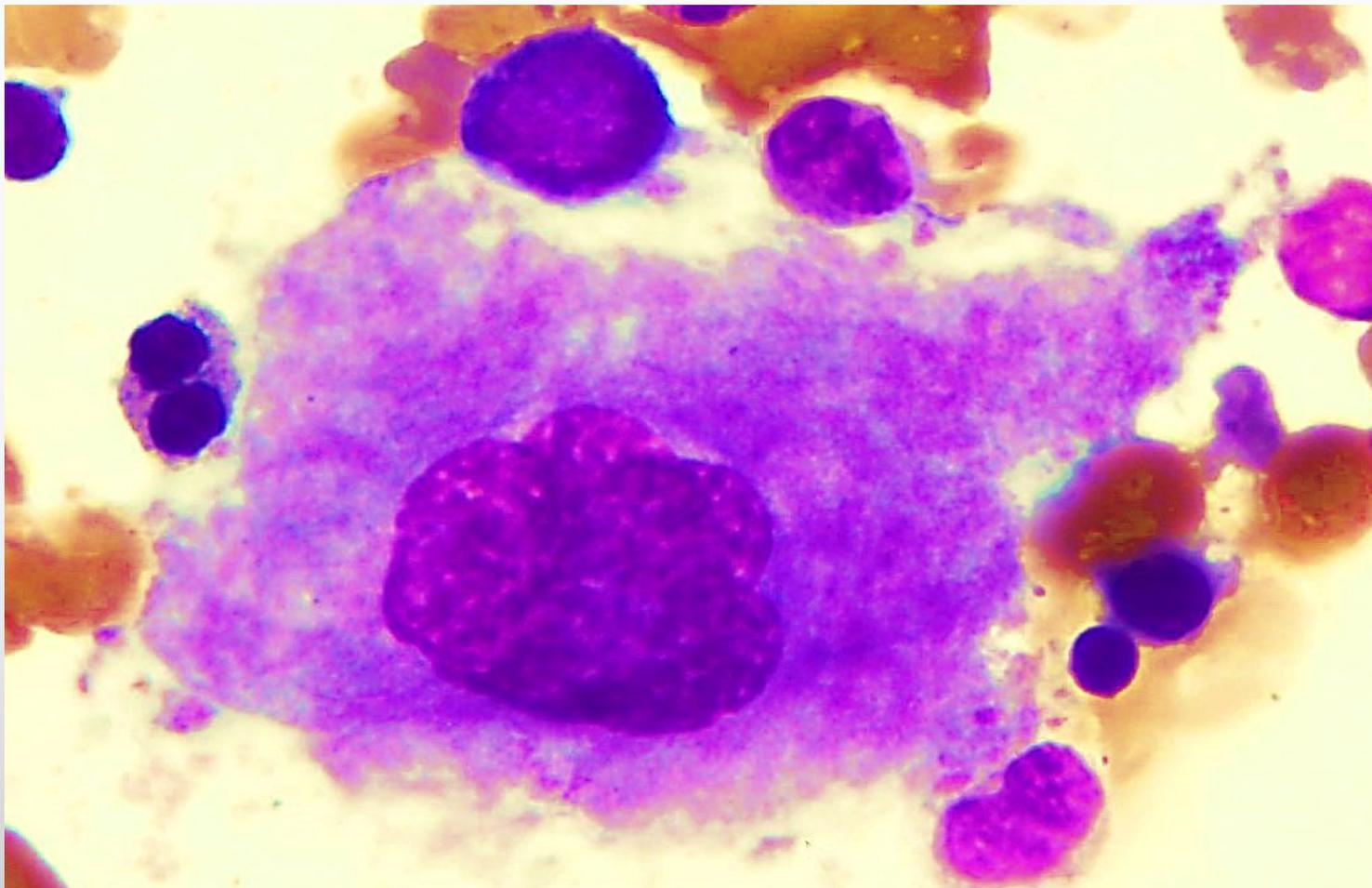
# Тромбоцитарный ряд

СКК → КОЕ-МГЦЭ → КОЕ-МГЦ →  
мегакариобласт → промегакариоцит →  
мегакариоцит → тромбоцит





# Зрелый мегакариоцит



## Лимфоидный ряд

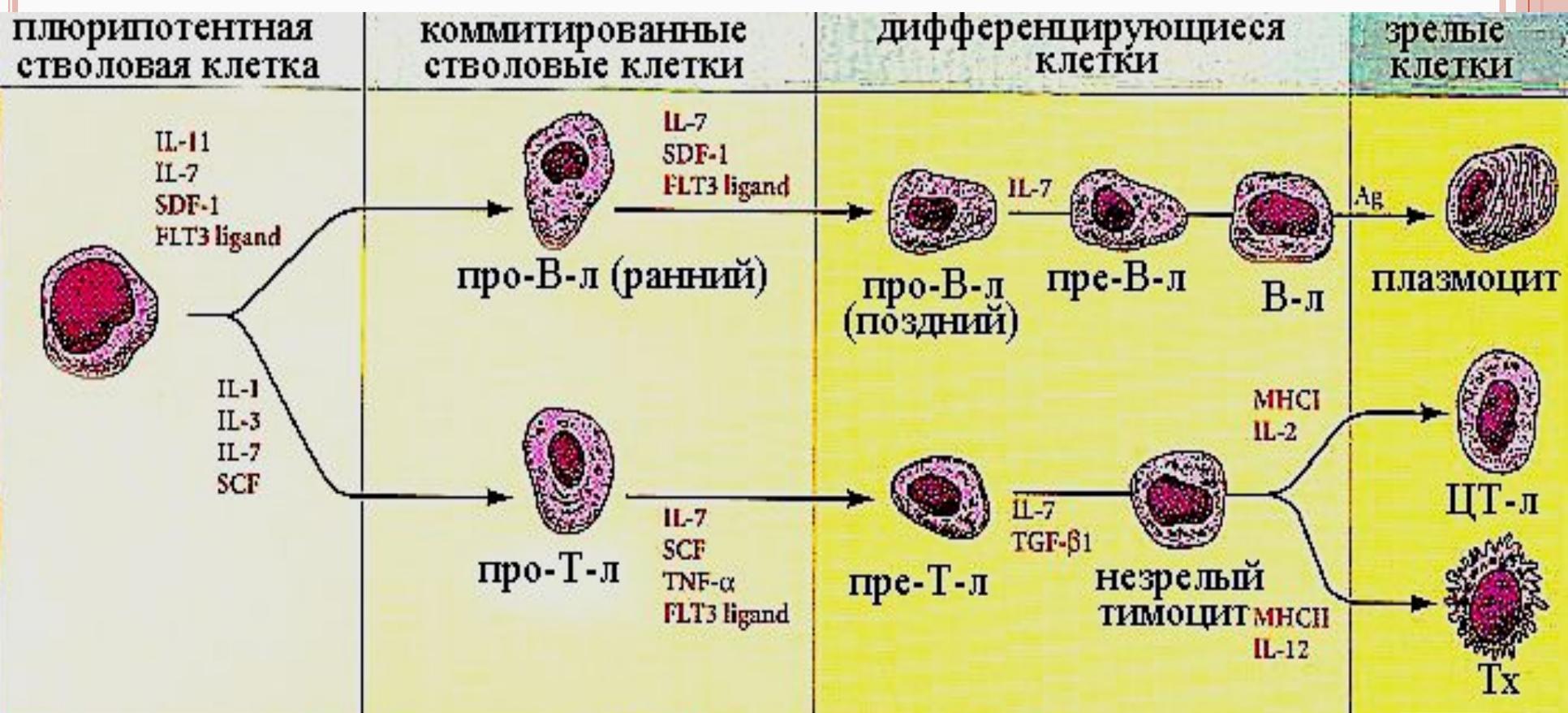
СКК → КОЕ-Л → клетка-предшественник **T-л**, клетка-предшественник **B-л**, клетка-предшественник **NK** → лимфообласты **T** и **B**:

1) пре-**T-л** → **T-л** → **T-киллеры**, **T-супрессоры**, **T-хелперы**

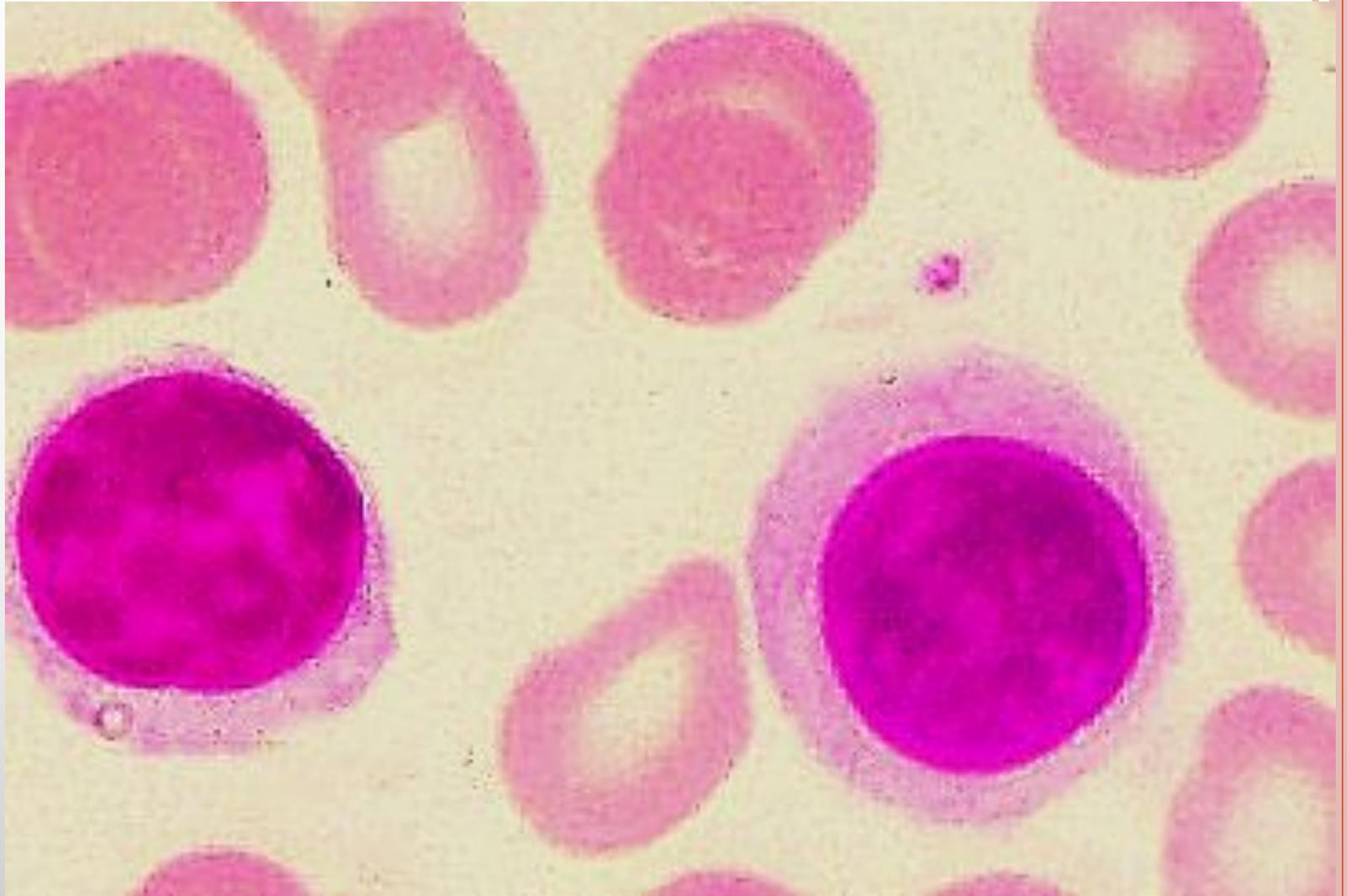
2) пре-**B-л** → **B-л** → **плазмоциты**



# Лимфоцитопоэз



# Лимфоциты



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

