

# ФОРМЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ КРОВИ.



ЭРИТРОЦИТЫ



ТРОМБОЦИТЫ



ЛЕЙКОЦИТЫ  
Агранулоциты



Лимфоциты



Моноциты

Гранулоциты



Базофилы



Эозинофилы

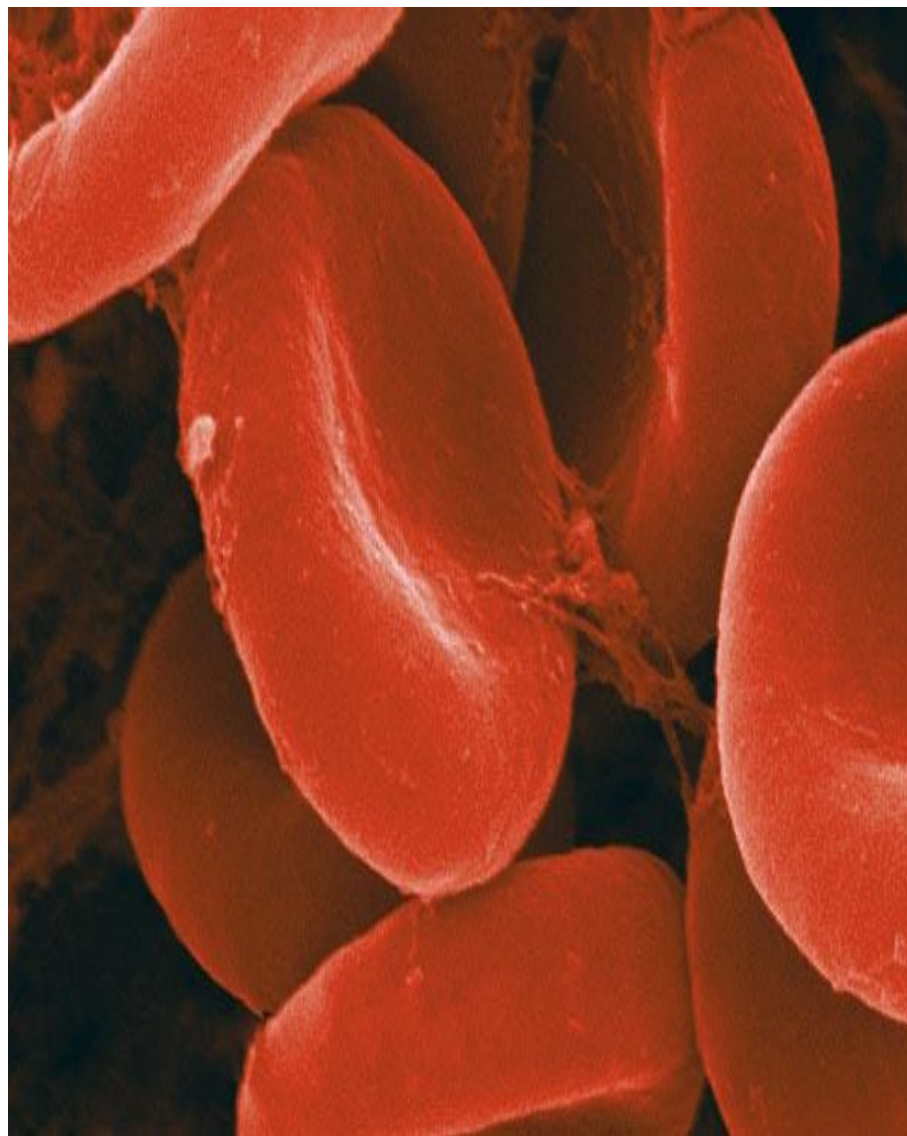


Нейтрофилы



# Эритроциты (красные клетки крови):

- Имеют форму двояковогнутого диска;
- Диаметр 7,0-7,7 мкм – нормоцит;
- На 70% состоят из воды, относительно сухие клетки;
- Безъядерные;
- Состоит из мембраны, обладающей избирательной проницаемостью для ионов.



***Микроцит*** – эритроцит диаметром менее 6,0 мкм.

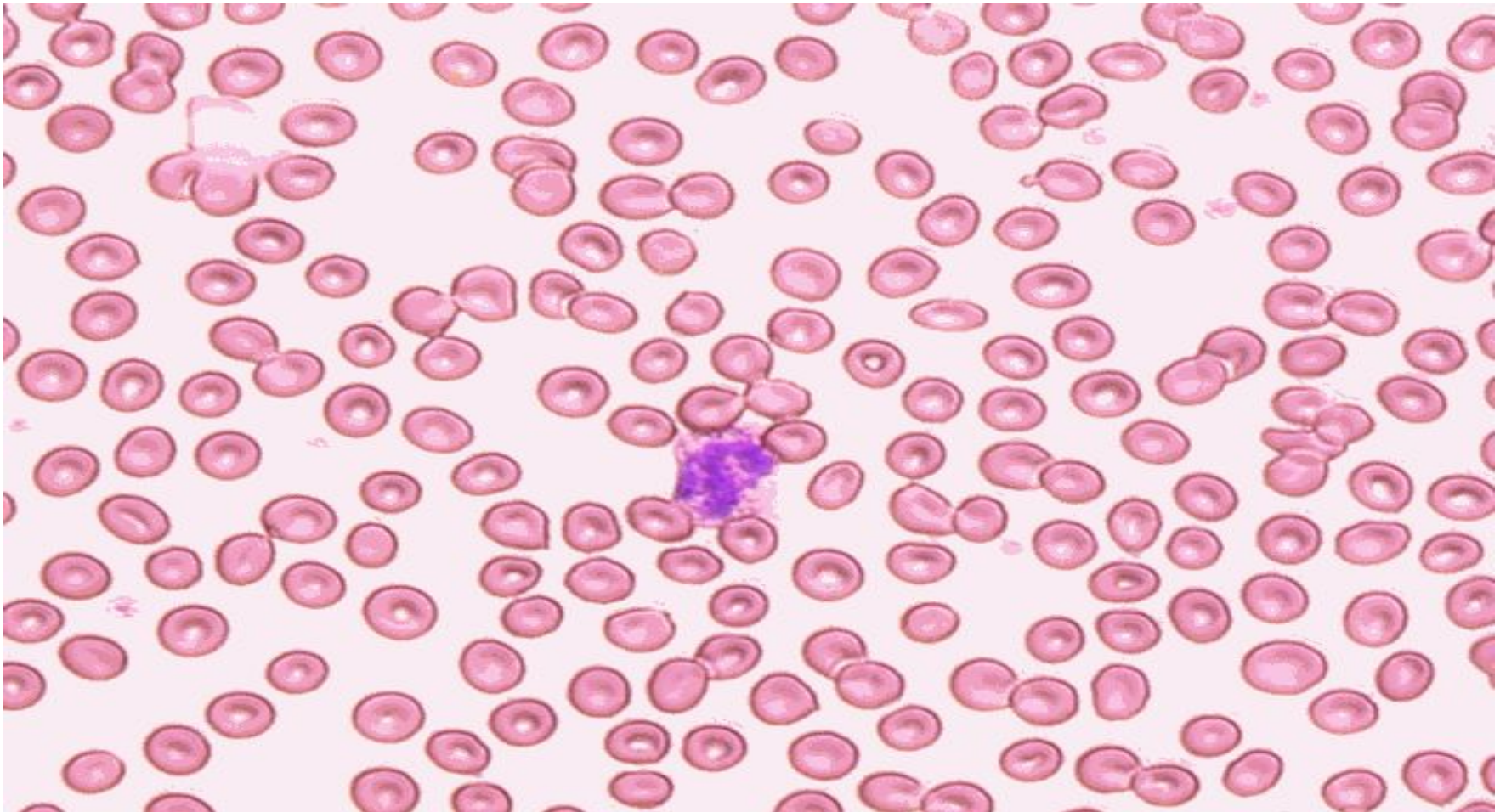
***Макроцит*** – если эритроцит имеет диаметр больше 9,0 мкм.


***Анизоцитоз*** – наличие в периферической крови эритроцитов разной величины: нормоцитов, микроцитов, макроцитов, мегалоцитов.

***Пойкилоцитоз*** – наличие в мазках крови эритроцитов различной формы: вытянутой, грушевидной, овальной, отросчатой.



В норме число эритроцитов равно  $4-5 \times 10^{12}/л$ , или 4-5 млн. в 1 мкл. У женщин –  $3,5-4,5 \times 10^{12}/л$ ; у мужчин –  $4,5-5 \times 10^{12}/л$  (т.к. мужские половые гормоны стимулируют эритропоэз).






В норме число эритроцитов подвержено незначительным колебаниям. При различных заболеваниях количество эритроцитов может уменьшаться, такое состояние называется - ***эритропения (анемия)***.

Увеличение числа эритроцитов за пределы нормы обозначается как ***эритроцитоз***.



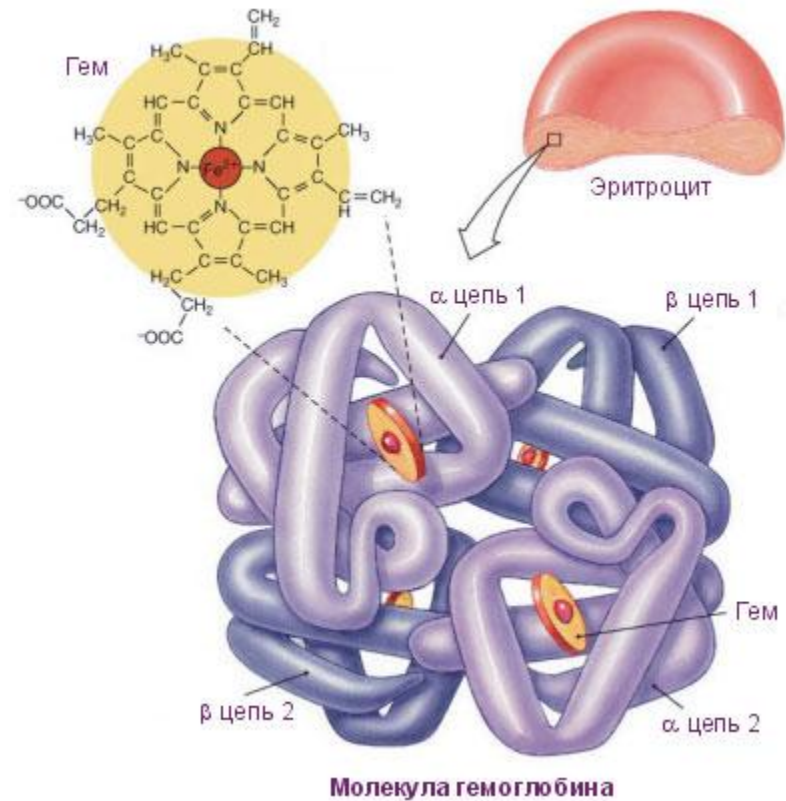
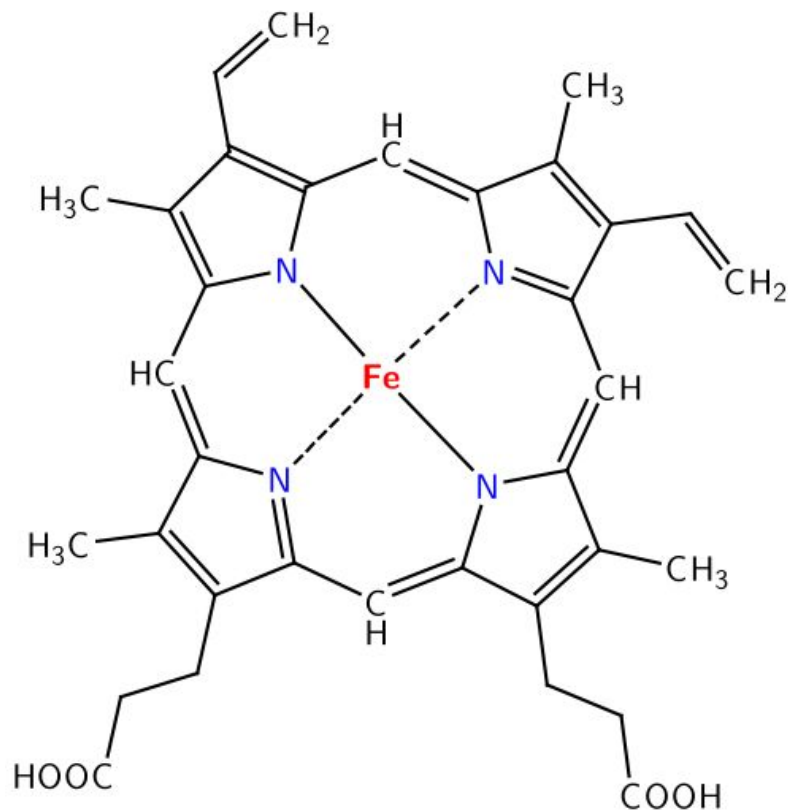
# Функции эритроцитов:


- Транспортная – перенос кислорода и углекислого газа;
- Защитная – участие молодых эритроцитов в реакциях клеточного и гуморального иммунитета;
- Гемостатическая – участие в свёртывании крови;
- Регуляторная (рН, ионный состав плазмы крови, водный обмен);



Основные функции эритроцитов связаны с наличием в их составе особого белка хромопротеида, получившего наименование «гемоглобин». Молекулярная масса гемоглобина человека равна 68800 Да.

Состоит гемоглобин из белковой (глобин) и железосодержащей (гем) частей. На одну молекулу глобина приходится 4 молекулы гема.





В крови здорового человека содержание гемоглобина колеблется в пределах от 120 – 160 г/л. У женщин уровень гемоглобина несколько ниже (до 150 г/л), чем у мужчин (до 160 г/л). У беременных женщин содержание гемоглобина может падать до 110 г/л, и это не является патологией.

# Виды гемоглобина:

- Гемоглобин  $A_1$ ,  $A_2$  - взрослых;
- Гемоглобин F – фетальный, плода.  
Имеет большее сродство к кислороду,  
чем гемоглобин A.
- Гемоглобин P – примитивный,  
эмбриона.

# Соединения гемоглобина:

- Оксигемоглобин – соединение с кислородом;
- Восстановленный (редуцированный) - гемоглобин отдавший кислород;
- Карбогемоглобин – соединение с углекислым газом;
- Карбоксигемоглобин – стойкое соединение с угарным газом;
- Метгемоглобин – прочное соединение с кислородом, железо в этом соединении трехвалентно, образуется под действием сильных окислителей.

Цветной показатель – степень насыщения в среднем одного эритроцита гемоглобином. Цветной показатель = 0,85 – 1 является нормой. В этом случае эритроциты называются нормохромными, если цветной показатель ниже 0,7 то эритроциты – гипохромные, если цветной показатель выше 1, то гиперхромные.

# Жизненный цикл эритроцита:

- Период созревания эритроцитов – эритропоэз.
- Период, связанный с нахождением эритроцитов в кровяном русле и выполнением ими транспортной функции.
- Разрушение эритроцитов – эритродиэрез.



**Эритропоэз** – происходит в клетках красного костного мозга, который находится в плоских и трубчатых костях (грудина, ребра, позвоночный столб, эпифиз трубчатых костей, череп). Образуются из единой материнской клетки (стволовой), под действием специального гормона-индуктора эритропоэтина. Зрелые эритроциты выбрасываются из клеток костного мозга в сосудистое русло с помощью электрического поля – «экструзия».

В крови здорового человека встречаются молодые RNC – содержащие эритроциты (их число не превышает 10 на 1000), получивших наименование ***ретикулоциты.***




В кровотоке эритроциты живут от 100 до 140 дней.

Продолжительность жизни эритроцитов у мужчин на 10 – 20 дней больше, чем у женщин.

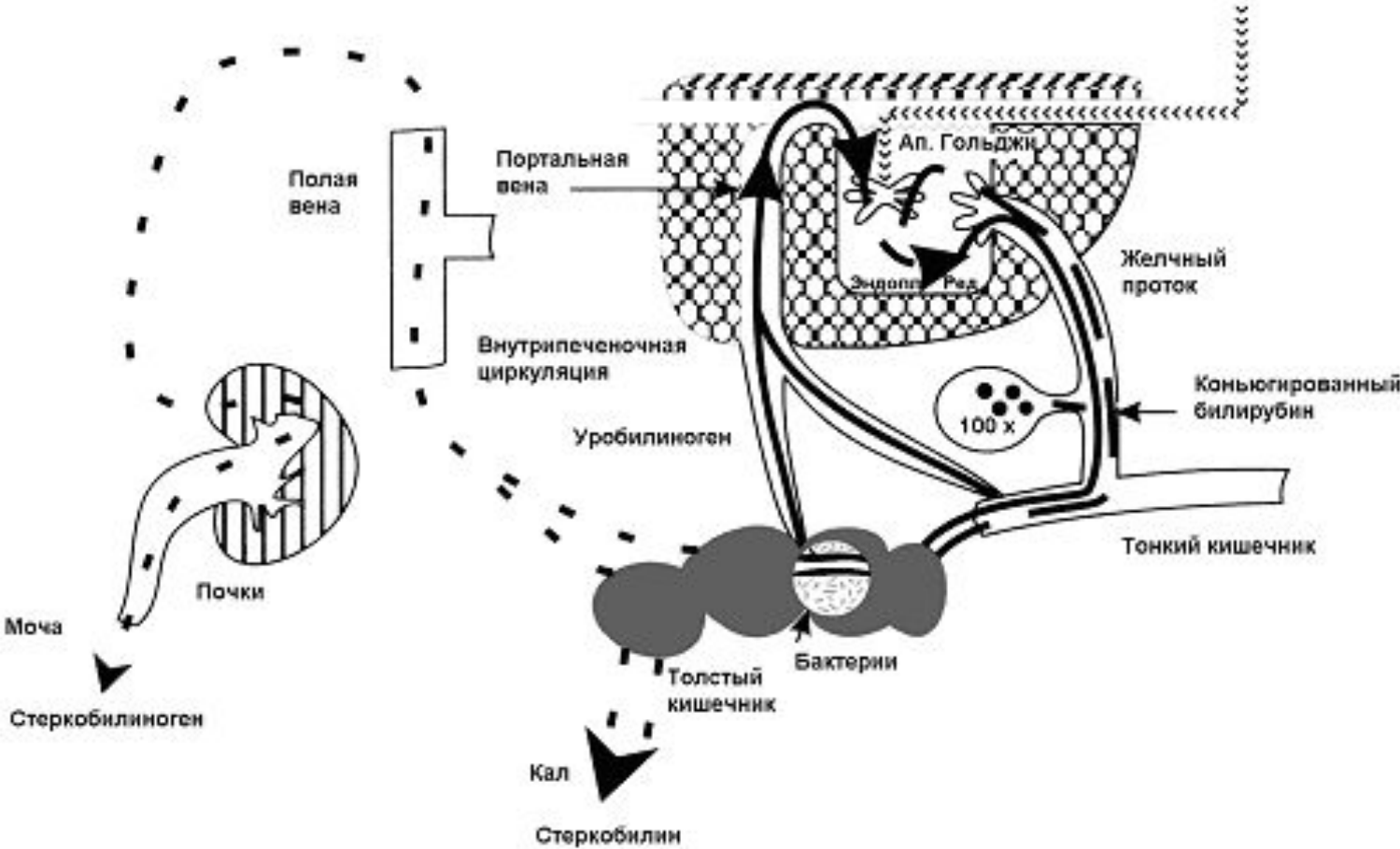
# Эритродиэрез:

- 10% эритроцитов разрушаются в сосудах – механический гемолиз;
- 90% разрушаются главным образом ретикулоэндотелиальными клетками селезенки, лимфоузлов, костного мозга и печени. При этом гибель эритроцитов осуществляется преимущественно макрофагами за счет процесса – эритрофагоцитоза. Образующиеся продукты разрушения используются на построение новых клеток.



При разрушении эритроцита из него выходит Нв. Далее от Нв отщепляется железо (которое используется организмом для образования новых эритроцитов), остается гематопорфирин, от которого в печени отщепляется белковая часть - глобин (используется организмом), остается биливердин → билирубин → уробилиноген (выводится из организма).

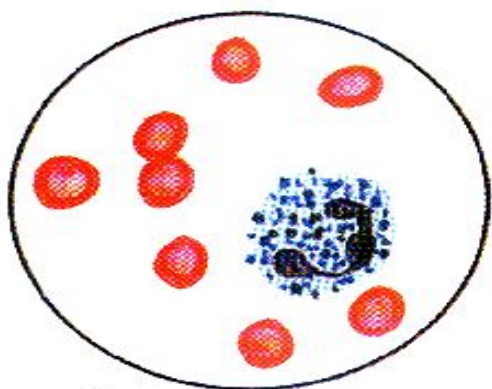
Неконъюгированный билирубин  
(250 -350) мг/сутки



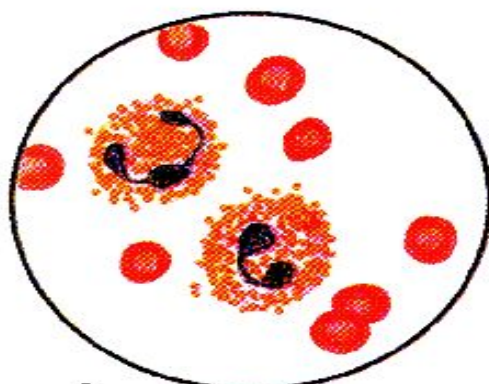
- ~~~~~ Неконъюгированный билирубин
- Конъюгированный билирубин
- Уробилиноген
- - - - - Стеркобилиноген

Кровь состоит из нескольких видов белых кровяных клеток или **лейкоцитов**, различающихся по строению, функциям.

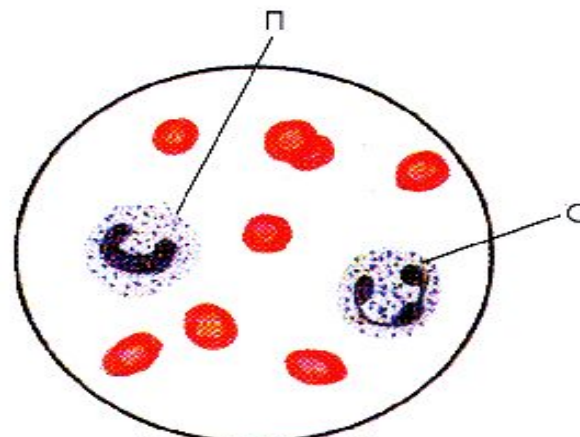
### ГРАНУЛОЦИТЫ



**Базофил**

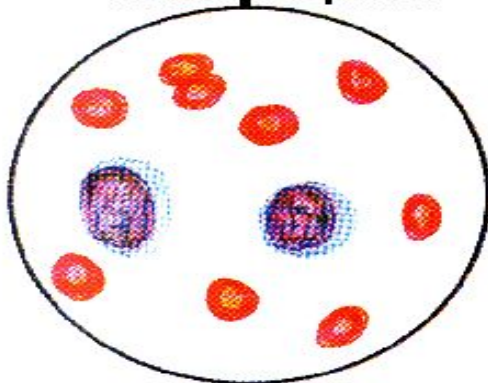


**Эозинофилы**

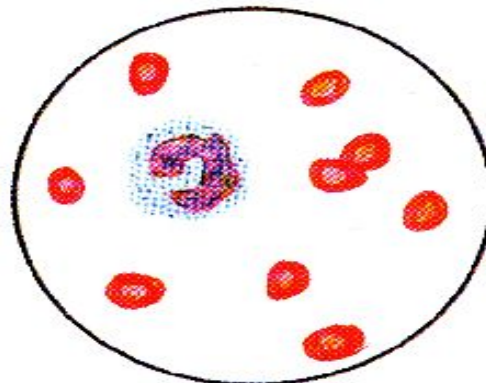


**Нейтрофилы**

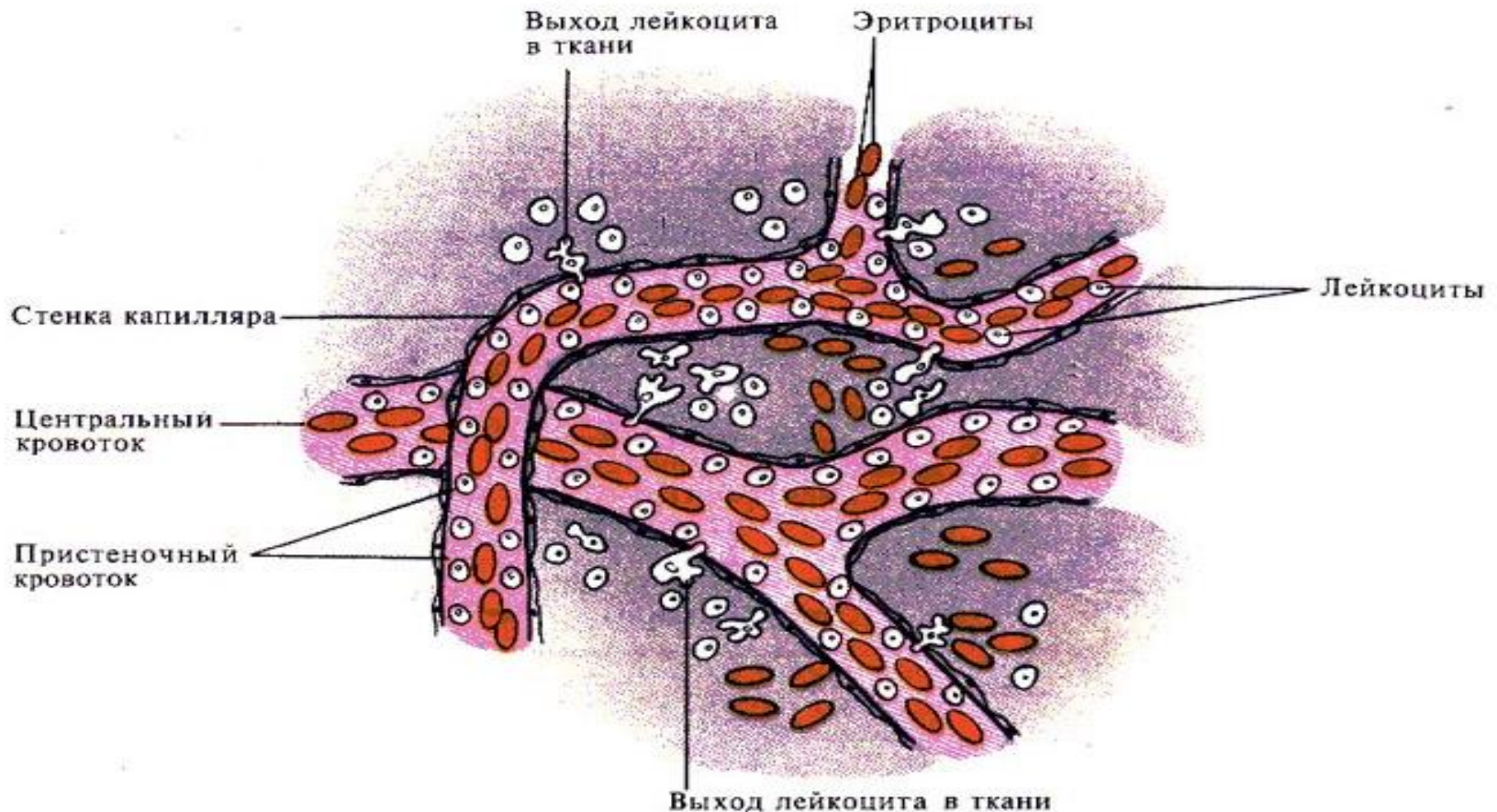
### Лимфоциты



### Моноцит




Имеющих ядро, способных к амебовидному движению, благодаря которому могут выходить из кровяного русла капилляров в межтканевое пространство и возвращаться обратно в кровь.





# Общие функции лейкоцитов:

- Защитная:
  - фагоцитоз;
  - выработка специфических антител;
  - образование антитоксических веществ (интерферона), участвующих в неспецифическом иммунитете;
- Транспортная
- Синтетическая
- Гемостатическая
- Санитарная (рассасывание погибших тканей)



Количество лейкоцитов  
от 4 до 8 в  $10^9$  клеток на литр.  
Наблюдаются суточные  
колебания числа лейкоцитов: во  
время сна - физиологическая  
лейкопения; во время  
физической работы, при приеме  
пищи и эмоциях –  
физиологический лейкоцитоз.

# Лейкоциты



```
graph TD; A[Лейкоциты] --> B[Гранулоциты (зернистые)]; A --> C[Агранулоциты (незернистые)]; B --> D[нейтрофилы]; B --> E[базофилы]; B --> F[эозинофилы]; C --> G[лимфоциты]; C --> H[моноциты];
```

Гранулоциты  
(зернистые)

нейтрофилы  
базофилы  
эозинофилы

Агранулоциты  
(незернистые)

лимфоциты  
моноциты

# Нейтрофилы :

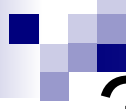
- Округлые клетки, диаметром 10 – 12 мкм.
- По возрасту делятся на: юные, палочкоядерные, сегментоядерные (3-5 сегментов)

# Функции нейтрофилов:

- Защитная – микрофаги
- Вырабатывают интерферон
- Транспортная (аминокислоты, ферменты)


# Базофилы (от 8 до 10 мкм, ядро бобовидной формы)

- Защитная – фагоциты
- Транспортная
- Синтетическая – вырабатывают гистамин, гепарин и др.




Эозинофилы - округлые клетки, диаметром 10-12 мкм, ядро состоит из двух сегментов.

- Защитная – выработка антитоксических веществ, фагоцитоз
- Синтетическая – выработка гистаминазы
- Транспортная



Продолжительность жизни  
зернистых лейкоцитов от 5 до  
12 суток, образуются в  
красном костном мозге.





Моноциты – круглые крупные клетки, диаметр 20 мкм, с большим рыхлым бобовидным ядром. Живут от нескольких часов до 2х суток.

- Защитная – фагоцитоз (макрофаги), выработка антител
- Транспортная
- Синтетическая – интерферон, лизоцим

Лимфоциты округлой формы, диаметр 8-10 мкм, могут быть больше. Ядро округлое, цитоплазмы практически нет. Живут от нескольких суток до десятков лет.

- Основная функция – защитная. Это иммунокомпетентные клетки, принимают участие в формировании специфического иммунитета. Различают 3 вида: Т – лимфоциты (60%), В – лимфоциты (30%), О – лимфоциты (10%).

# В – лимфоциты:

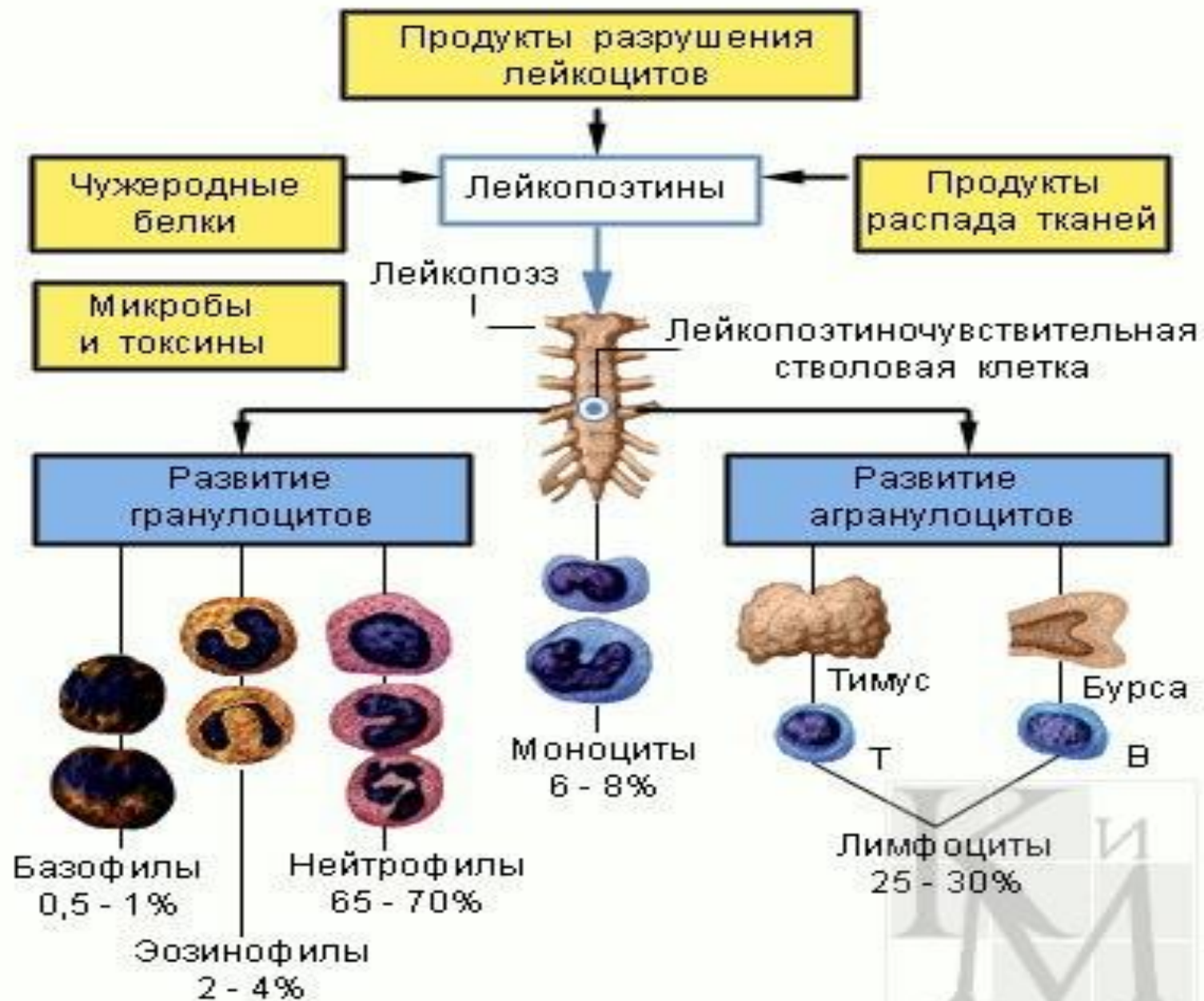
- Дифференцируются в пейеровых бляшках кишечника, миндалинах.
- Специализируются на выработке антител (иммуноглобулинов) и формируют гуморальный иммунитет .

# T – лимфоциты

- Дифференцируются в тимусе (вилочковой железе)
- Формирует клеточный иммунитет


# T – лимфоциты

- T –эффекторы (киллеры – убийцы) обладают цитотоксическим действием – разрушают клетки
- T – супрессоры, гуморальные антистимуляторы – ограничивают иммунный ответ
- T – хелперы (помощники) передают информацию о чужеродном белке
- T – регуляторы – регулируют гранулопоэз



***Лейкоцитарная формула*** – это процентное отношение между различными формами лейкоцитов:

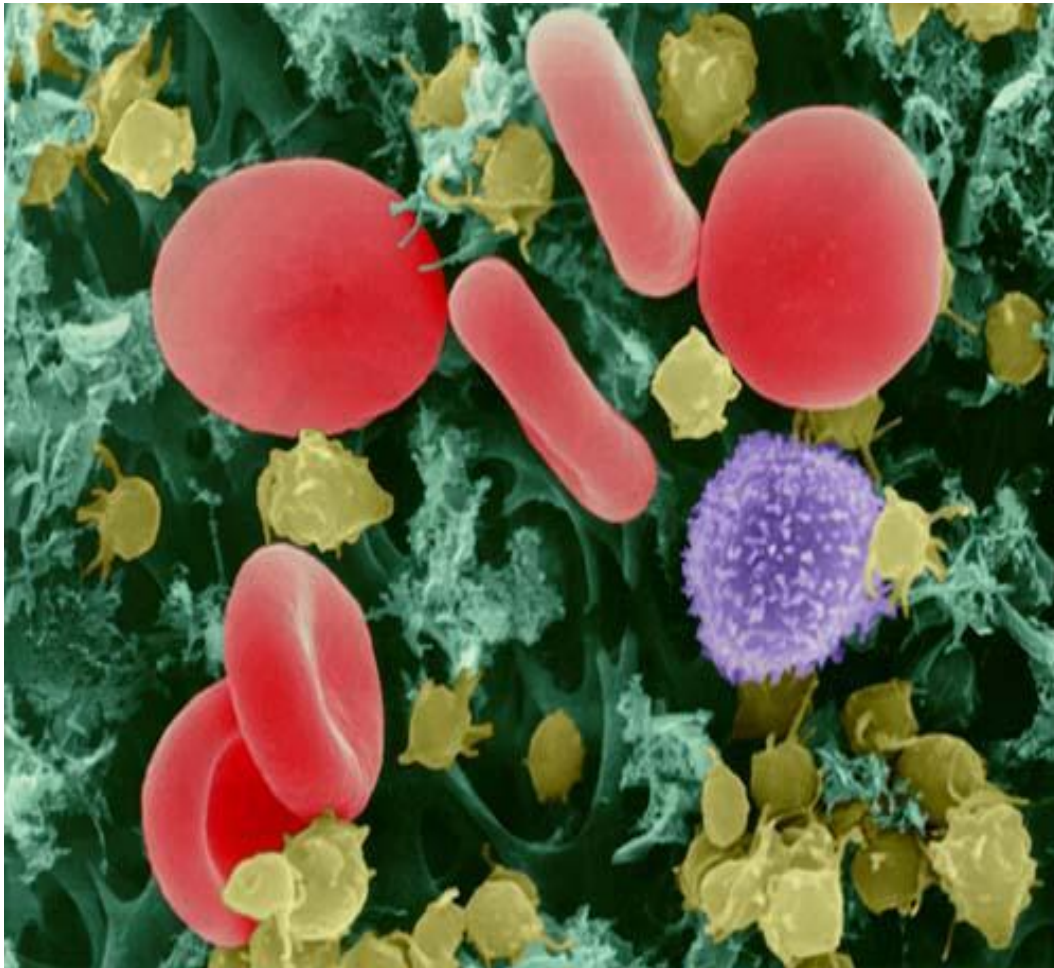
- Базофилы 0 -1%
- Эозинофилы 2 – 5%
- Нейтрофилы юные 0 -1%
- Нейтрофилы палочкоядерные 4 – 6%
- Нейтрофилы сегментоядерные 55 – 70%
- Лимфоциты 25 – 33%
- Моноциты 4 – 8%



Увеличение количества юных и палочкоядерных нейтрофилов называют сдвигом лейкоцитарной формулы влево, увеличение количества сегментоядерных нейтрофилов называют сдвигом лейкоцитарной формулы вправо. Пересчет лейкоцитарной формулы в абсолютные числа называют – лейкоцитарным профилем.



**Тромбоциты** (на рисунке выделены желтым цветом), округлые или овальные образования, диаметром 2-15 микрон, имеют отростки-псевдоподии. Количество тромбоцитов  $2-4 \times 10^{11}/л$ .



- Транспортная
- Гемостатическая
- Ангиотрофическая
- Иммунная
- Носители агглютиногенов системы АВО