



**Запорожский государственный  
медицинский университет**  
*кафедра гистологии, цитологии и эмбриологии*

# **КРОВЬ. ЛИМФА. (ч. 2)**

**Лектор:** *к.мед.н., ст. преподаватель кафедры  
гистологии, цитологии и эмбриологии  
Федосеева Ольга Витальевна*

# План лекции

1. Классификация лейкоцитов.
2. Лейкоцитарная формула.
3. Морфофункциональная характеристика лейкоцитов:
  - Гранулоцитов
  - Агранулоцитов
4. Возрастные особенности лейкоцитарной формулы
5. Морфофункциональная характеристика тромбоцитов
6. Составные компоненты и функции лимфы

# ЛЕЙКОЦИТЫ

```
graph TD; A[ЛЕЙКОЦИТЫ] --> B[Гранулоциты]; A --> C[Агранулоциты];
```

## • Гранулоциты

- нейтрофилы
- базофилы
- эозинофилы

## • Агранулоциты:

- лимфоциты

- малый
- средний
- большой

### Т - лимфоциты

- киллеры
- хелперы
- супрессоры
- Т-клетки  
памяти

### В – лимфоциты

- Плазмоциты
- В-клетки  
памяти

– МОНОЦИТЫ

# Лейкоцитарная формула

Лейкоцитарная формула — процентное содержание различных форм лейкоцитов (к общему числу лейкоцитов, равному 100%).

Лейкоциты, $10^9/л$	Эозинофилы, %	Базофилы, %	Нейтрофилы, %			Лимфоциты, %	Моноциты, %
			юные	палочко-ядерные	сегментоядерные		
4,0—9,0	1—4	0—0,5	0—1	2—5	55—68	25—30	6—8

# Фазы миграции лейкоцитов

Белки

Selectine  
PSGL1  
VLA4

Chemokine

LFA1  $\leftrightarrow$  ICAM1  
VLA4  $\leftrightarrow$  VCAM1  
 $\alpha_4\beta_7 \leftrightarrow$  MADCAM1

SRC-Kinasen  
PI3-Kinasen  
VAV1, VAV2,  
VAV3

MAC1  
ICAM1

PCAM1, CD99,  
JAM, ESAM

ICAM1,  
PECAM1?

Приближение

Поимка

Поворот

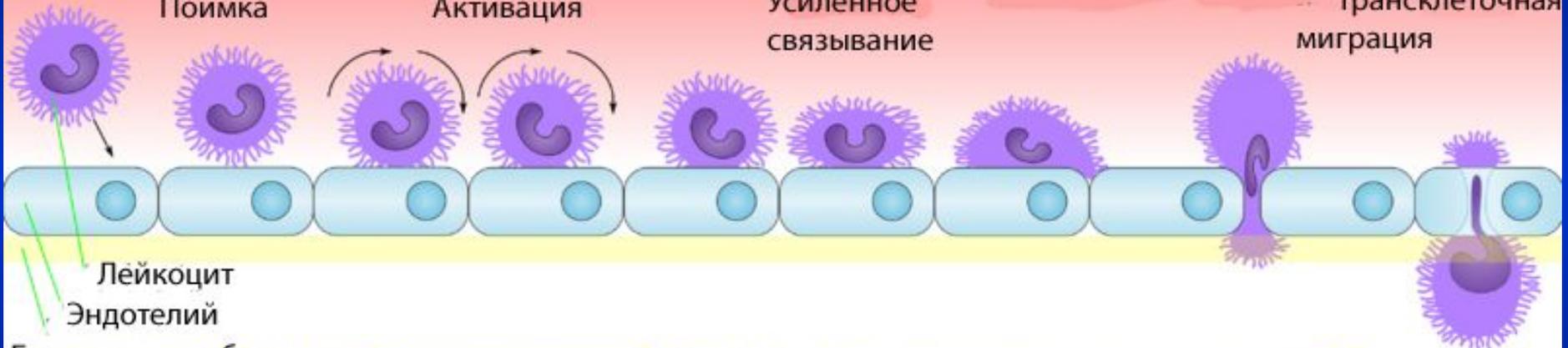
Активация

Связывание

Усиленное  
связывание

Прилипание

Межклеточная или  
трансклеточная  
миграция



Лейкоцит  
Эндотелий  
Базальная мембрана

ВРЕМЯ

# Нейтрофилы

- самая большая популяция лейкоцитов (65—75%).

## • Морфологические особенности нейтрофилов:

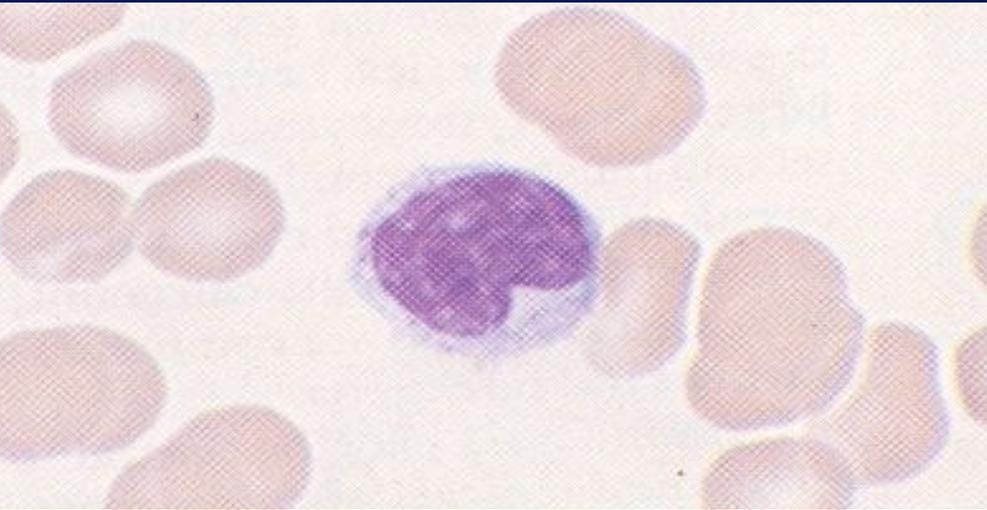
- 1) Сегментированное ядро;
- 2) В цитоплазме мелкие гранулы, среди которых можно выделить:
  - неспецифические гранулы — разновидности лизосом
  - специфические гранулы.
- 3) Органеллы у лейкоцитов не развиты.
- 4) Размер в мазке составляет 10—12 мкм.
- 5) Продолжительность жизни нейтрофилов — 8 дней, из них 8—12 ч они находятся в крови, а затем выходят в соединительную и эпителиальную ткани, где и выполняют основные функции.

# Нейтрофилы

## По степени зрелости делятся на:

- 1) юные (метамиелоциты) — 0—0,5%;
  - 2) палочкоядерные — 3—5%;
  - 3) сегментоядерные (зрелые) — 60—65%.
- Увеличение процентного содержания юных и палочкоядерных форм нейтрофилов носит название **сдвига лейкоцитарной формулы влево** и является важным диагностическим показателем.
  - Общее увеличение количества нейтрофилов в крови и появление юных форм наблюдается при различных воспалительных процессах в организме.

# Нейтрофилы



Юный



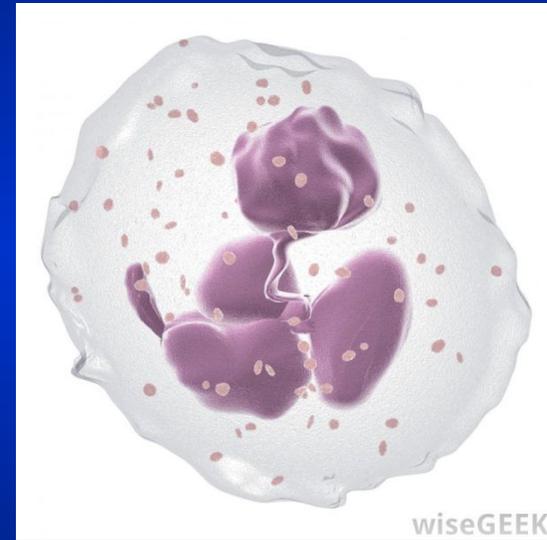
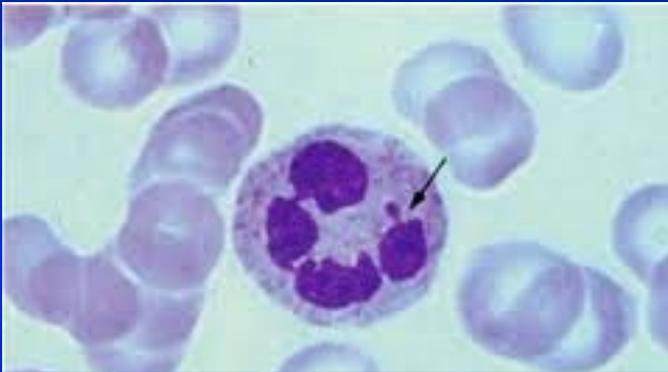
Палочкоядерный



Сегментоядерный

# 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.

# Нейтрофилы

## **Гранулы:**

1. **Азурофильные** содержат вещества:

- катионные белки,
- дефензины,
- эластаза

2. **Оксифильные (специфические):**

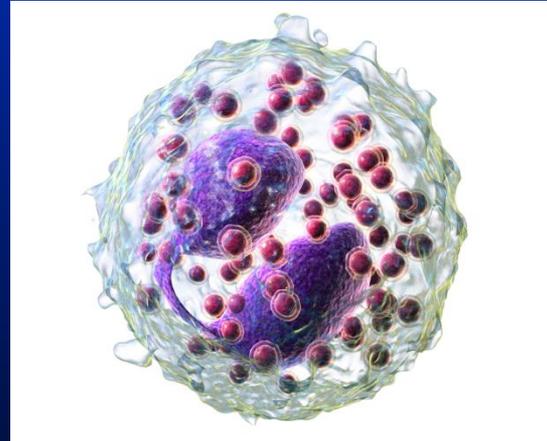
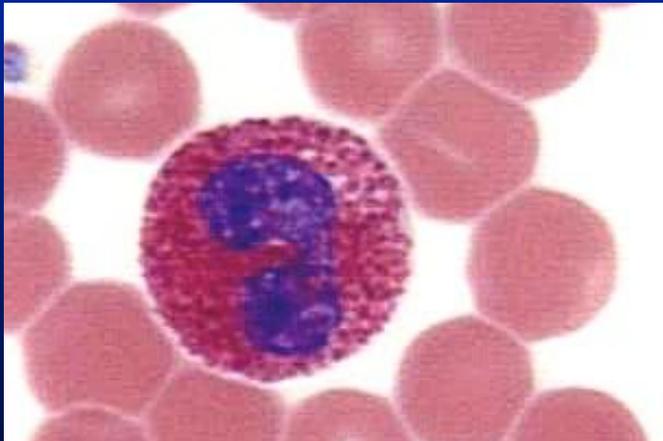
- лизоцим,
- щелочная фосфатаза,
- белок- лактоферрин,
- коллагеназа,
- желатиназа (расщепляет межклеточное в-во),  
обеспечивая миграцию в ткани.

# Эозинофилы

Содержание в норме — 1—5%.

## Морфологические особенности эозинофилов:

- 1) Размеры в мазках — 12—14 мкм.
- 2) Имеется двухсегментное ядро;
- 3) В цитоплазме отмечается крупная оксифильная (красная) зернистость;
- 4) Органеллы развиты слабо.
- 5) Продолжительность жизни эозинофилов — 6-8 дней, из них нахождение в кровеносном русле составляет 3-8 ч.



# Эозинофилы

## **Гранулы:**

1. **Азурофильные** содержат вещества:

- кислая фосфатаза

2. **Оксифильные или ацидофильные (специфические):**

-В центре гранулы имеет кристаллоид, содержащий гранулы:белок МРВ (Major protein basic), богатый аргинином

-Лизосомные гидролитические ферменты,

-Катионный белок,

-Нейротоксин,

-Пероксидаза

-Гистаминаза

# Эозинофилы

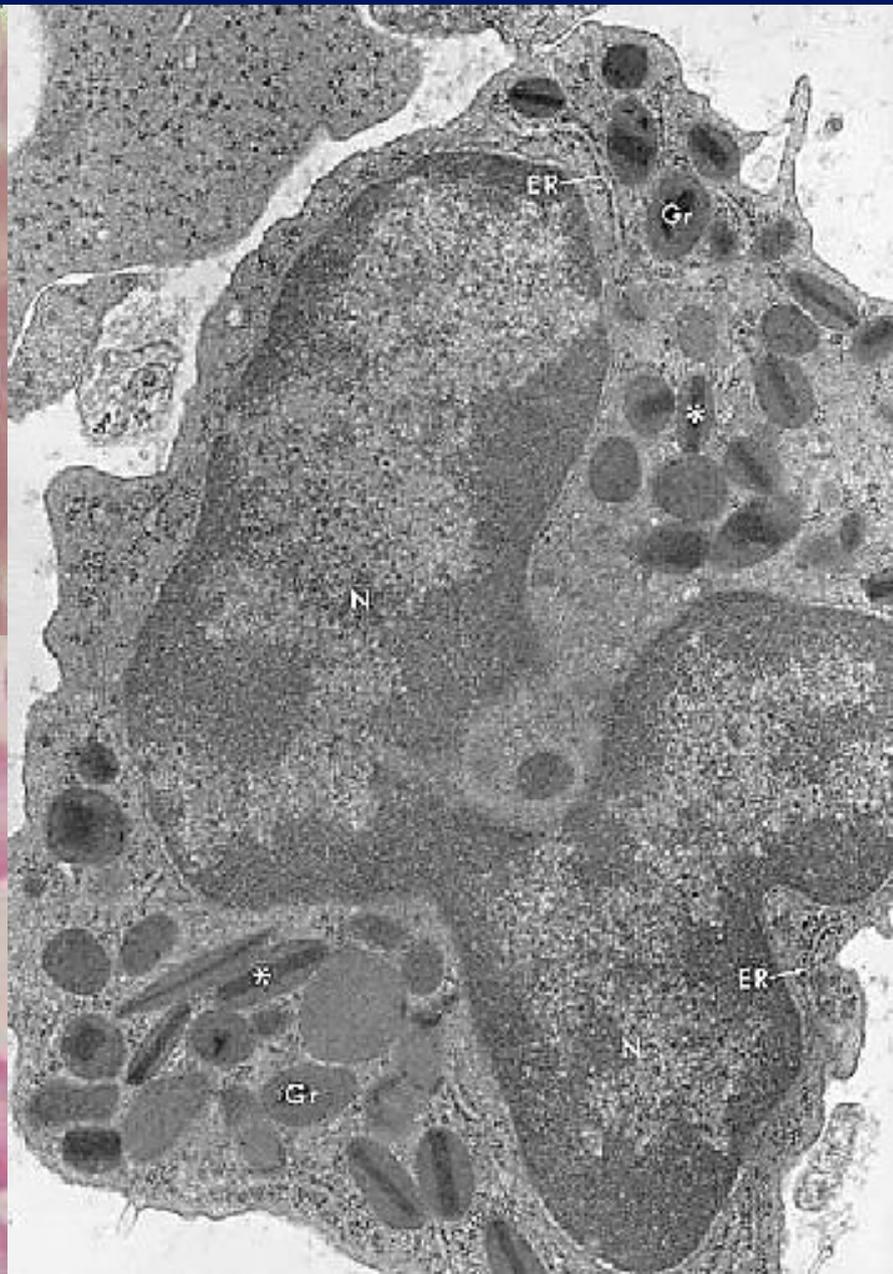
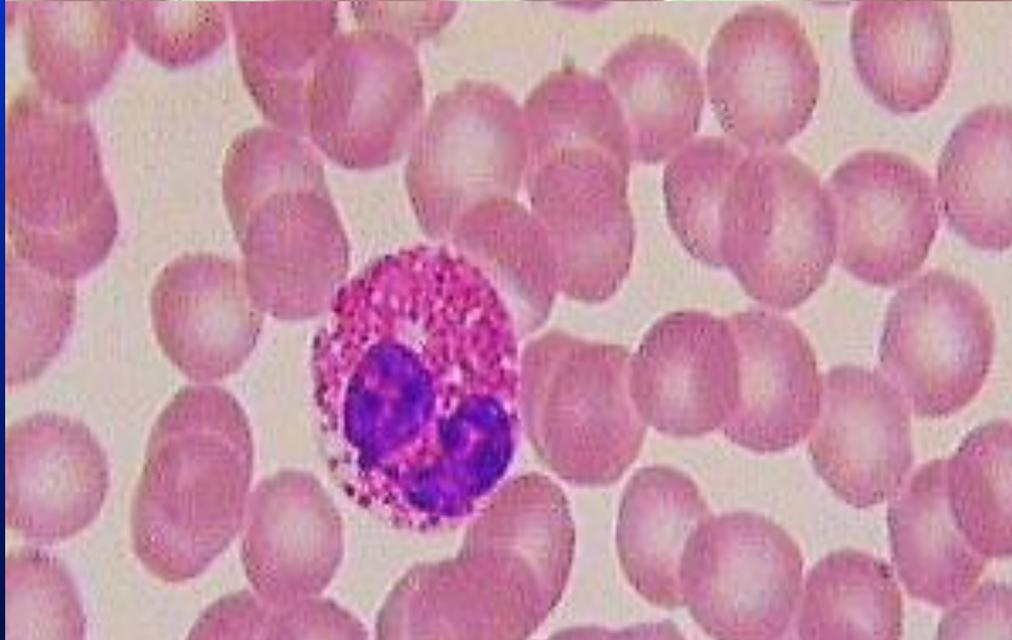
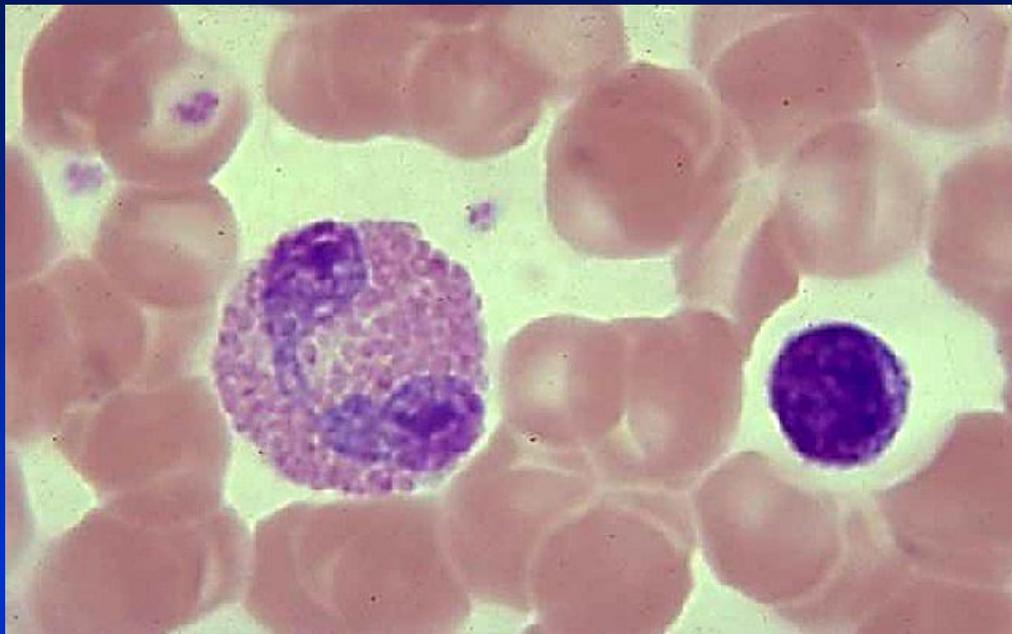
## Функции эозинофилов:

1. Участие в иммунологических (аллергических и анафилактических) реакциях:

-угнетают (ингибируют) аллергические реакции посредством нейтрализации гистамина гистаминазой, фагоцитозом, адсорбцией, выработкой фактора, тормозящего дегрануляцию гистамина тучными клетками.

2. Антипаразитарная.

# Эозинофилы



# Базофилы

наименьшая по пуляция зернистых лейкоцитов (0,5—1%), однако в общей массе в организме их имеется огромное количество.

## Морфологические особенности:

1. Размеры в мазке — 6—10 мкм.
2. Крупное слабо сегментированное ядро (слабодольчатой или сферической формы);
3. В цитоплазме содержатся крупные базофильные *гранулы*, которые окрашены метахроматически в темный красно-фиолетовый или пурпурный цвет. Метахромазия связана с наличием кислого гликозаминогликана-гепарина. Также содержат протеогликаны, вазоактивный гистамин и нейтральные протеазы. Азурофильные гранулы-лизосомы.
4. Другие органеллы развиты слабо.

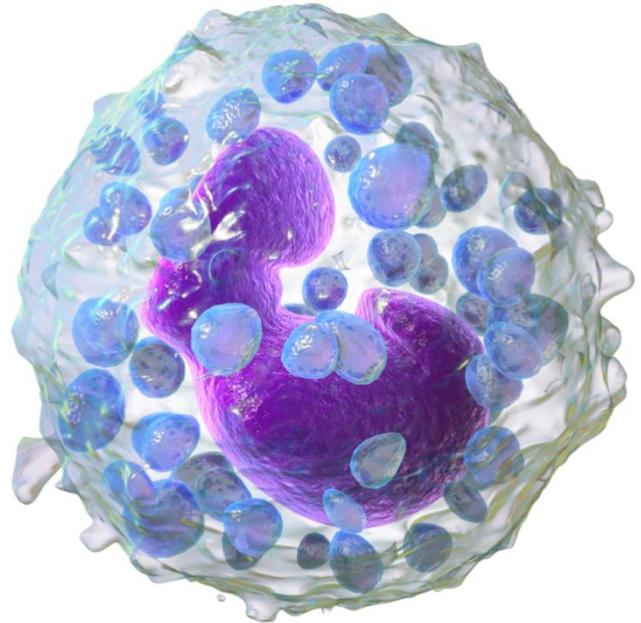
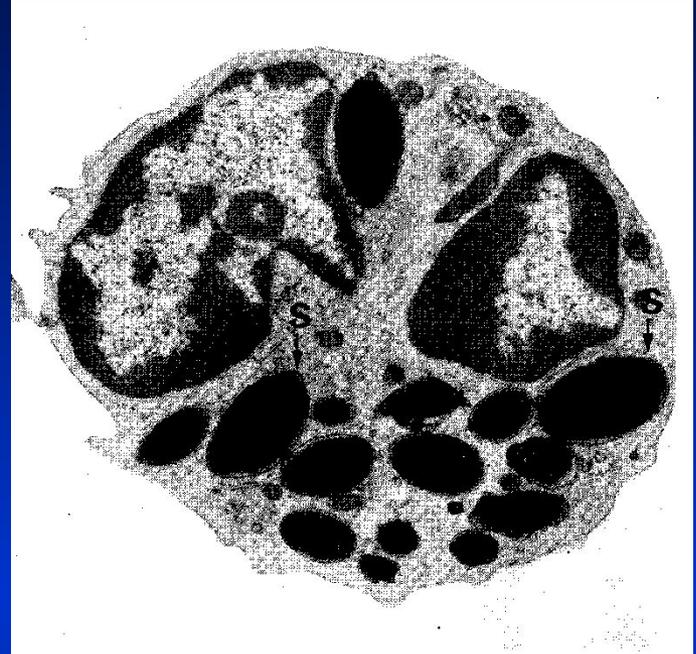
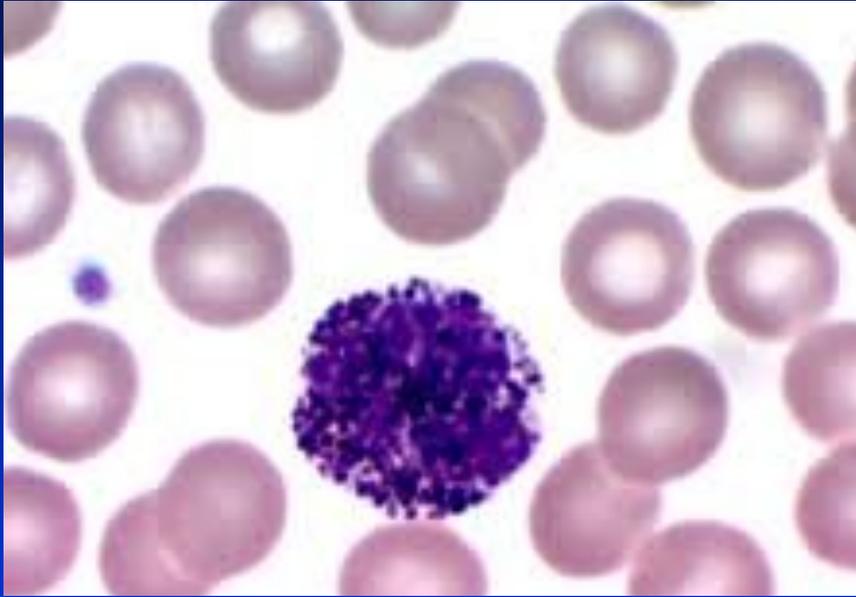
# Базофилы

## Функции базофилов:

1. Участвия в иммунных (аллергических) реакциях посредством выделения гранул (дегрануляции) и содержащихся в них вышеперечисленных биологически активных веществ, которые и вызывают аллергические проявления (отек ткани, кровенаполнение, зуд, спазм гладкой мышечной ткани и др.).

2. Базофилы также обладают способностью к фагоцитозу.

# Базофилы



# Лимфоциты - клетки иммунной системы.

- Лимфоциты при участии вспомогательных клеток (макрофагов) обеспечивают иммунитет, т. е. защиту организма от генетически чужеродных веществ. Лимфоциты являются единственными клетками крови, способными при определенных условиях митотически делиться. Все остальные лейкоциты являются конечными дифференцированными клетками.
- Лимфоциты — гетерогенная (неоднородная) популяция клеток. Малые- 4,5-10 мкм, средние-7-10 мкм, большие 10-18 мкм. Ядро округлой или бобовидной формы. Большие лимфоциты - у новорожденных детей.
- В цитоплазме 20-50 азурофильных гранул  $\varnothing$  0,5-2мкм. Содержат перфорин - гранзимы (цитотоксическая активность этих клеток).

# Лимфоциты

- Малые лимфоциты характеризуются:

- 1) наличием крупного круглого ядра, состоящего в основном из гетерохроматина, особенно в мелких темных лимфоцитах;
- 2) узким ободком базофильной цитоплазмы, в которой содержатся свободные рибосомы и слабо выраженные органеллы — эндоплазматическая сеть, единичные митохондрии и лизосомы.

- Для средних лимфоцитов характерно:

- 1) более крупное и рыхлое ядро, состоящее из эухроматина в центре и гетерохроматина по периферии;
- 2) в цитоплазме по сравнению с малыми лимфоцитами более развиты эндоплазматическая сеть и комплекс Гольджи, больше митохондрий и лизосом.

# Лимфоциты

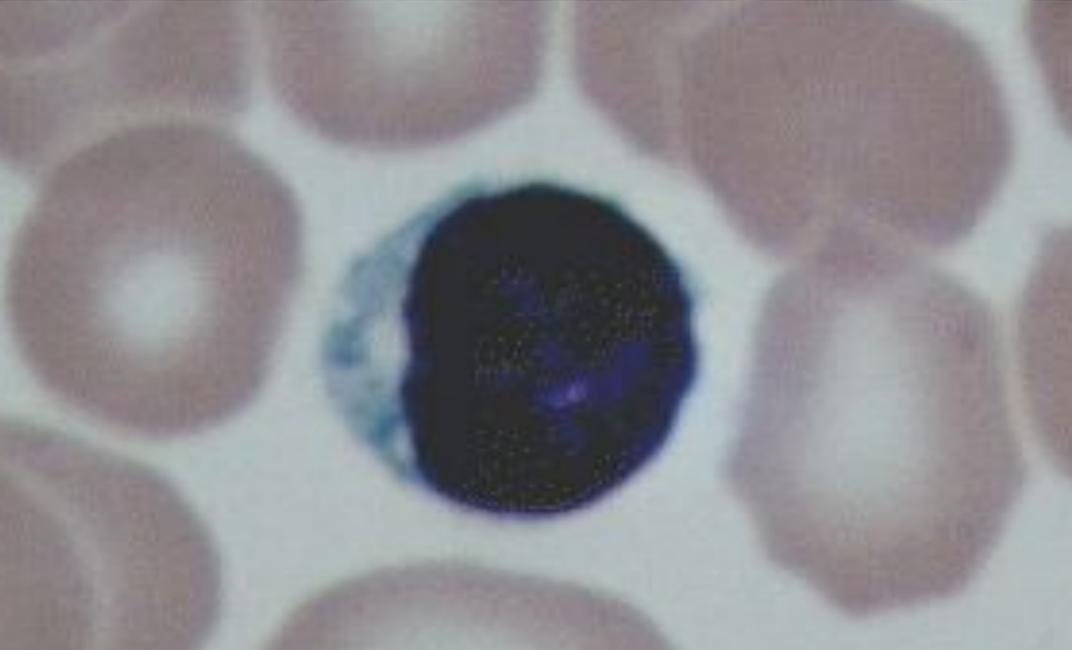
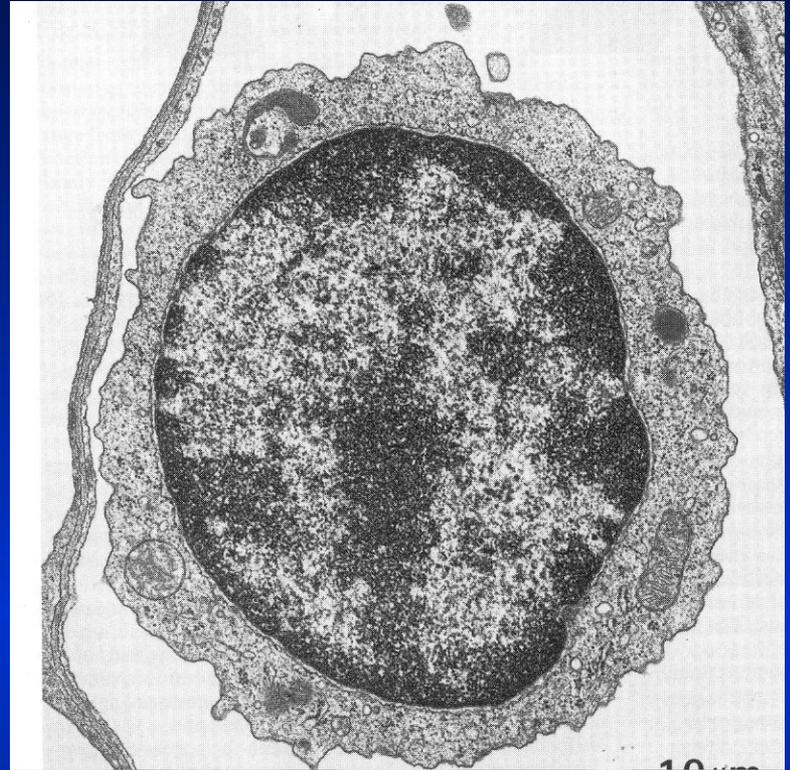
## По источникам развития:

- 1) Т-лимфоциты. Их образование и дальнейшее развитие связано с тимусом (вилочковой железой);
- 2) В-лимфоциты. Их развитие у птиц связано с особым органом (фабрициевой сумкой), а у млекопитающих и человека - с пока точно не установленным ее аналогом.

## По функции:

- 1) В-лимфоциты (короткоживущие) и образующиеся из них плазмоциты обеспечивают гуморальный иммунитет, т. е. защиту организма от чужеродных корпускулярных антигенов (бактерий, вирусов, токсинов, белков и др.), содержащихся в крови, лимфотканевой жидкости;
- 2) Т-лимфоциты (долгоживущие), которые по выполняемым функциям подразделяются на следующие субпопуляции: киллеры (CD 8), хелперы (CD 4), супрессоры.

# Лимфоциты



# Возрастные изменения

После рождения		4 день		1-2 года		4 года		взрослый	
Н	Л	Н	Л	Н	Л	Н	Л	Н	Л
65 %	25 %	45 %	45 %	25 %	65 %	45 %	45 %	65 %	25%

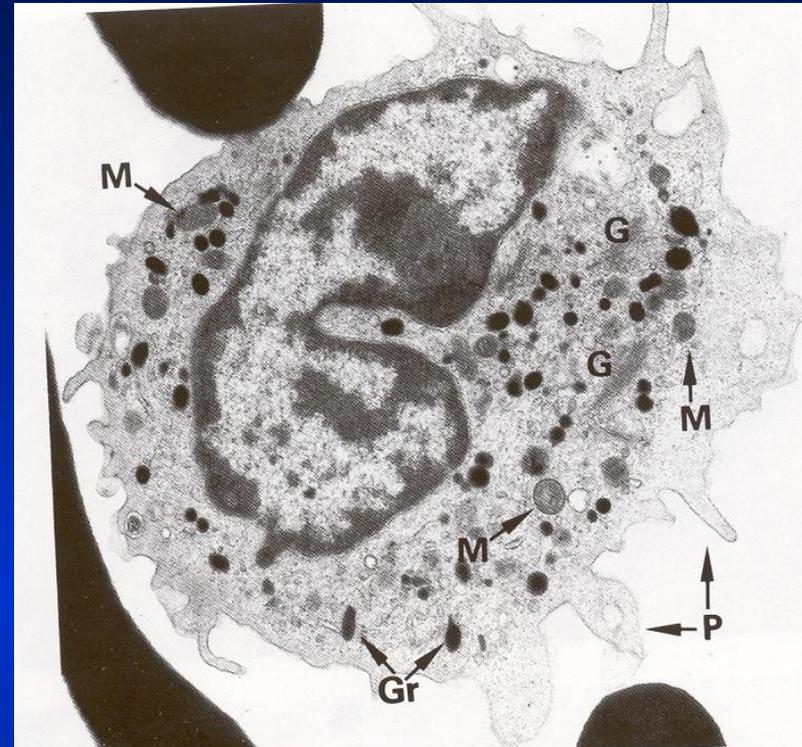
Н – нейтрофилы

Л - лимфоциты

# Моноциты

- Наиболее крупные клетки крови (18—20 мкм), крупное бобовидное или подковообразное ядро
- Хорошо выраженная слабобазофильная цитоплазма, в которой содержатся множественные пиноцитозные пузырьки, лизосомы и другие общие органеллы.
- По своей функции — фагоциты.
- Моноциты являются не вполне зрелыми клетками.
- Циркулируют в крови 2—3 суток, потом мигрируют в ткани
- В совокупности с моноцитами образуют систему мононуклеарных-фагоцитов (СМФ): гистиоциты рвнст, клетки Купфера печени, остеокласты костной ткани, макрофаги селезенки, клетки ккм, лимфоузлов, микроглия нервной ткани, клетки Лангерганса эпидермиса, альвеолярные, перитонеальные. .

# Моноциты



**Тромбоциты** (или кровяные пластинки) — фрагменты цитоплазмы особых клеток красного костного мозга (мегакариоцитов).

### Морфология:

- Форма — округлая, овальная, отростчатая.
- Размеры-2-3мкм.
- Продолжительность жизни-5-8 дней.
- Количество -200-300 тыс. на литр крови

### Составные части тромбоцита:

- 1) гиаломер (основа пластинки, окруженная плазмолеммой)
- 2) грануломер (зернистость, представленная специфическими гранулами, а также фрагментами зернистой ЭПС, рибосомами, митохондриями и др.).

# Тромбоциты

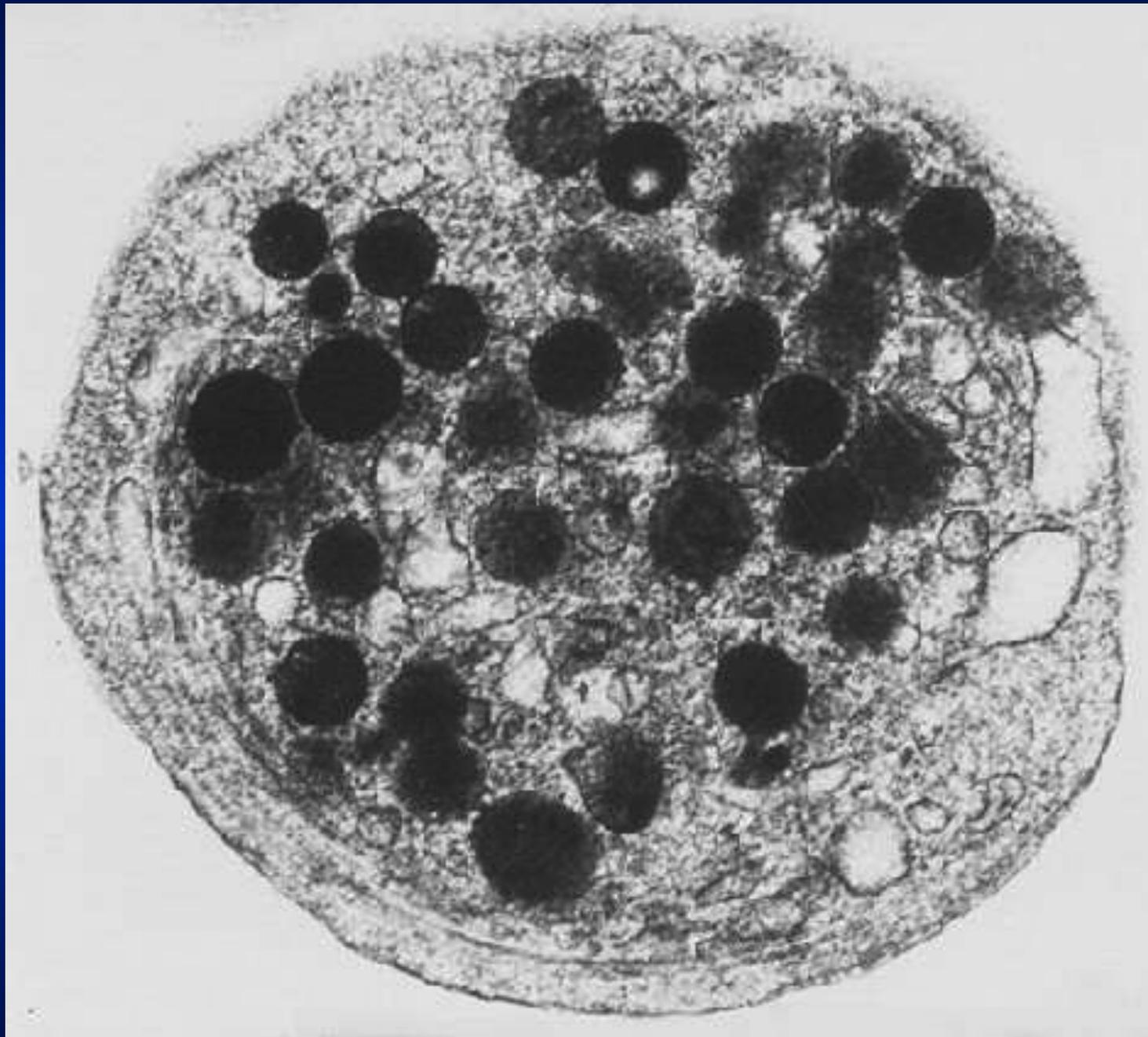
**Функция тромбоцитов** — участие в механизмах свертывания крови посредством:

- 1) склеивания пластинок и образования тромба;
- 2) разрушения пластинок и выделения одного из многочисленных факторов, способствующих превращению глобулярного фибриногена в нитчатый фибрин.

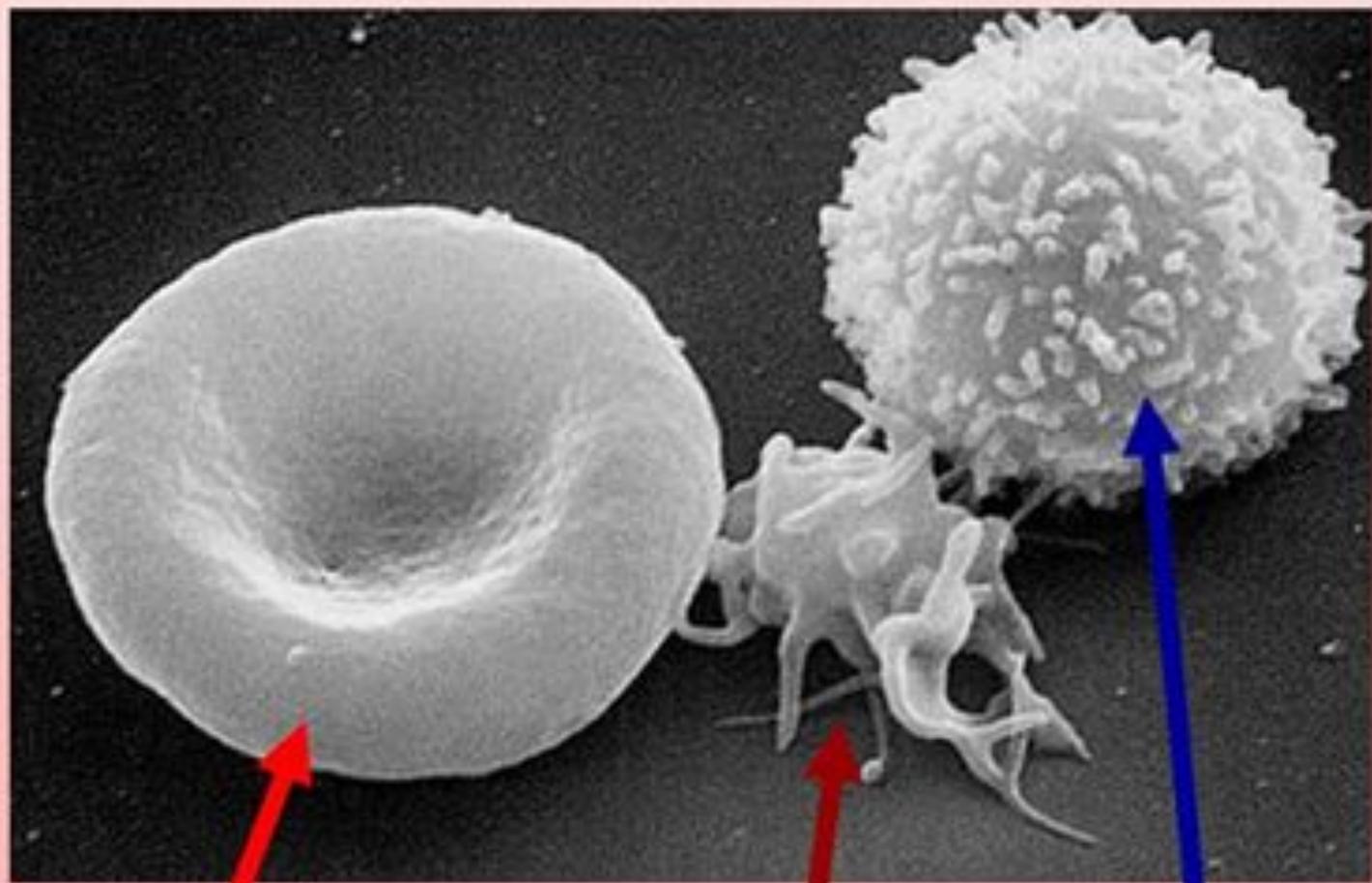
**По степени зрелости тромбоциты** подразделяются на:

- 1) юные;
- 2) зрелые;
- 3) старые;
- 4) дегенеративные;
- 5) гигантские.

ЭМ  
тромбоцита



СНИМОК СКАНИРУЮЩЕГО ЭЛЕКТРОННОГО МИКРОСКОПА

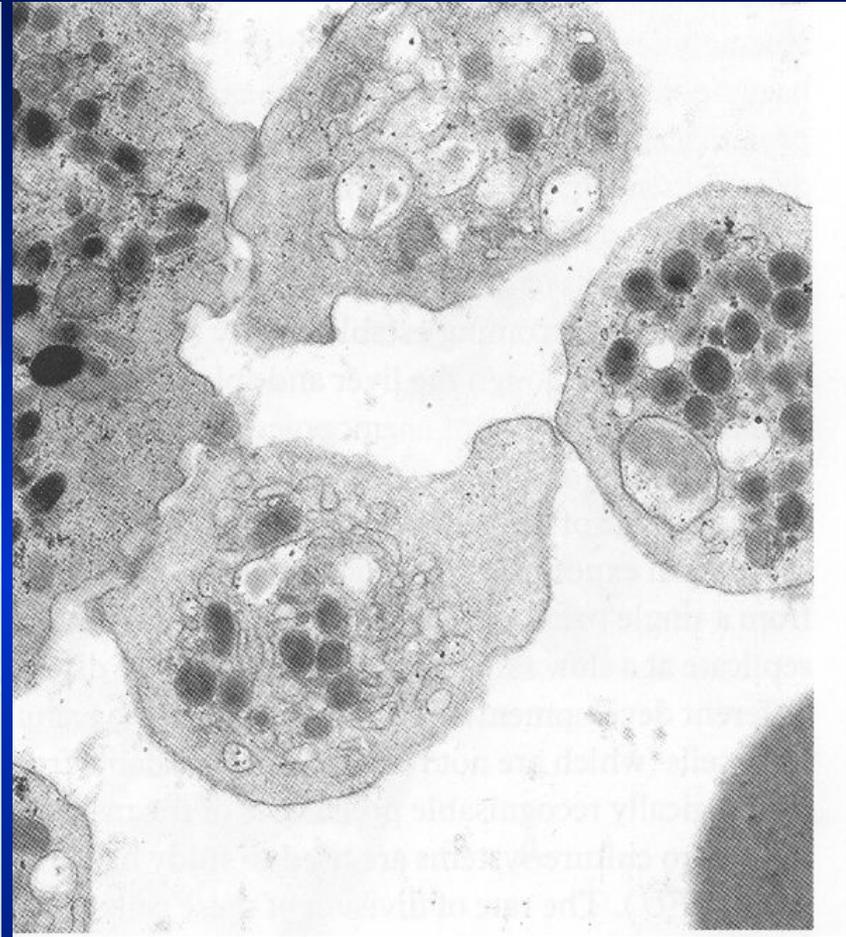
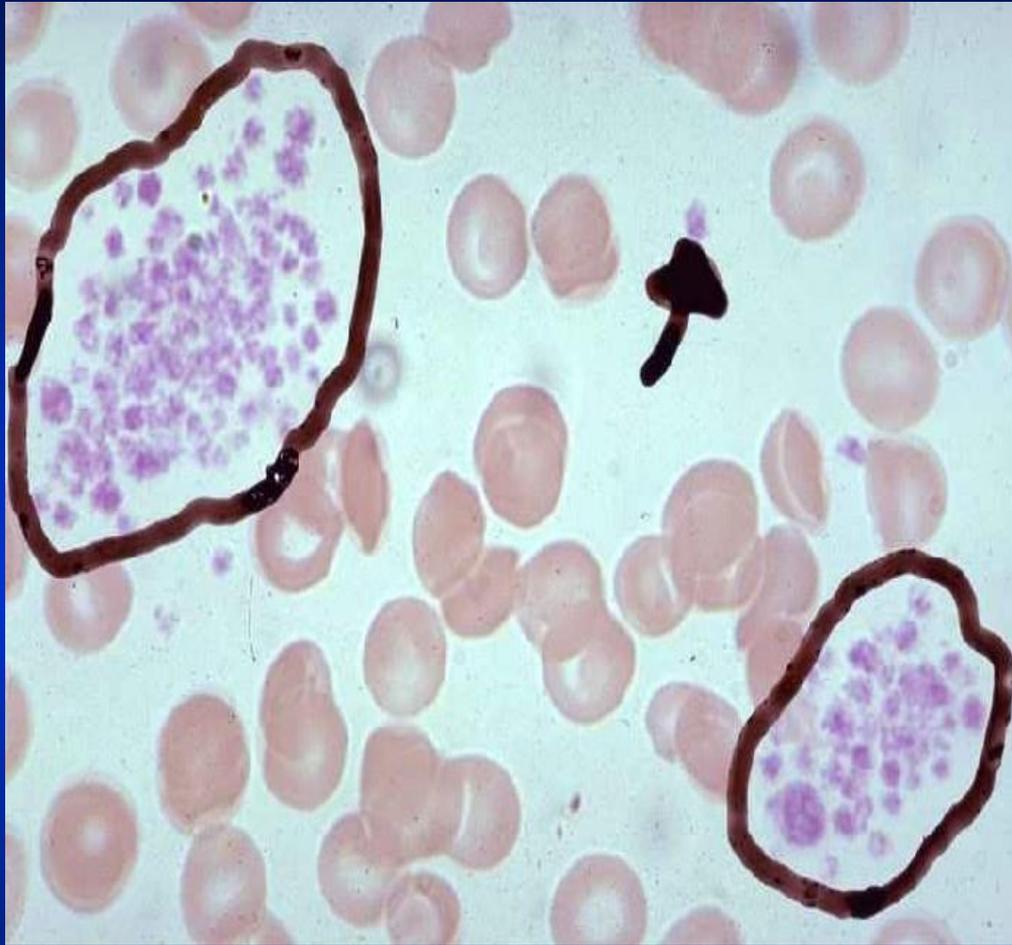


**ЭРИТРОЦИТ**

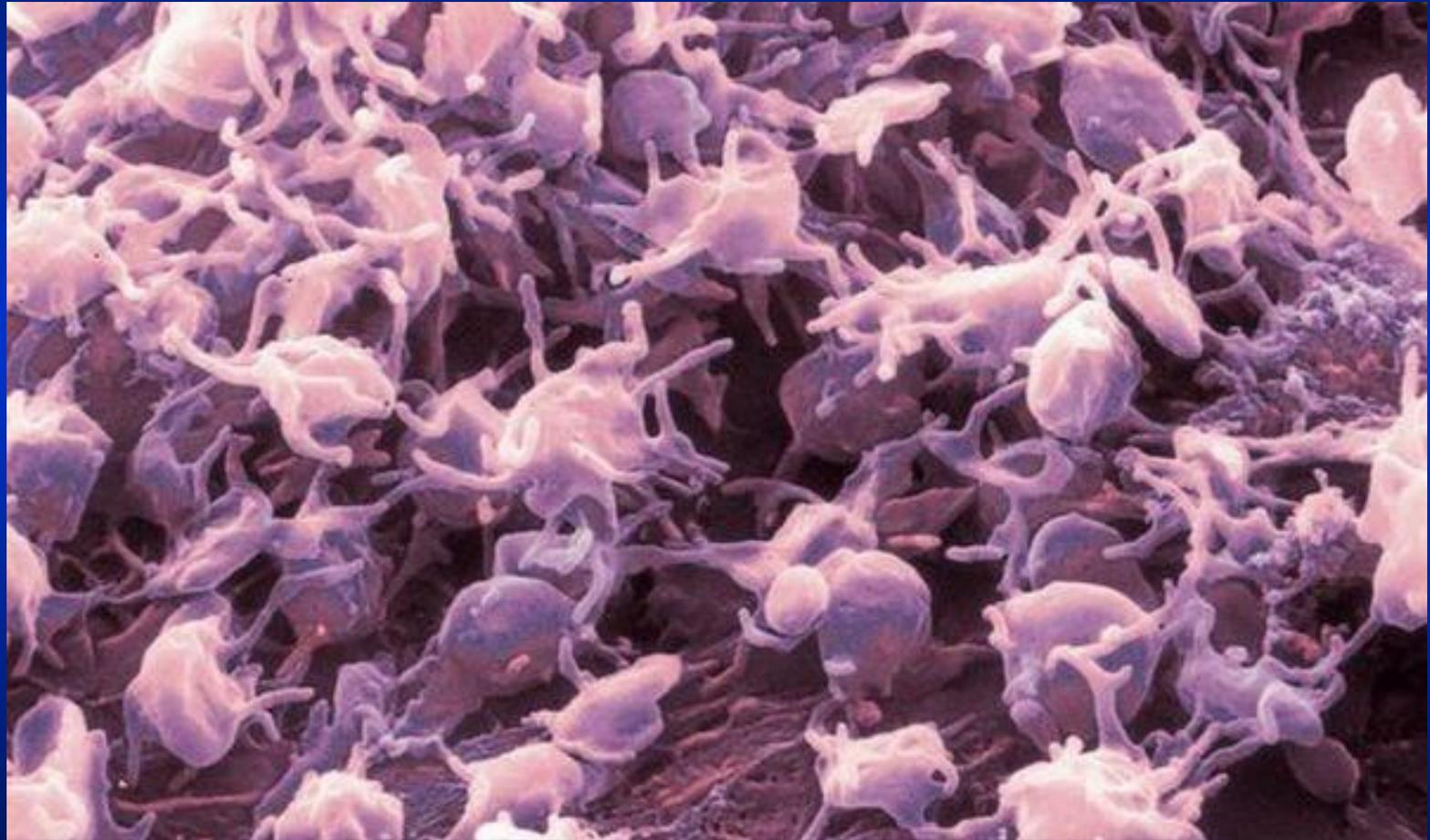
**ТРОМБОЦИТ**

**ЛЕЙКОЦИТ**

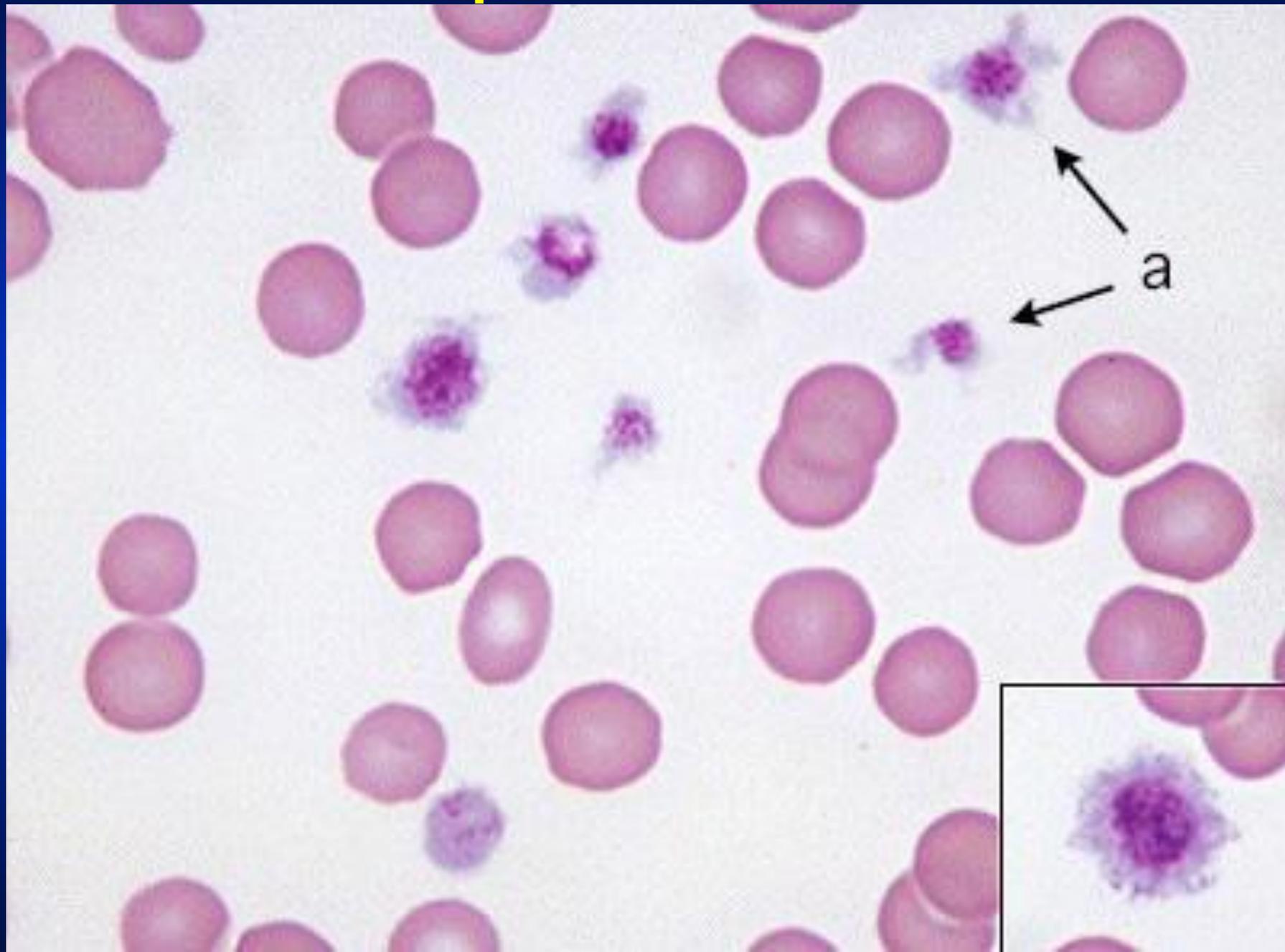
# Тромбоциты



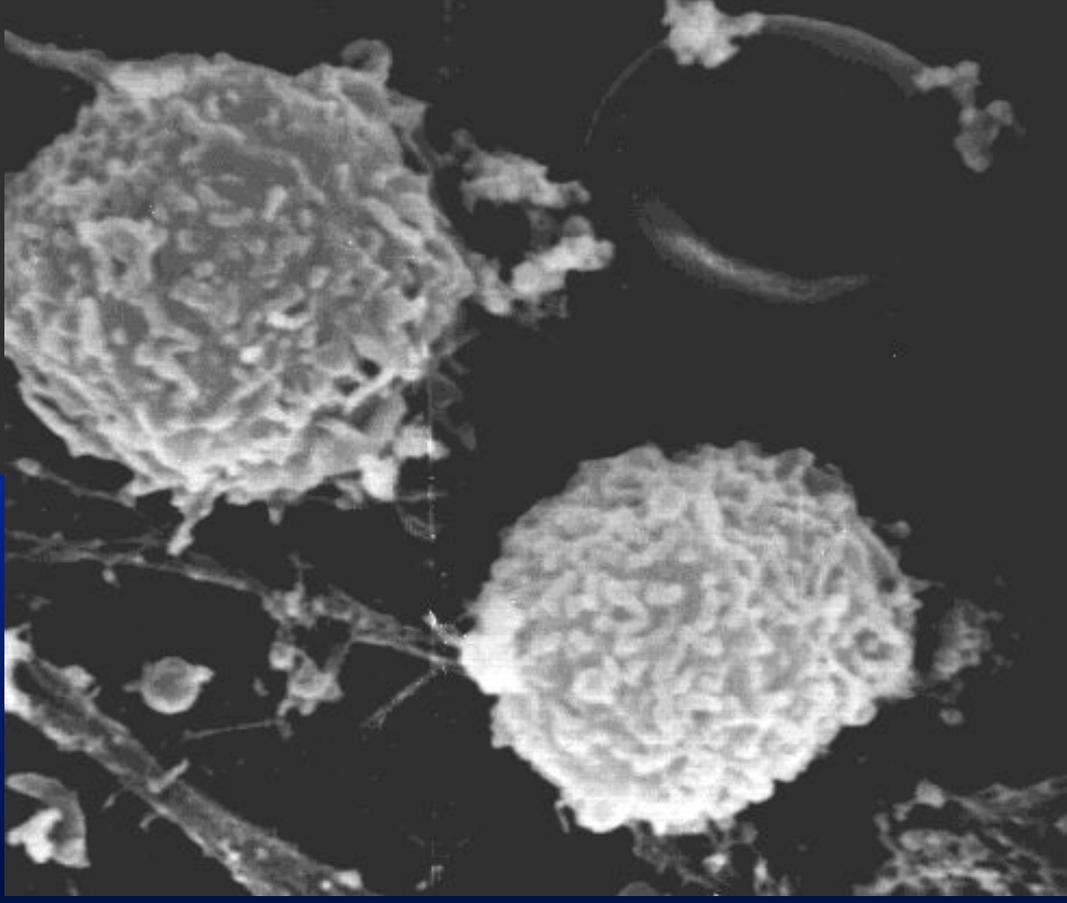
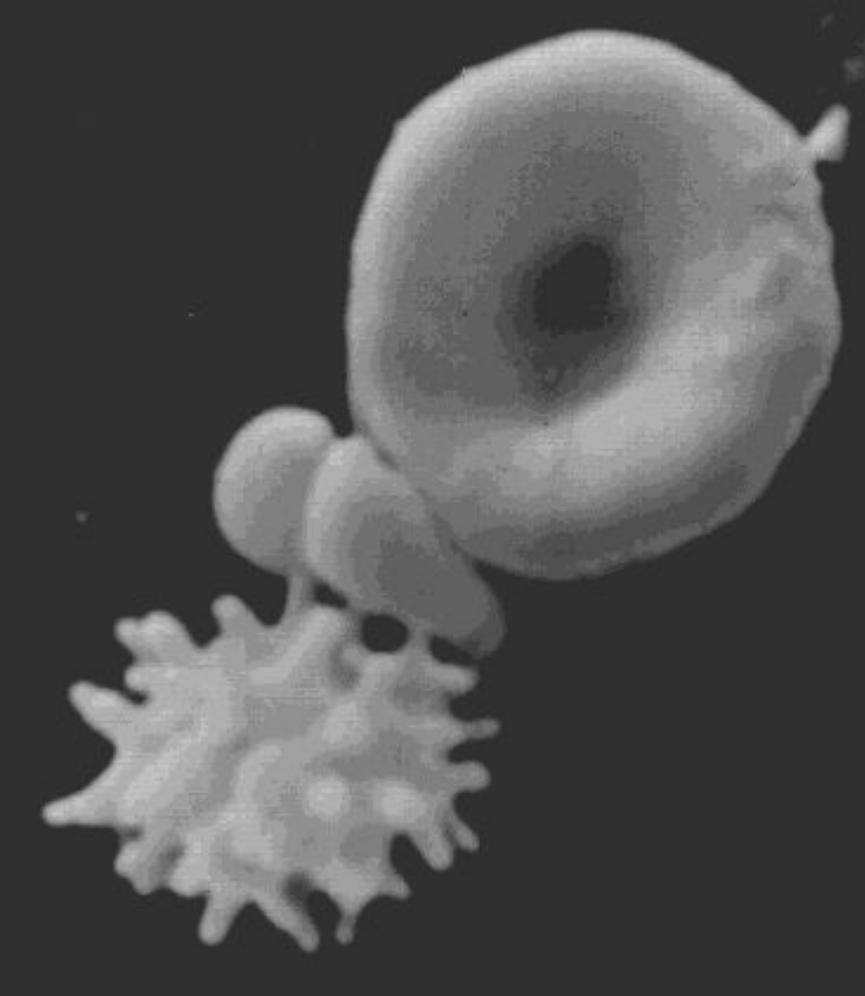
# Миграция тромбоцитов к месту повреждения



# Тромбоциты



- **Ig G** определяются в плазме крови – воздействуют на вирусы и токсины выделяемые бактериями.
- **Ig M** появляются в крови при попадании в организм чужеродных клеток, обеспечивают захват и переваривание бактерий макрофагами.
- **Ig E** вызывает выделение гистамина из тучных клеток и обнаруживается при аллергических заболеваниях.
- **Ig D** обнаруживают у детей первого года жизни.
- **Ig A** содержится в различных секретах (молоко, слюна, слизь) и защищает эпителий от инфекционных агентов.



# Составные компоненты и функции лимфы

- Лимфа состоит из лимфоплазмы и форменных элементов, в основном лимфоцитов (98%), а также моноцитов, нейтрофилов, иногда эритроцитов. Лимфоплазма образуется посредством проникновения тканевой жидкости в лимфатические капилляры, а затем отводится по лимфатическим сосудам различного калибра и вливается в венозную систему. По пути движения лимфа проходит через лимфатические узлы, в которых она очищается от экзогенных и эндогенных частиц, а также обогащается лимфоцитами.

## Функции лимфатической системы:

- 1) дренирование тканей;
- 2) обогащение лимфоцитами;
- 3) очищение лимфы от экзогенных и эндогенных веществ.

***Спасибо за внимание!***

