

**ЛЕКЦИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ  
III ФАКУЛЬТЕТА II  
КУРСА**

**на тему:**

**ФИЗИОЛОГИЯ СИСТЕМЫ  
КРОВИ**

**Разработка: д.м.н. Н.Н.  
Захарьевой**

# ПЛАН ЛЕКЦИИ:

1. Понятие о системе крови, функции крови.
2. Состав и физико-химические свойства крови.
3. Эритроциты и гемоглобин. Группы крови.
4. Лейкоциты, миогенный лейкоцитоз.
5. Тромбоциты. Свертывание крови.
6. Регуляция системы крови.

# ЖИДКОСТИ ВНУТРЕННЕЙ СРЕДЫ ОРГАНИЗМА



**Кровь, лимфа и тканевая жидкость образуют внутреннюю среду организма, омывающую все клетки и ткани тела.**

# 1. ПОНЯТИЕ О СИСТЕМЕ КРОВИ, ФУНКЦИИ КРОВИ.

**Внутренняя среда имеет относительное постоянство состава и физико-химических свойств, что обуславливает одинаковые условия существования клеток организма (гомеостаз).**

**Это достигается деятельностью ряда органов, обеспечивающих поступление в кровь необходимых организму веществ и удаление из нее продуктов распада.**

**Следует отметить, что кровь – особая форма ткани.**

# 1. ПОНЯТИЕ О СИСТЕМЕ КРОВИ, ФУНКЦИИ КРОВИ.



**Представление о  
крови, как о  
системе создал  
нашсоотече-  
ственный  
Георгий  
Федорович Ланг  
в 1939 году.**

# В эту систему он включил

## 4 части:

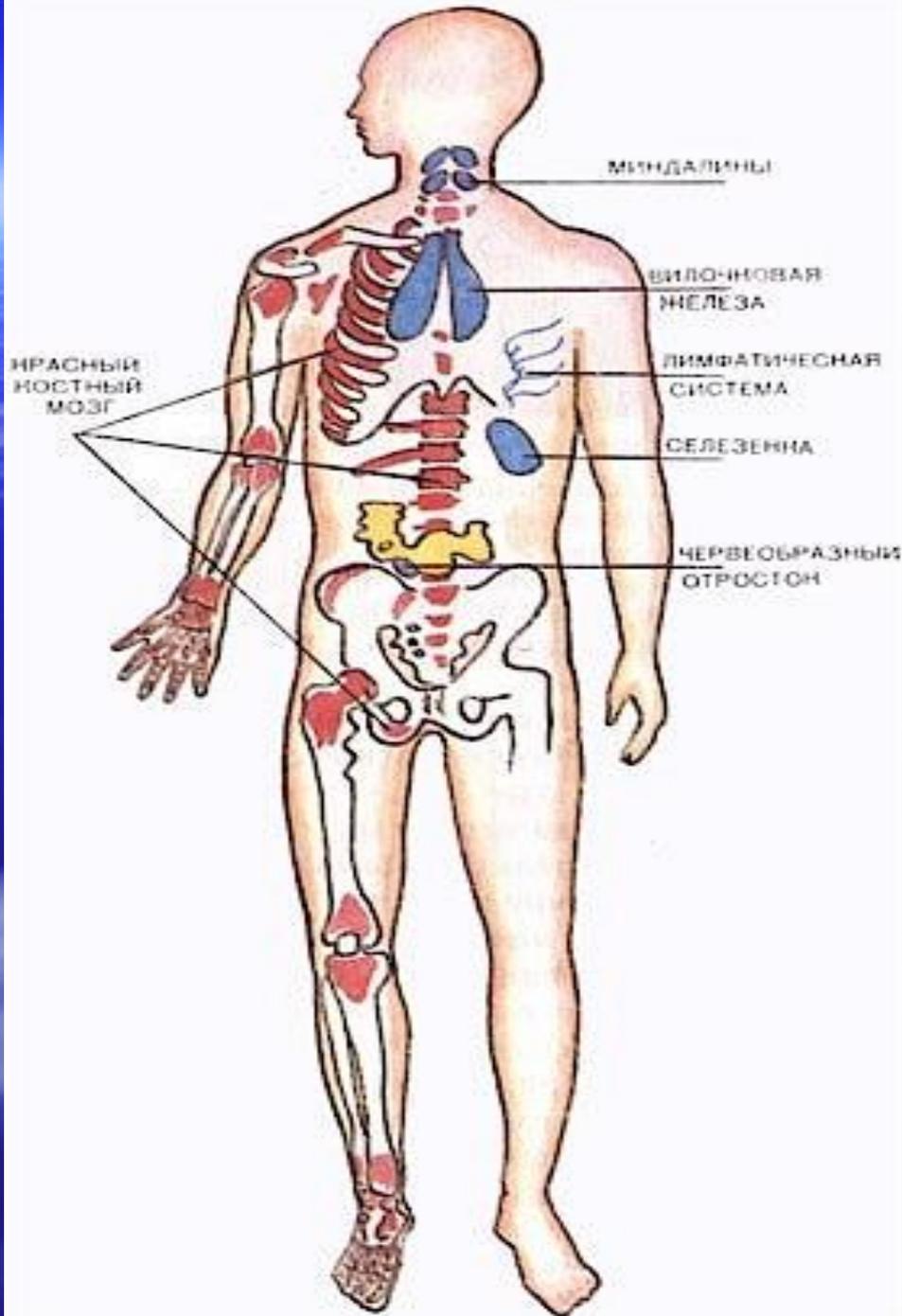
- **Периферическую кровь, циркулирующую по сосудам;**
- **Органы кроветворения (красный костный мозг, лимфотические узлы и селезенку);**
- **Органы кроверазрушения (печень, селезенка);**
- **Регулирующий нейрогуморальный аппарат.**

## ПО СОВРЕМЕННЫМ ПРЕДСТАВЛЕНИЯМ

# «СИСТЕМА КРОВИ»:

- 1) Циркулирующую по сосудам и депонированная кровь;
- 2) Органы кроветворения (красный костный мозг, лимфотические узлы и селезенку, печень);
- 3) Органы кроверазрушения (печень, селезенка);
- 4) Регулирующий нейрогуморальный аппарат.

# Органы кровообразования



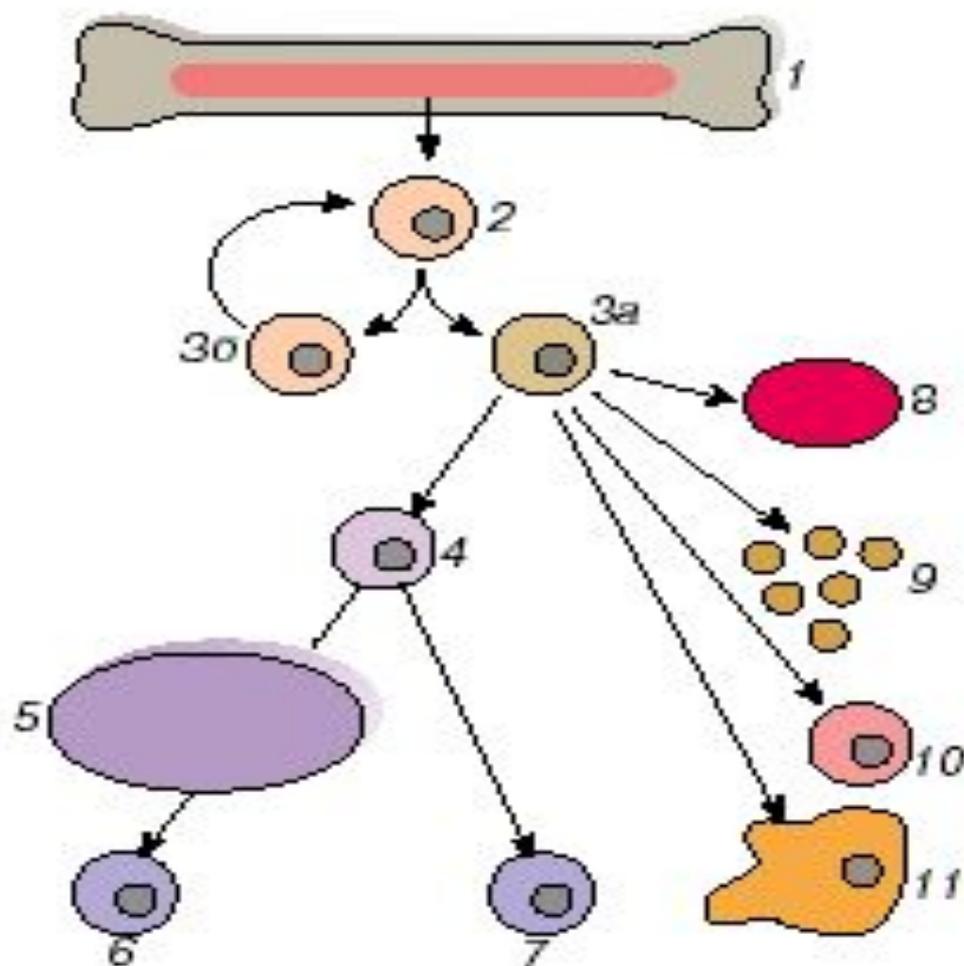


Рис. 5. Схема кроветворения: *1* – костный мозг; *2* – стволовая клетка; *3a* – дочерняя клетка начинает путь митозов и дифференцировок; *3b* – дочерняя клетка становится стволовой на смену материнской (процесс самоподдержания); *4* – клетка – предшественник лимфоцитов; *5* – тимус; *6* – Т-лимфоцит; *7* – В-лимфоцит; *8* – эритроцит; *9* – тромбоциты; *10* – гранулоцит; *11* – макрофаг

Система крови является одной из систем жизнеобеспечения организма и выполняет множество функций.

## 1. ТРАНСПОРТНАЯ ФУНКЦИЯ.

Циркулируя по сосудам, кровь осуществляет переноску многих веществ, определяя тем самым ряд других функций. Выделяют 4 транспортные функции.

### 1.1. ДЫХАТЕЛЬНАЯ ФУНКЦИЯ.

Эта функция заключается в связывании и переносе кислорода и углекислого газа.

# ФУНКЦИИ СИСТЕМЫ КРОВИ:

## 1.2. РЕГУЛЯТОРНАЯ ФУНКЦИЯ.

**В рамках этой функции система крови обеспечивает:**

- А) Терморегуляторную функцию – кровь охлаждает энергоемкие органы и согревает органы теряющие тепло.**
- Б) Гуморальную регуляцию – благодаря своей транспортной функции кровь обеспечивает химическое взаимодействие между всеми частями организма, т.е. гуморальную регуляцию. Кровь переносит гормоны и другие физиологически активные вещества от клеток, где они образуются, к другим клеткам.**

# ФУНКЦИИ СИСТЕМЫ КРОВИ:

## 1.3. ТРОФИЧЕСКАЯ (Питательная) ФУНКЦИЯ.

Кровь обеспечивает все клетки организма питательными веществами (глюкозой, аминокислотами, жирами, витаминами, минеральными веществами, водой).

## 1.4. ЭКСКРЕТОРНАЯ ФУНКЦИЯ.

Кровь уносит из тканей «шлаки жизни» - конечные продукты метаболизма: мочевину, мочевую кислоту и др., удаляемые из организма органами выделения.

# ФУНКЦИИ СИСТЕМЫ КРОВИ:

## 2. ЗАЩИТНАЯ ФУНКЦИЯ.

**Кровь выполняет эту функцию, являясь важнейшим фактором иммунитета, т.е. защиты организма от живых тел и генетически чуждых веществ. Это определяется фагоцитарной активностью лейкоцитов (клеточный иммунитет) и наличием в крови антител, обезвреживающих микробы и их яды (гуморальный иммунитет).**

# ФУНКЦИИ СИСТЕМЫ КРОВИ:

## 3. Гомеостатическая

Кроме того кровь поддерживает стабильность ряда констант гомеостаза – рН, осмотическое давление и др.

## 4. Участие в волно-солевом обмене.

Кровь обеспечивает водно-солевой обмен между кровью и тканями. В артериальной части капилляров жидкость и соли поступают в ткани, а в венозной части капилляров – возвращаются в кровь.

## 2. СОСТАВ КРОВИ

### І. ПЛАЗМА КРОВИ

### ІІ. ФОРМЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

**ЭРИТРОЦИТЫ**  
 $3.9-4.5 * 10^{12}$  СТ

**ЛЕЙКОЦИТЫ**  
 $4 - 8 * 10^9$

**ТРОМБОЦИТЪ**  
 $200 - 400 * 10^9$

## 2. СОСТАВ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРОВИ.

### СОСТАВ И КОЛИЧЕСТВО КРОВИ

Кровь состоит из жидкой части – плазмы и взвешенных в ней клеток (форменных элементов): эритроцитов (красных кровяных телец), лейкоцитов (белых кровяных телец) и тромбоцитов (красных пластинок).

Плазма составляет 55-60%, а форменные элементы – 40-45% крови.

Плазма крови содержит 90-92% воды и 8-10% сухого вещества, главным образом белков и солей. В плазме находится ряд важных для организма белков: альбумины (около 4,5 %), глобулины (2-3%) и фибриноген (0,2 – 0,4 %).

## 2. СОСТАВ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРОВИ.

Общее количество белка в плазме крови человека составляет 7-8%. Остальная часть сухого вещества приходится на другие органические вещества и минеральные соли (0,9 %).

В плазме находятся также аминокислоты и полипептиды.

Общее количество крови в организме взрослого человека в норме составляет 6-8% массы тела, т.е. примерно 4,5 – 6 л.

Объем циркулирующей крови относительно постоянен.

# ФУНКЦИИ БЕЛКОВ ПЛАЗМЫ :

1. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЯЗКОСТИ КРОВИ ( АД);
2. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОНКОТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ;
3. ТРАНСПОРТ ЖИРОВ, ГОРМОНОВ, ФЕРМЕНТОВ, МЕТАЛЛОВ;
4. ОБЕСПЕЧЕНИЕ БУФФЕРНЫХ СВОЙСТВ; ФЕРМЕНТАТИВНО-МЕТАБОЛИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ;
5. ФЕРМЕНТАТИВНАЯ ФУНКЦИЯ

# БЕЛКИ ПЛАЗМЫ

БЕЛКИ	КОНЦЕНТРАЦИЯ В ПЛАЗМЕ	ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ
АЛЬБУМИН	35-40	Онкот Р
- $\alpha$ - 1-глобулин	3-4	Транспорт Fe
$\alpha$ 2-глобулин	4-9	Связывание свободног Hв
$\beta$ – глобулины	6-11	Транспорт Fe
$\gamma$ – глобулины	13-17	Циркулирующ ие антитела
Фибриноген	39	Сверт. крови
Протромбин	1	Сверт. крови

# **ОНКОТИЧЕСКОЕ ДАВЛЕНИЕ КРОВИ** (или коллоидно – осмотическое ДАВЛЕНИЕ КОД)

**ЭТО ДАВЛЕНИЕ, КОТОРОЕ ВОЗНИКАЕТ  
ЗА СЧЕТ УДЕРЖАНИЯ ВОДЫ В  
СОСУДИСТОМ РУСЛЕ БЕЛКАМИ  
ПЛАЗМЫ.**

При нормальном содержании белка в  
плазме ( 60-80 г/л) КОД = 25-30 мм.  
рт.ст.

# ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРОВИ.

## - . **Вязкость крови.**

Если вязкость воды принять за единицу, то вязкость плазмы крови составит 1,7 – 2,2, а вязкость цельной крови (плазма + форменные элементы) будет равна около 5,0.

Вязкость увеличивается при потере воды (например, при обильном потении), а также при возрастании количества эритроцитов в крови.

- . **Относительная плотность (удельный вес),** цельной крови равен 1,050 – 1,060.

Эритроцитов – 1,090. Плазмы – 1,025 – 1,034.

# ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРОВИ.

- **Осмотическое давление крови.** Если два раствора разной концентрации разделить полупроницаемой мембраной, пропускающей только растворитель (например, воду), то вода переходит в более концентрированный раствор.
- **Сила, определяющая давление растворителя через полупроницаемую мембрану, называется ОСМОТИЧЕСКИМ ДАВЛЕНИЕМ.**  
Осмотическое давление крови человека и млекопитающих равно 7,6-8,1 атм.

# ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРОВИ.

- Активная реакция крови (рН), обуславливается соотношением в ней водородных  $[H^+]$  и гидроксильных  $[OH^-]$  ионов, является одним из жестких параметров гомеостаза, т.к. только при определенном рН возможно оптимальное течение обмена веществ.
- Кровь имеет слабо щелочную реакцию.
- рН артериальной крови = 7,4;
- рН венозной крови вследствие большого содержания в ней углекислоты составляет = 7,36

# ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРОВИ.

**Буферные свойства крови** заключаются в способности препятствовать сдвигу активной реакции крови.

Эта способность обуславливается буферными системами, которые состоят из смеси слабых кислот с солями этих кислот и сильных оснований.

# ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРОВИ.

**- К буферным системам относятся:**

- 1. Угловая кислота – двукислый натрий (карбонатная буферная система);**
  - 2. Одноосновной-двуосновной фосфорнокислый натрий (фосфатная буферная система);**
  - 3. Белки плазмы (буферная система белков плазмы);**
  - 4. Гемоглобин-калийная соль гемоглобина (буферная система гемоглобина).**
- Все буферные системы особенно припятствуют сдвигу реакции крови в кислую сторону и создают в крови щелочной резерв, который в организме относительно постоянен.**

# ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРОВИ.

- **Кислотно-щелочное равновесие крови** выражает малосдвигаемое в нормальных условиях соотношение кислотных и щелочных эквивалентов. Несмотря на наличие буферных систем в организме все же иногда наблюдаются небольшие сдвиги активной реакции крови (рН).
- **Сдвиг рН в кислую сторону называется - АЦИДОЗОМ,**
- **Сдвиг в щелочную сторону – АЛКАЛОЗОМ.**

## 2. СОСТАВ КРОВИ

### 1. ПЛАЗМА КРОВИ

#### II. ФОРМЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

##### ЭРИТРОЦИТЫ

Ж : 3.9-4.5 \* 10 в 12  
СТ

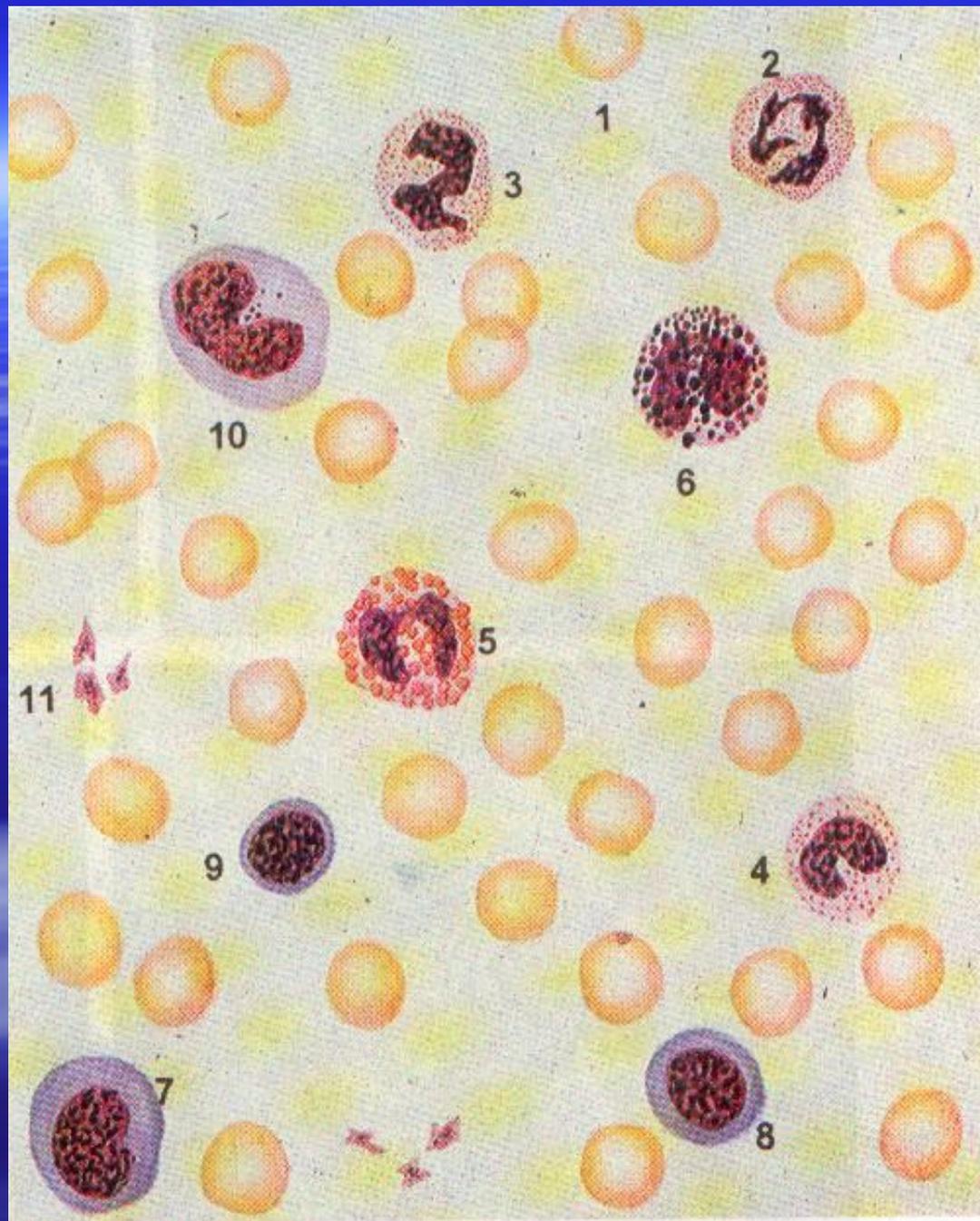
М: 4 – 5.5 \* 10 в 12 СТ

##### ЛЕЙКОЦИТЫ

4-8 \* 10 в 9

##### ТРОМБОЦИТЫ

200-400 \* 10 в 9



## Форменные элементы крови человека в мазке.

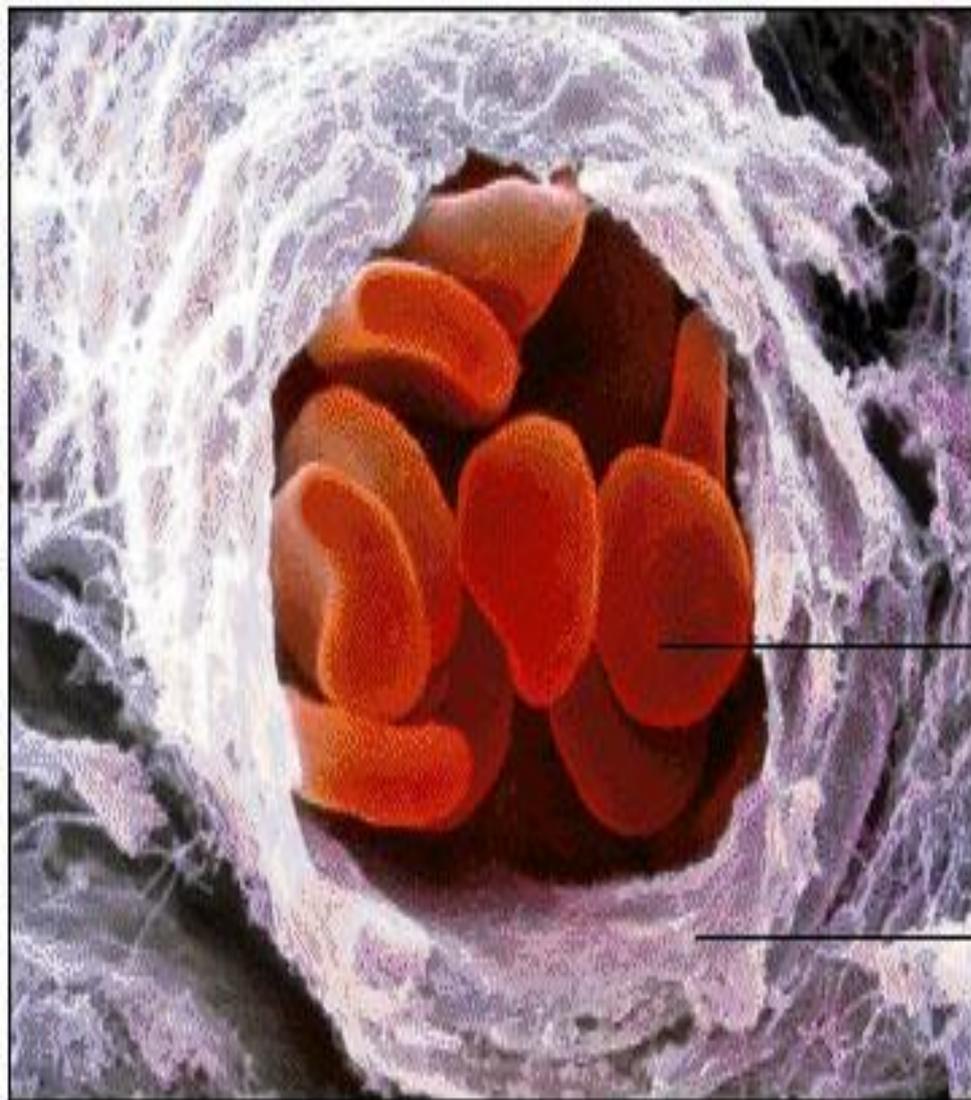
- 1 – эритроцит,  
2 – сегментоядерный  
нейтрофильный гранулоцит,  
3 – палочкоядерный  
нейтрофильный гранулоцит,  
4 – юный нейтрофильный  
гранулоцит,  
5 – эозинофильный гранулоцит,  
6 – базофильный гранулоцит, 7  
– большой лимфоцит, 8 –  
средний лимфоцит, 9 – малый  
лимфоцит, 10 – моноцит, 11 –  
тромбоциты (кровяные  
пластинки).

# 3. ЭРИТРОЦИТЫ И ГЕМОГЛОБИН. ГРУППЫ КРОВИ.



- **ЭРИТРОЦИТЫ**, или красные кровяные тельца, представляют собой клетки, которые у человека и млекопитающих не имеют ядра.
- В крови у **мужчин** содержится до 6 млн. в 1 мм<sup>3</sup>, у **женщин** – около 4,5 млн. в 1 мм<sup>3</sup>.
- Общая поверхность эритроцитов достигает 3000 м<sup>2</sup>, что обусловлено их большим числом и формой – двояковогнутого диска.

# ЭРИТРОЦИТЫ

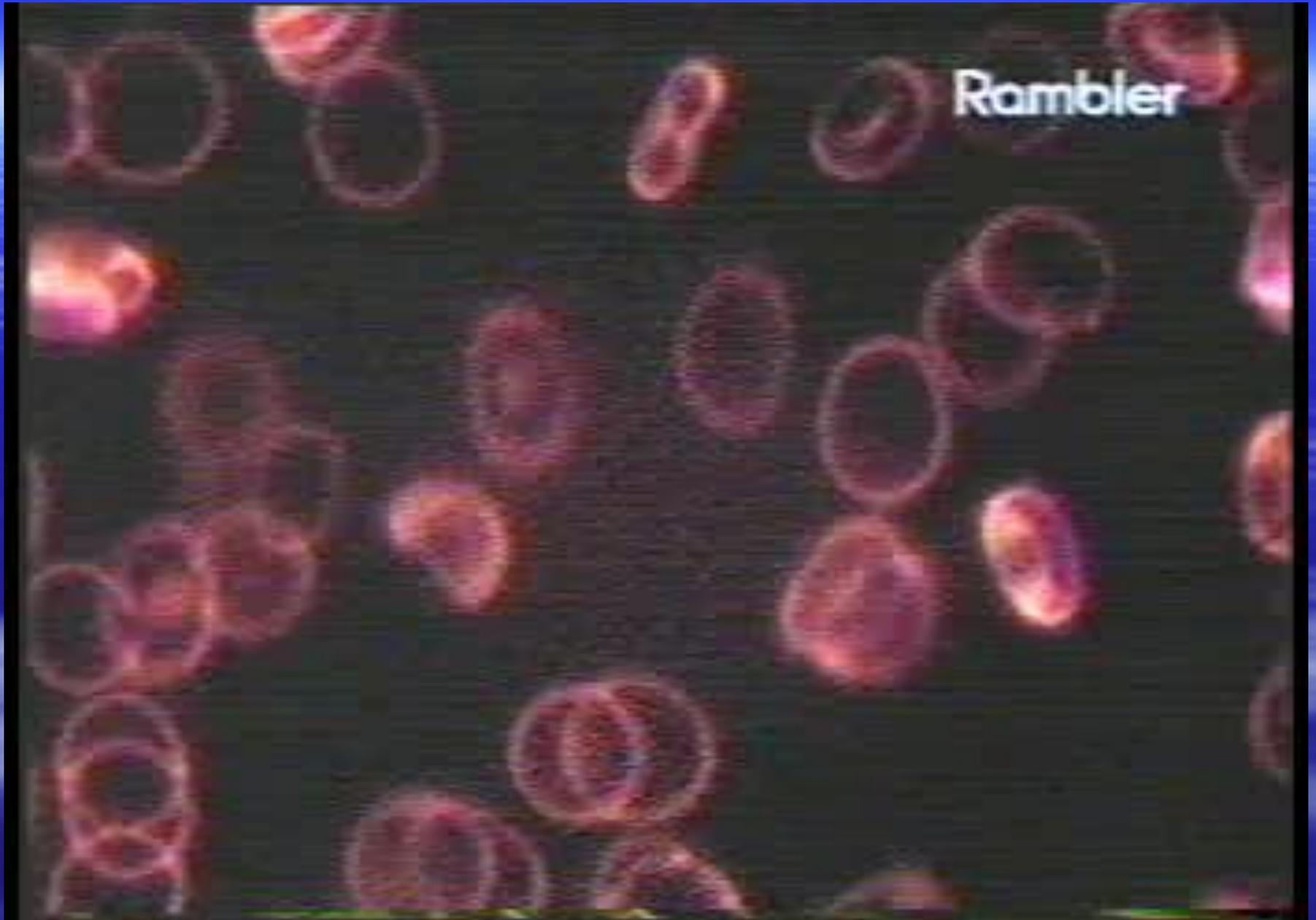


Красные  
кровяные  
тельца

Кровенос-  
ный сосуд

- В крови у мужчин содержится до 4.5-5.5 млн. в 1 мм<sup>3</sup>, у женщин – около 3.9 -4,5 млн. в 1 мм<sup>3</sup>.
- Общая поверхность эритроцитов достигает 3000 м<sup>2</sup>, что обусловлено их большим числом и формой – двояковогнутого диска.

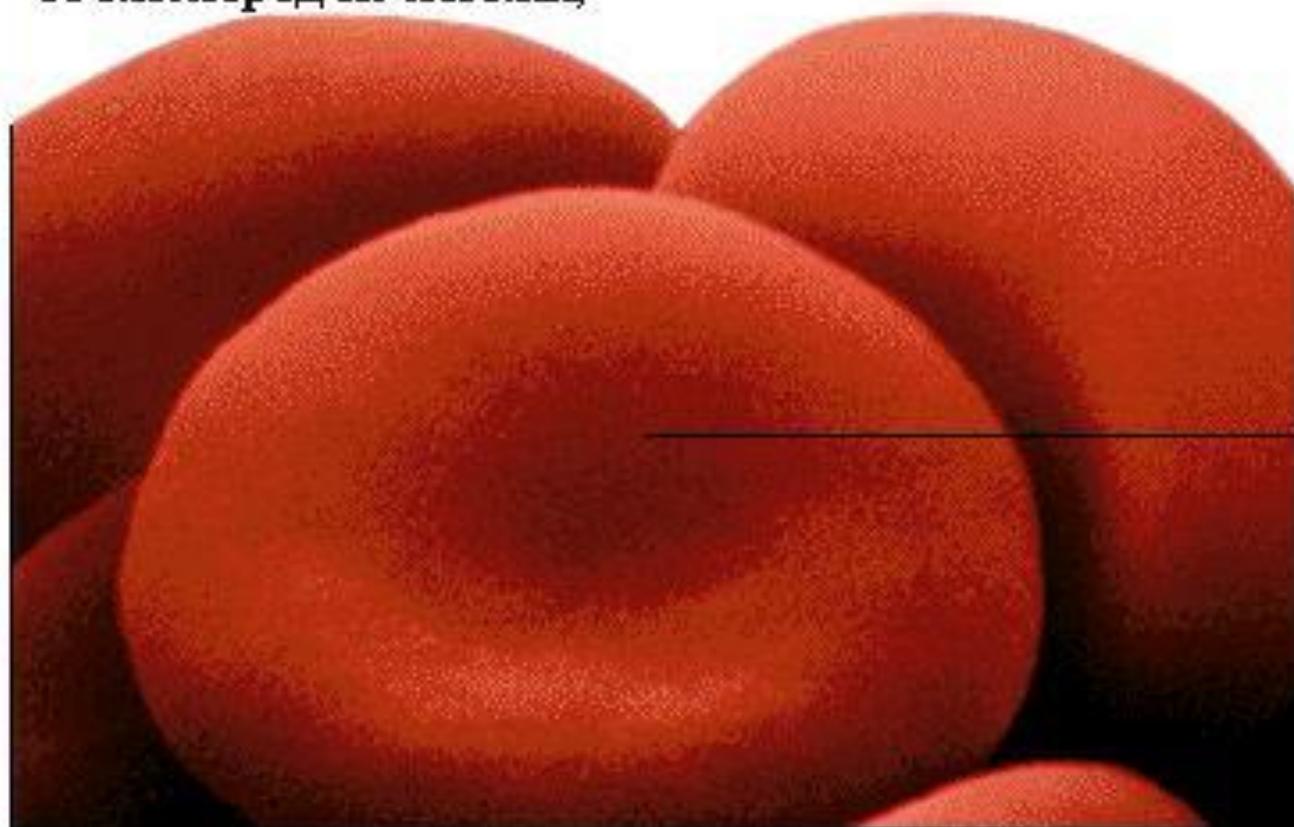
Rambler



## ЭРИТРОЦИТЫ \_ КРАСНЫЕ КРОВЯНЫЕ ТЕЛЬЦА

В одном кубическом миллиметре крови находится 5 миллионов этих телец. Каждая клетка поглощает кислород из легких,

отдает его другим клеткам. Красные тельца имеют форму приплюснутого диска, внутри которого создается пространство для кислорода.

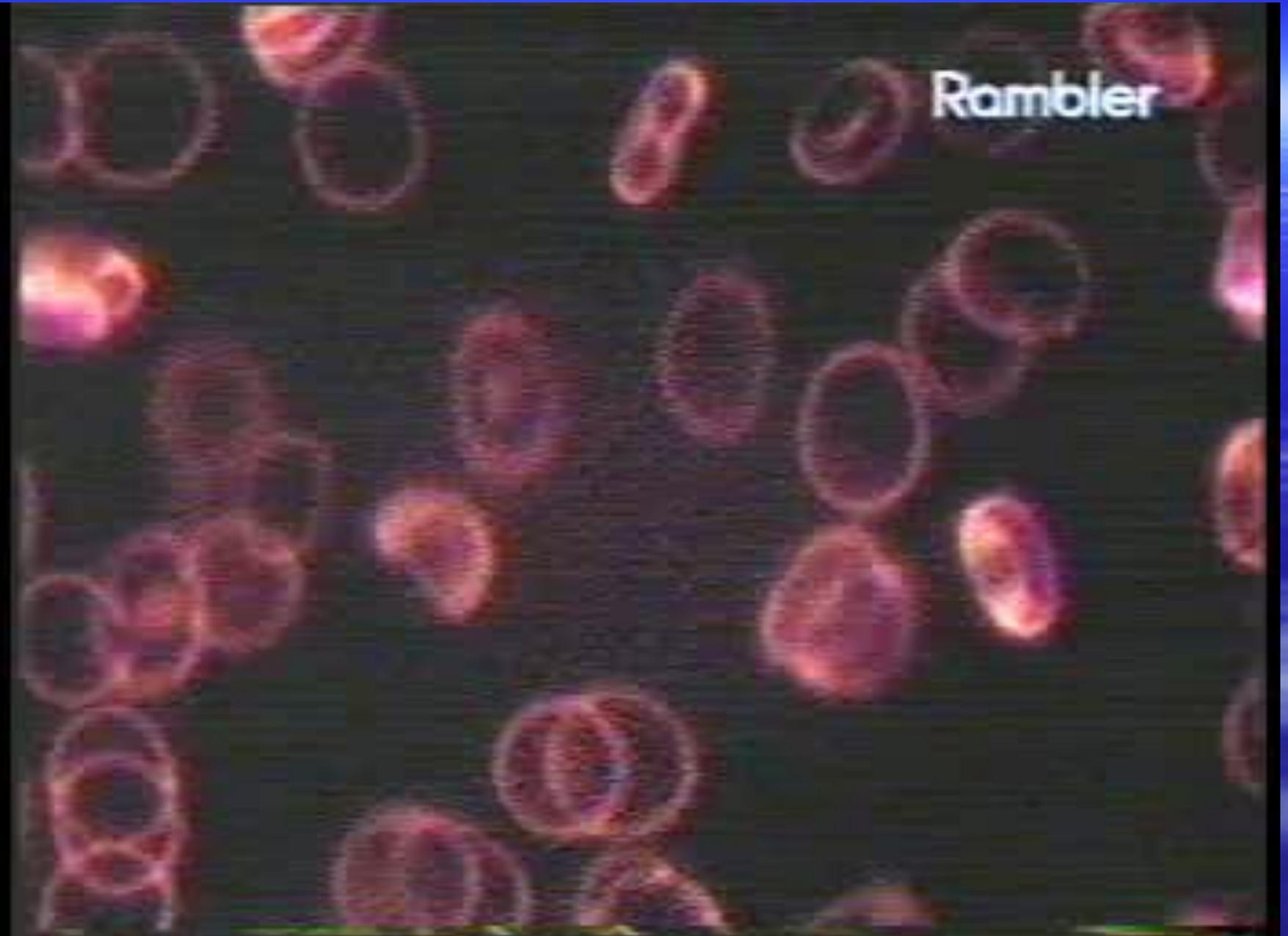


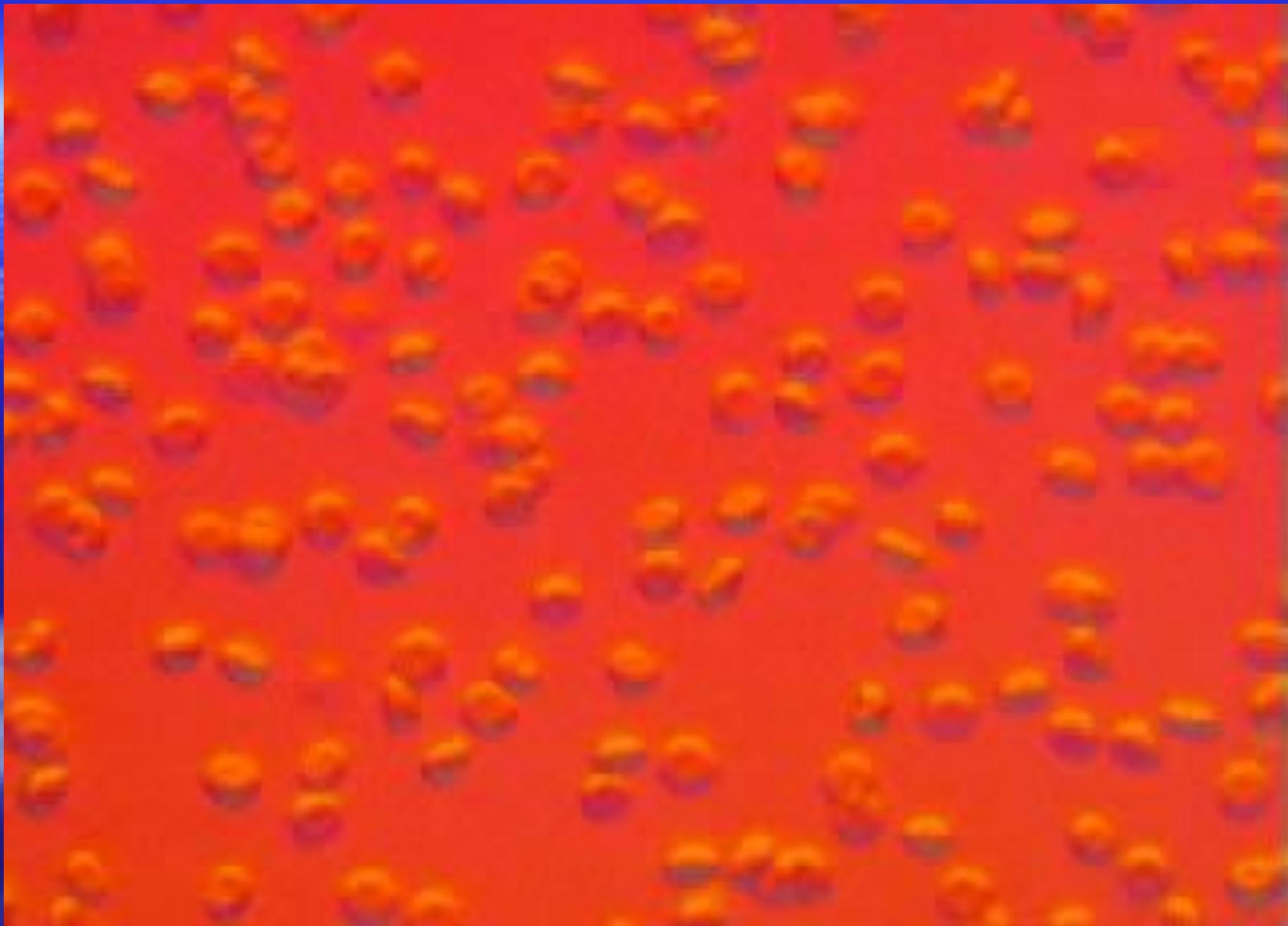
Приплюснутый центр  
красного кровяного тельца



Рис. 2. Созревание эритроцитов. Стадия выталкивания ядра. Клетка принимает причудливую форму, которая в дальнейшем изменится до двояковогнутой

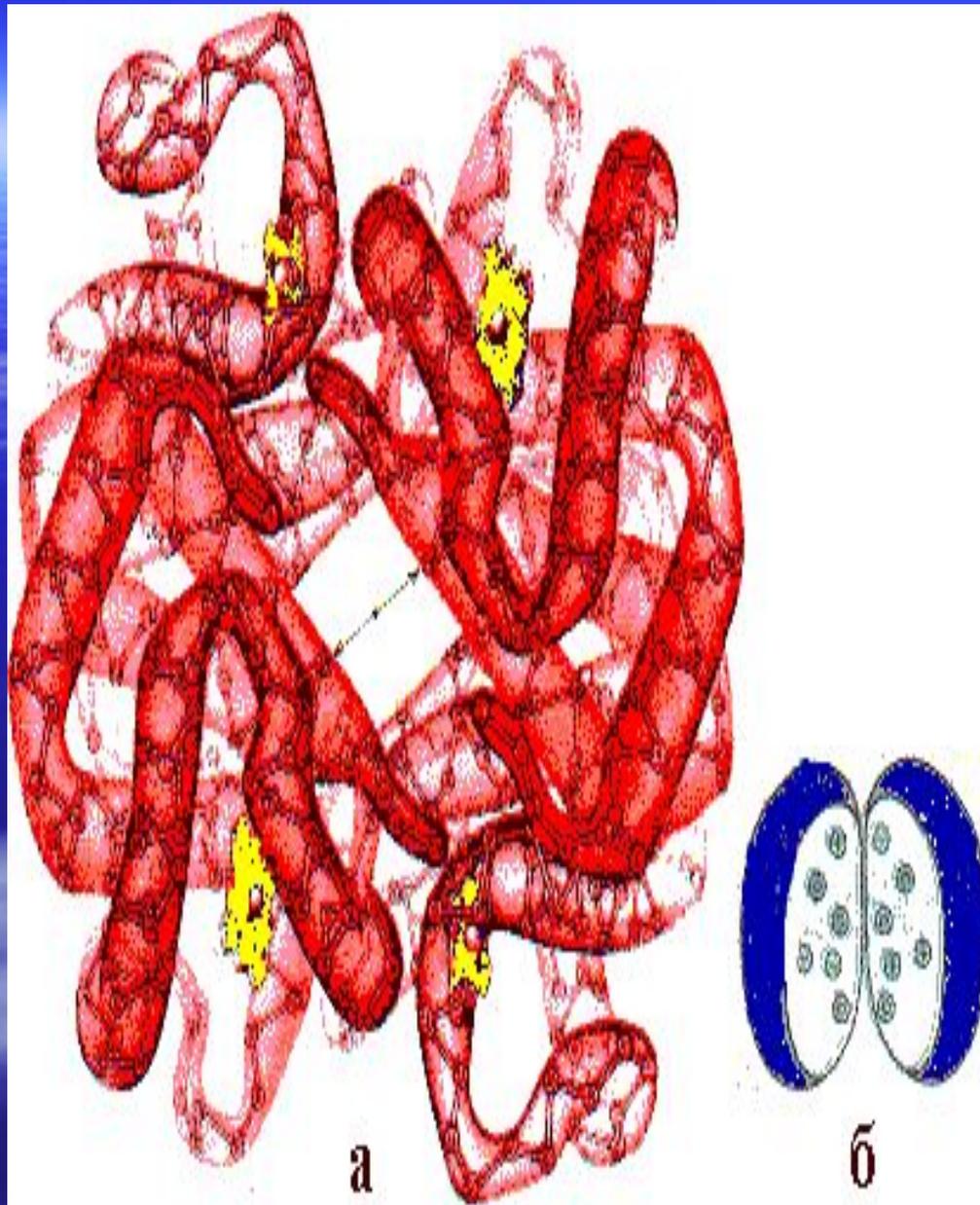
Rambler





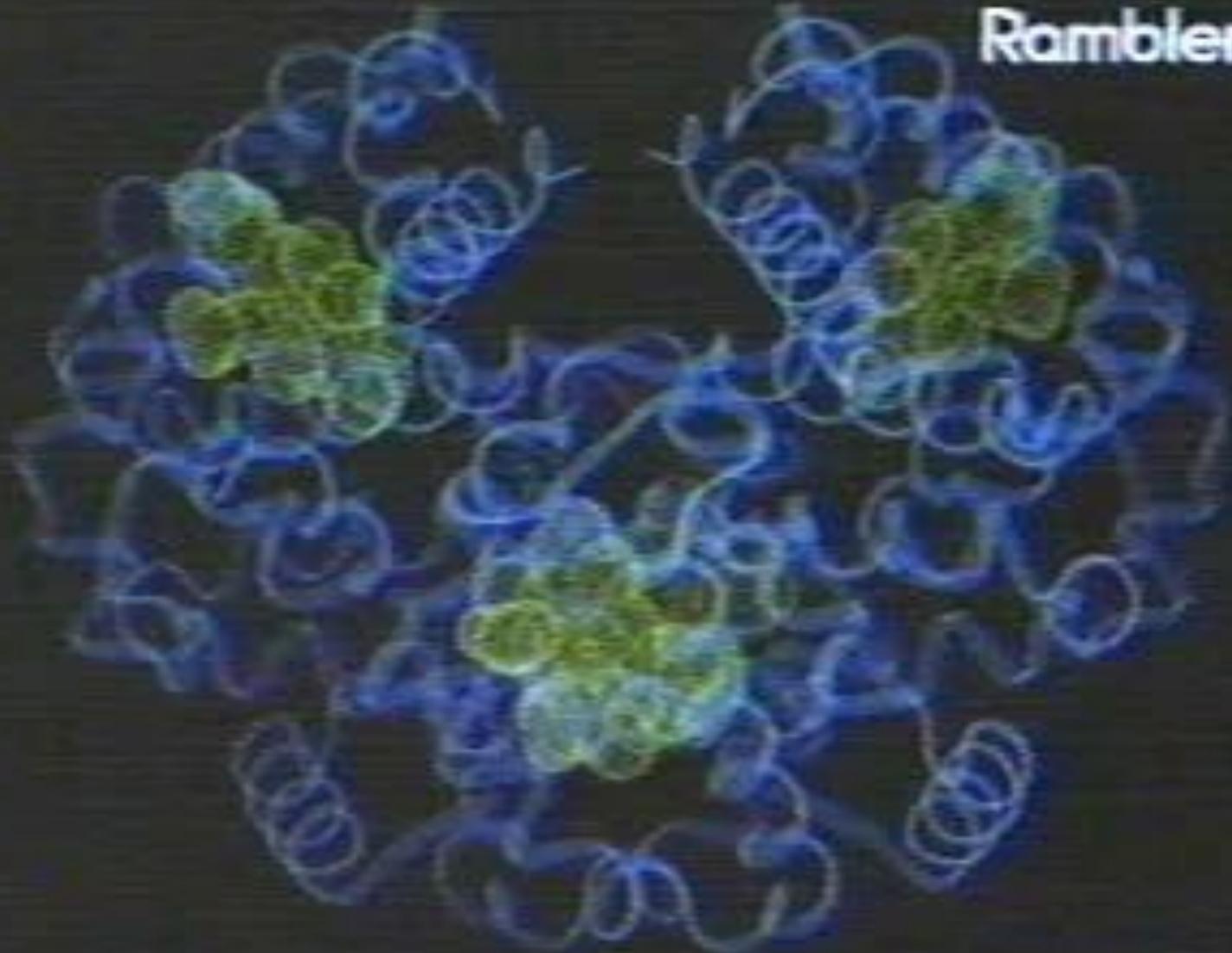
# ГЕМОГЛОБИН

- **ГЕМОГЛОБИН** является составной частью эритроцитов и обеспечивает дыхательную функцию крови, являясь дыхательным ферментом.
- По химической структуре гемоглобин представляет собой хромопротеид. Он состоит из белка **глобина** и простетической группы **гема** ( 1 : 4 ). **Гем имеет в своем составе атом железа, способный присоединять и отдавать молекулу кислорода.**
- В крови здоровых мужчин содержится в среднем 14,5 г.% гемоглобина (145 г/л) (от 13 до 16 %).
- В крови у женщин находится около 13 г.% (130 г/л) ( от 12 до 14 %).



В каждом эритроците содержится **200-300** млн молекул гемоглобина, различающихся по аминокислотному составу полипептидных цепей. Во время созревания клеток в органах кроветворения вначале ядро диктует рибосомам синтез полипептидных цепей гемоглобина типа F, а позже начинается биосинтез гемоглобина типа A, имеющего полипептидные цепи с несколько иным составом и чередованием аминокислотных остатков. Содержание гемоглобина в 1 л крови взрослых людей равно в среднем 145 г, отклонения зависят от пола, состояния здоровья, условий питания. Содержание гемоглобина F в крови взрослого человека составляет около 1%.

Rambler



# ГЕМОГЛОБИН

В норме гемоглобин содержится в виде 3-х физиологических соединений:

**ОКСИГЕМОГЛОБИН** – гемоглобин присоединивший кислород ( $\text{HbO}_2$ ), находится в артериальной крови (вследствие чего она имеет алый цвет).

**ДЕЗОКСИГЕМОГЛОБИН** – восстановленный гемоглобин, отдавший кислород (  $\text{-Hb}$  ).

**КАРЬГЕМОГЛОБИН** – гемоглобин

# МИОГЛОБИН

- **МИОГЛОБИН** – находится в скелетных мышцах и миокарде. Белковая часть его имеет меньший молекулярный вес против гемоглобина. Миоглобин человека связывает до 14 % общего количества кислорода в организме.

# СКОРОСТЬ ОСЕДАНИЯ ЭРИТРОЦИТОВ (СОЭ)

**СОЭ муж =**

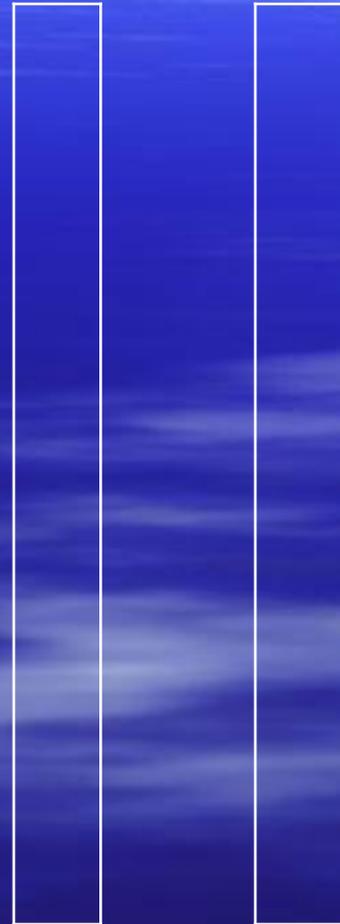
1-10мм в час;

**СОЭ ж ен =**

1-15мм в час;

**СОЭ пожилых =**

1-20 мм в час;



# ПОНЯТИЕ О ГРУППАХ КРОВИ

**Группа крови** — совокупность нормальных иммуногенетических признаков крови — изоантигенная структура эритроцитов и специфичность естественных антиэритроцитарных антител, позволяющая объединять людей в определенную группу.

# ГРУППЫ КРОВИ

За открытие групп  
крови

**Карл Ландштейнер**

в 1930 году получил  
Нобелевскую  
премию.

День его рождения —  
**14 июня — стал  
Международным  
днем донора.**

В 1901 году австриец К.  
Ландштейнер и

в 1903 г. чех Ян.Янский  
независимо друг от  
друга обнаружили,  
что при смешивании  
крови разных людей  
часто наблюдается  
склеивание  
эритроцитов друг с  
другом — явление  
агглютинации.

# ГРУППЫ КРОВИ

- Было установлено, что это зависит от наличия **в эритроцитах** агглютиногенов А и В.
- В эритроцитах они могут быть либо вместе, либо по одному, либо отсутствовать. Одновременно было установлено, что **в плазме** находятся вещества склеивающие эритроциты – агглютинины  $\alpha$  и  $\beta$ .
- Они также могут присутствовать в крови человека либо оба, либо по одному, либо отсутствовать.

# ГРУППЫ КРОВИ

- В крови каждого человека находятся разноименные агглютиноген и агглютинин.
- У людей по системе АВО имеется 4 комбинации агглютиногенов и агглютининов – принято называть группами крови.

# ГРУППЫ КРОВИ

<b>I.</b> <b>группа</b>	<b>II.</b> <b>группа</b>	<b>III.</b> <b>группа</b>	<b>IV</b> <b>группа</b>
<b>I ( 0 )</b>	<b>II ( A )</b>	<b>III ( B )</b>	<b>IV ( AB )</b>
<b>α β</b>	<b>A β</b>	<b>B α</b>	<b>AB</b>

# ПОНЯТИЕ О ГРУППАХ КРОВИ

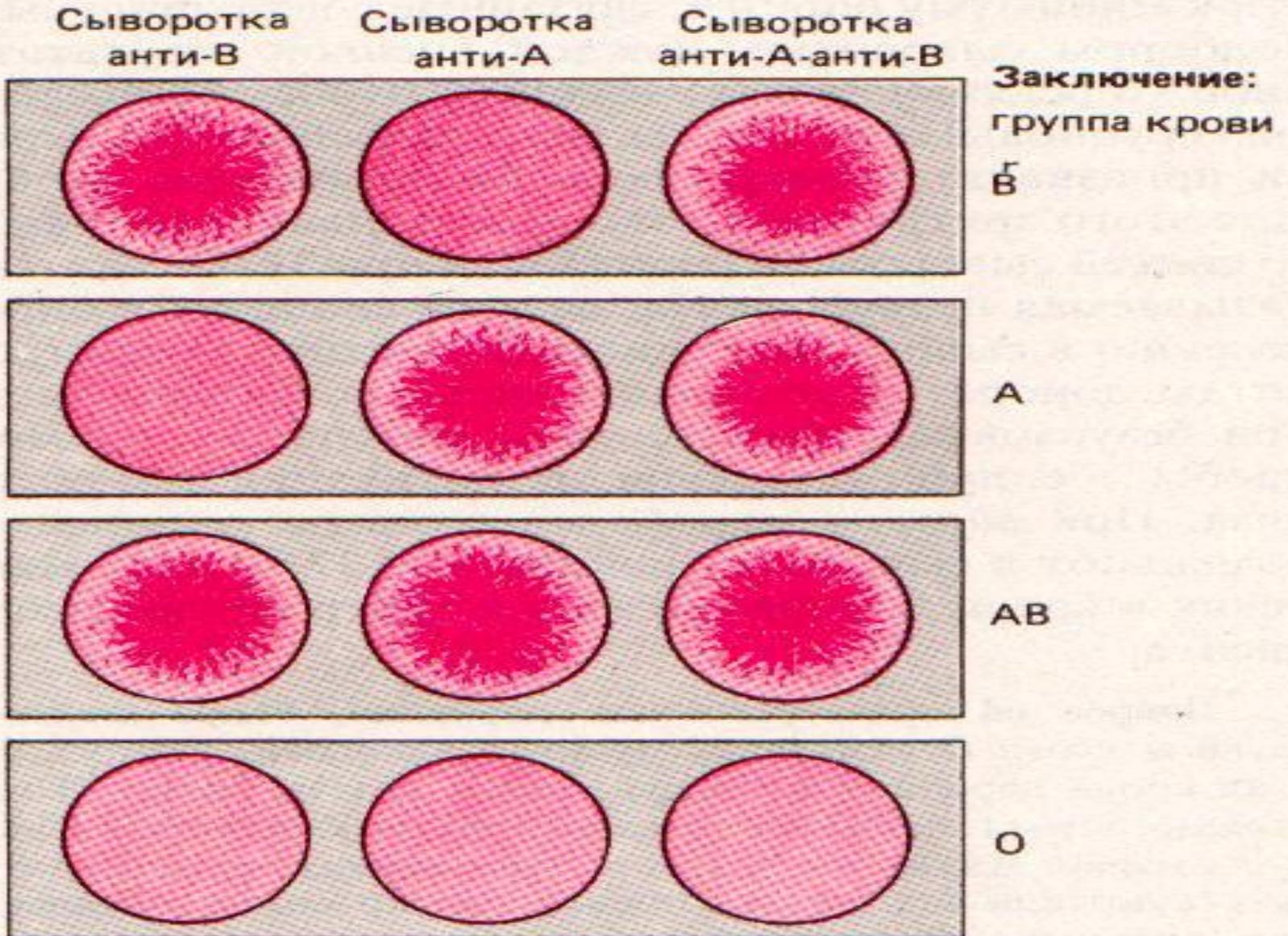
**Группа крови I (0)** — характеризуется отсутствием в эритроцитах изоантигенов А и В системы АВ0.

**Группа крови II (А)** — характеризуется наличием в эритроцитах изоантигена А системы АВ0.

**Группа крови III (В)** — характеризуется наличием в эритроцитах изоантигена В системы АВ0.

**Группа крови IV (АВ)** — характеризуется наличием в эритроцитах изоантигенов А и В системы АВ0.

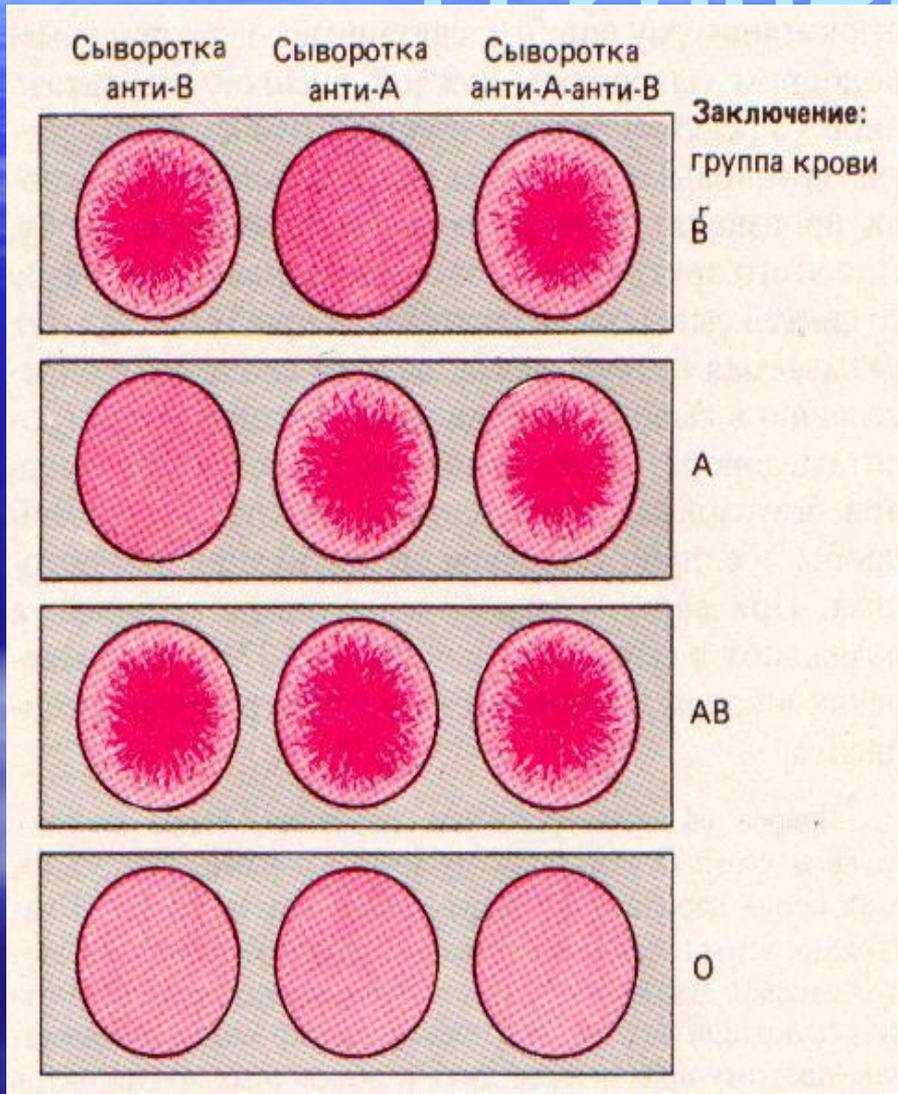
# Определение групп крови



# ГРУППЫ КРОВИ

При взаимодействии одноимённых агглютиногенов и агглютининов (например, A+ a, B+b) происходит склеивание эритроцитов (гемагглютинация) с их последующим гемолизом. Такое взаимодействие обуславливает групповую несовместимость;  
оно возможно только при переливании иногруппной крови.

# ГРУППЫ КРОВИ



Знание групп крови очень важно при перемешивании (переливании) крови. Исходя из соотношений содержания агглютиногенов и агглютининов в крови видно, что **«универсальными донорами»** являются обладатели I группы крови, а **обладатели IV группы крови** являются **“универсальными реципиентами”**.

# НОВОЕ О ОПРЕДЕЛЕНИИ ГРУПП КРОВИ

По мере исследования изоантигенных и изосерологических закономерностей, определяющих разделение людей по Группы крови, были открыты новые изоантигенные признаки.

Выяснено, что Группы крови **IIAb** подразделяется на:

**II A1b** (88% людей этой группы) — эритроциты обладают высокой способностью агглютинироваться сывороткой, содержащей а-агглютинин,

**II A2b** (12% людей) — эритроциты агглютинируются лишь при применении высокоактивных сывороток.

Найдены и др. подгруппы (**A3, A4, A5, Am, A0, Ax, Ay, Ag**), встречающиеся весьма редко: 1 на 1000 чел. Групповое антигенное вещество В обладает большей однородностью.

# НОВОЕ О ГРУППАХ КРОВИ

В сыворотке некоторых людей иногда встречаются добавочные изоагглютинины, например у людей с Группы крови **A1** и **A1B** в некоторых случаях

**обнаруживают агглютинин  $\alpha_2$** , реагирующий с эритроцитами группы **A2** и группы 0.

В крови людей обнаружены и др. антигены, которые на основании генетических и иммунологических особенностей объединяют в системы: MNP и др. Наибольшее клиническое значение после АВ0-системы имеют : **резус-система (Rh (+) - 85% и Rh (-) -15%** и несколько меньшее — **Келл-система (фактор К)** и др. У Келл-отрицательных субъектов антитела к К-фактору образуются после первого переливания крови.

# НОВОЕ О ГРУППАХ КРОВИ

После этого было открыто еще большое количество агглютиногенов: (A1, A2, A3, A4, A5, Az, A0, M, N, S, P, Di, Ln, Le, Fu, Yt, Xg и другие, всего более 200), наличие или отсутствие которых необходимо часто учитывать при переливании крови.

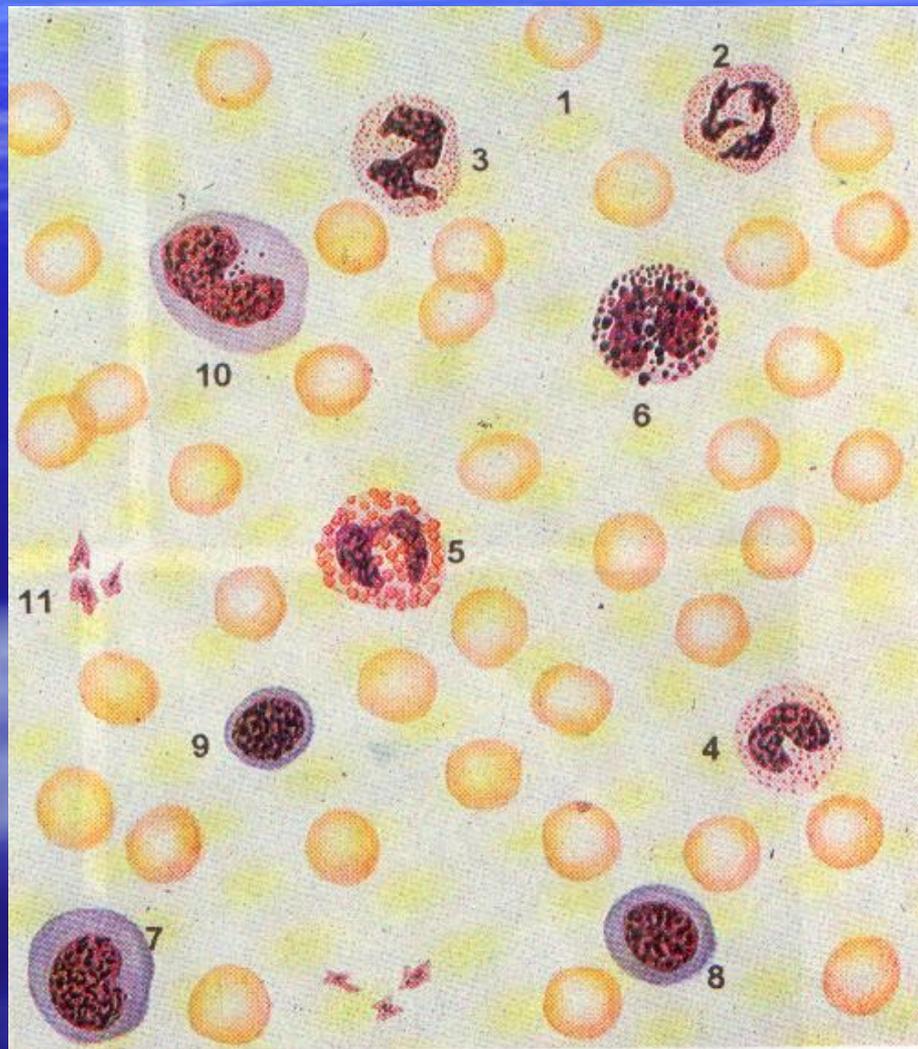
Поэтому в настоящее время учение о группах крови значительно усложнилось.

По современным данным кровь каждого человека по антигенному набору уникальна и неповторима, поэтому, по большому счету, групп крови существует столько, сколько людей на Земле.

# НОВОЕ О ГРУППАХ КРОВИ

Групповая принадлежность крови начинает выявляться уже в утробном периоде развития человека и не меняется на протяжении всей его жизни. Группы крови человека (и животных) определяются наследственными факторами (аллельными генами). Ребёнку передаётся один фактор (А или В ) от отца и один от матери, причём каждый из двух факторов, имеющих у родителей, может быть передан с равной вероятностью (наследование по Менделю). Т. о., у родителей с первой Группы крови (00 и 00) ребёнок также будет иметь первую Группы крови У родителей, имеющих факторы А0 (II группы) и В0 (III группы), может быть ребёнок с любой из четырёх групп крови.

# 4. ЛЕЙКОЦИТЫ, МИОГЕННЫЙ ЛЕЙКОЦИТОЗ.



- ЛЕЙКОЦИТЫ, или белые кровяные тельца, играют важную роль в защите организма от микробов, вирусов, от патогенных простейших, любых чужеродных веществ, т.е. они обеспечивают иммунитет.

# ЛЕЙКОЦИТЫ

- **ИММУНИТЕТ** – это способ защиты организма от микробов, вирусов, паразитов и генетически чуждых клеток и веществ.
- **ИММУНИТЕТ** осуществляется **неспецифическими и специфическими** механизмами:

# ЛЕЙКОЦИТЫ

- **А) НЕСПЕЦИФИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ** – кожа и слизистые оболочки, функция почек, кишечника, печени, лимфатические узлы. Защитные вещества плазмы крови. Клеточные механизмы – **фагоцитоз** (фагоциты – микрофаги и макрофаги).
- **Б) СПЕЦИФИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ** обеспечиваются **лимфоцитами**, которые образуют специфический гуморальный (**образование защитных белков – антител**) и клеточный иммунитет в ответ на действие определенных чужеродных агентов – антигенов.

# КОЛИЧЕСТВО ЛЕЙКОЦИТОВ

- У взрослых людей кровь содержит 4000-9000 в 1 мм<sup>3</sup> лейкоцитов. Увеличение их количества называют лейкоцитозом, а уменьшение – лейкопенией.

# КОЛИЧЕСТВО ЛЕЙКОЦИТОВ

- Лейкоциты делят на 2 группы:
- 1) ГРАНУЛОЦИТЫ (зернистые) и
- 2) АГРАНУЛОЦИТЫ (незернистые).
- ГРАНУЛОЦИТЫ делятся на **НЕЙТРОФИЛЫ** (к ним относятся МЕТАМИЕЛОЦИТЫ, ПАЛОЧКОЯДЕРНЫЕ, СЕГМЕНТОЯДЕРНЫЕ), **ЭОЗИНОФИЛЫ** и **БАЗОФИЛЫ**.
- АГРАНУЛОЦИТЫ делятся на **ЛИМФОЦИТЫ** и **МОНОЦИТЫ**

# ЛЕЙКОЦИТАРНАЯ ФОРМУЛА

Решающее значение имеет процентное соотношение отдельных форм лейкоцитов, называемой ЛЕЙКОЦИТАРНОЙ ФОРМУЛОЙ.

# ЛЕЙКОЦИТАРНАЯ ФОРМУЛА

## ГРАНУЛОЦИТЫ

## АГРАНУЛОЦИТЫ

### НЕЙТРОФИЛЫ

Ба  
зо  
фи  
лы

Эоз  
ино  
фил  
ы

Лимфоциты

Моноц  
иты

юные

Пало  
чкаяд  
ер  
ные

Сегмен  
тоядер  
ные

0  
-1  
%

0  
-4  
%

23-35%

2-8%

0-1%

0-5%

55-68%

# НЕЙТРОФИЛЫ

ЛИМФОЦИТЫ



Это белые кровяные тельца, вырабатывающиеся химически, называются антительцами.

НЕЙТРОФИЛЫ



Нейтрофилы перемещаются в крови в поисках бактерий и микробов и их уничтожают

МОНОЦИТЫ



Эта клетка относится к охотничьим, так как осторожно выслеживает и уничтожает микробов

**НЕЙТРОФИЛЫ** – самая большая фракция, они составляют 50-75 % всех лейкоцитов. В крови циркулирует не более 1% нейтрофилов, остальные в тканях и костном мозгу (резерв).

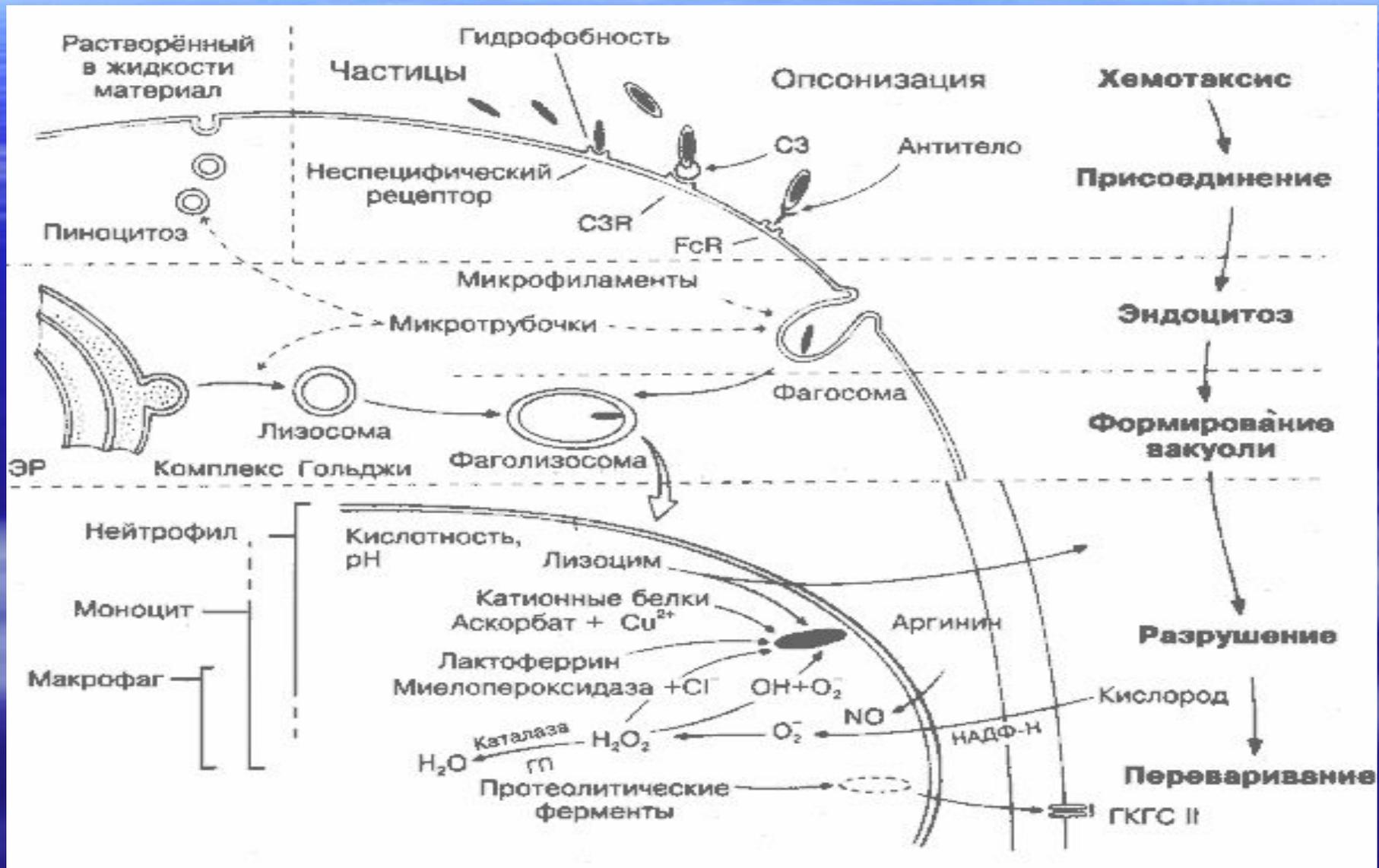
# ФАГОЦИТОЗ- ОСНОВНАЯ ФУНКЦИЯ НЕЙТРОФИЛОВ

- Основная функция – защита от проникающих в организм микробов и их токсинов – функция фагоцитоза

# ФАЗЫ ФАГОЦИТОЗА

1. **ХЕМОТАКСИС**, - или ДВИЖЕНИЕ К ОБЪЕКТУ;
2. **АТТРАКЦИЯ**, - или ПРИЛИПАНИЕ К ОБЪЕКТУ;
3. **ОБРАЗОВАНИЕ ФАГОСОМЫ** или ПОГЛОЩЕНИЕ ОБЪЕКТА;
4. **ОБРАЗОВАНИЕ ФАГОЛИЗОСОМЫ** или ПЕРЕВАРИВАНИЕ ОБЪЕКТА

# СХЕМА ФАГОЦИТОЗА



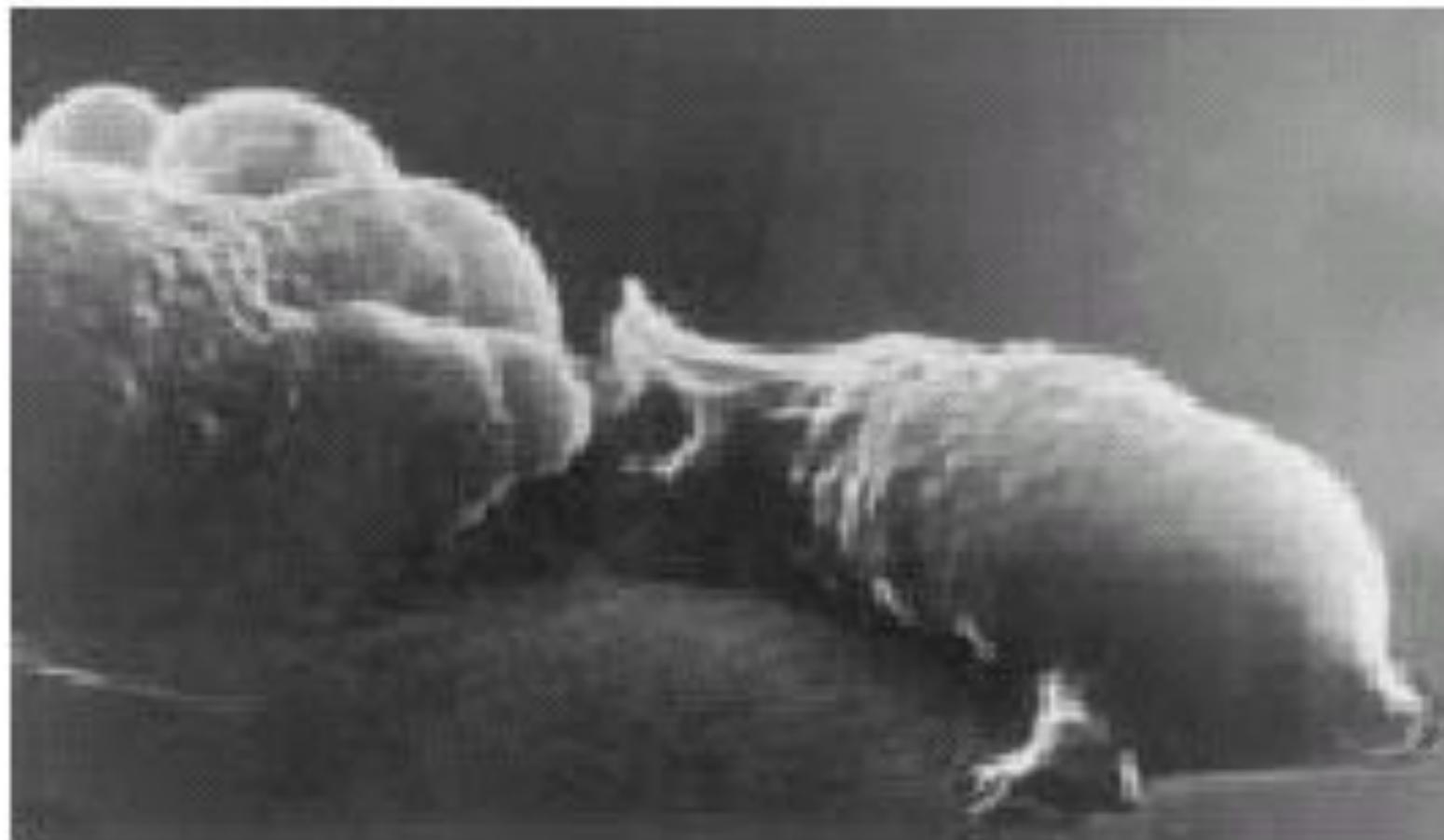


Рис. 4. Фагоцитоз. Группы эритроцитов (сфероцитов) атакуются с двух сторон лейкоцитами

# ЛЕЙКОЦИТАРНАЯ ФОРМУЛА

- БАЗОФИЛЫ составляют до 1 %. Они продуцируют гистамин и гепарин, препятствующие свертыванию крови в очаге воспаления (гепарин), а гистамин расширяет капилляры, что способствует рассасыванию и заживлению.

# ЭОЗИНОФИЛЫ

- ЭОЗИНОФИЛЫ составляют 1-5 %.  
*Основная функция – обезвреживание и разрушение токсинов белкового происхождения, чужеродных белков, комплексов антиген-антитело.*

# ЛЕЙКОЦИТАРНАЯ ФОРМУЛА

**МОНОЦИТЫ** составляют 2-10 %.

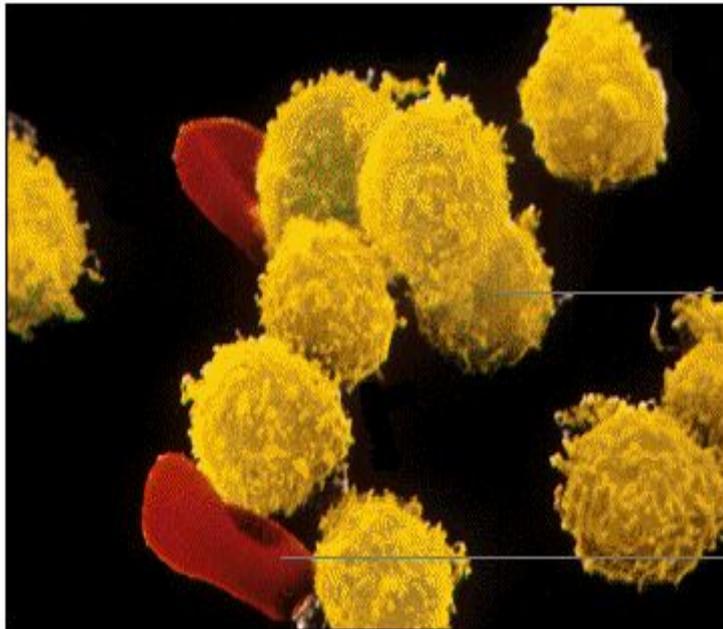
*Основная функция фагоцитоз, работают после нейтрофилов, и в кислой среде, когда нейтрофилы теряют свою активность.*

# ЛИМФОЦИТЫ

## ЛИМФОЦИТЫ

Лимфоциты - это белые кровяные тельца, которые играют ключевую роль в иммунной системе. Они защищают организм от вредных микроорганизмов. Существуют

два вида лимфоцитов: Т-лимфоциты, которые непосредственно атакуют микроорганизмы, и В-лимфоциты, которые выделяют антитела, уничтожающие микробов.



Лимфоциты

Красные кровяные тельца

- ЛИМФОЦИТЫ составляют 20-
- 40 %. Они отвечают за формирование специфического иммунитета.

# ЛЕЙКОЦИТОЗ

Лейкоциты – одна из самых реактивных клеточных систем организма, поэтому их количество и качество изменяются при самых различных воздействиях.

Чаще всего это –

**ЛЕЙКОЦИТОЗ** , - увеличение количества лейкоцитов .

Существует несколько видов физиологических лейкоцитозов:

- 1) пищеварительный
- 2) миогенный
- 3) эмоциональный
- 4) при болевых воздействиях.

# МИОГЕННЫЙ ЛЕЙКОЦИТОЗ

- Мышечная активность вызывает увеличение количества лейкоцитов (миогенный лейкоцитоз) со сдвигами в лейкоцитарной формуле. Степень лейкоцитоза зависит от объема и интенсивности физической работы.
- Причиной лейкоцитоза является выход крови из кроветворных органов и кровяных депо, где содержится большое количество клеточных элементов по сравнению с кровью периферических сосудов.

## В развитии мышечного лейкоцитоза выделены 3 фазы:

- **I фаза – «лимфоцитарная»** – характеризуется незначительным лейкоцитозом (от 10 до 12 тыс. в 1 мм<sup>3</sup>). Она наблюдается через 10 мин после начала работы.
- **II фаза – «первая нейтрофильная»** – характеризуется увеличением лейкоцитов (до 16-18 тыс. в 1 мм<sup>3</sup>) при значительном увеличении количества нейтрофилов, с появлением юных форм.

# В развитии мышечного лейкоцитоза выделены 3 фазы:

## **III фаза – «вторая нейтрофильная» –**

выражается в резком лейкоцитозе, достигающим до 30-50 тыс. в 1 мм<sup>3</sup>, при увеличении количества юных нейтрофилов и др.

- Эта фаза наблюдается после весьма длительной и интенсивной мышечной деятельности. Эта фаза служит одним из признаков развивающегося переутомления.

# ТРОМБОЦИТЫ

## ТРОМБОЦИТЫ



**ТРОМБОЦИТЫ – бесцветные двояковыпуклые образования диаметром от 0,5 до 4 мкм. В крови здоровых людей содержится 200-4000 тыс. в в 1 мм<sup>3</sup>. Они образуются в костном мозге.**

# ТРОМБОЦИТЫ

- Наблюдаются суточные колебания количества тромбоцитов: днем их больше, чем ночью. Их число меняется при эмоциях, физической нагрузке, после еды.

# АДГЕЗИЯ

## ТРОМБОЦИТЫ



- При прилипании тромбоцитов к поврежденным сосудам они образуют 2-10 отростков, за счет которых и происходит приклеивание или **адгезия.**

# ФУНКЦИИ ТРОМБОЦИТОВ:

1. АДГЕЗИВНО-АГРЕГАЦИОННАЯ
2. КОНЦЕНТРАЦИОННО-ТРАНСПОРТНАЯ
3. АНГИОТРОФИЧЕСКАЯ
4. ГЕМОКОАГУЛЯЦИОННАЯ
5. ВАЗОКОНСТРИКТОРНАЯ

# СВЕРТЫВАНИЕ КРОВИ

Эти условия создает система свертывания крови (система гемокоагуляции), сохраняющая циркулирующую кровь в жидком состоянии и восстанавливающая целостность путей ее циркуляции посредством образования кровяных тромбов (пробок, сгустков) в поврежденных сосудах.

# СВЕРТЫВАНИЕ КРОВИ

Свертывание крови происходит в 3 фазы:

**I фаза** - образование **протромбиназы**;

**II фаза** - образование **тромбина**;

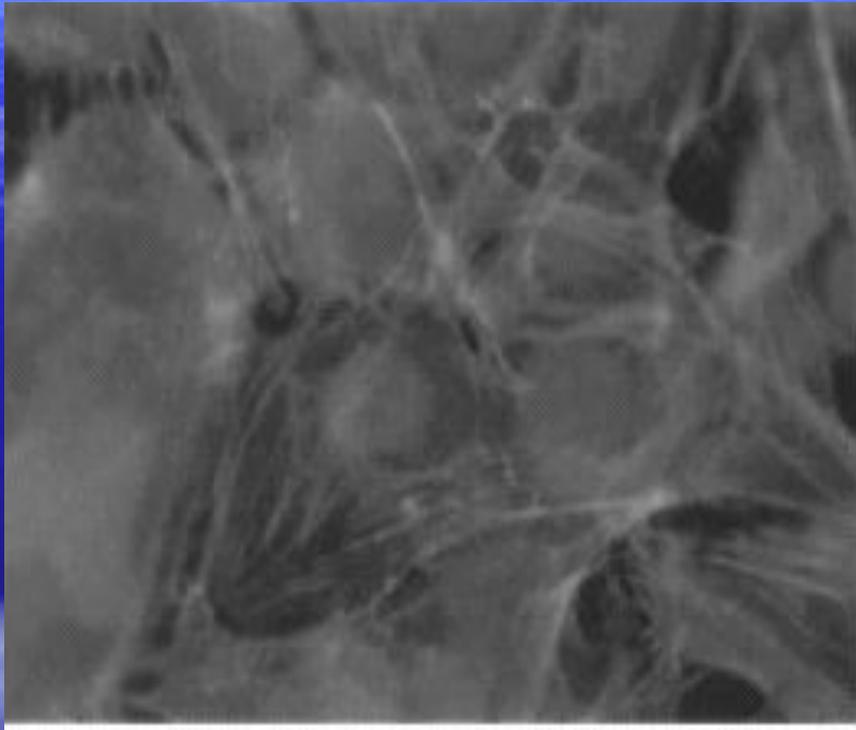
**III фаза** - Образование **фибрина**.

Кроме того, определяют **предфазу** и **послефазу**.

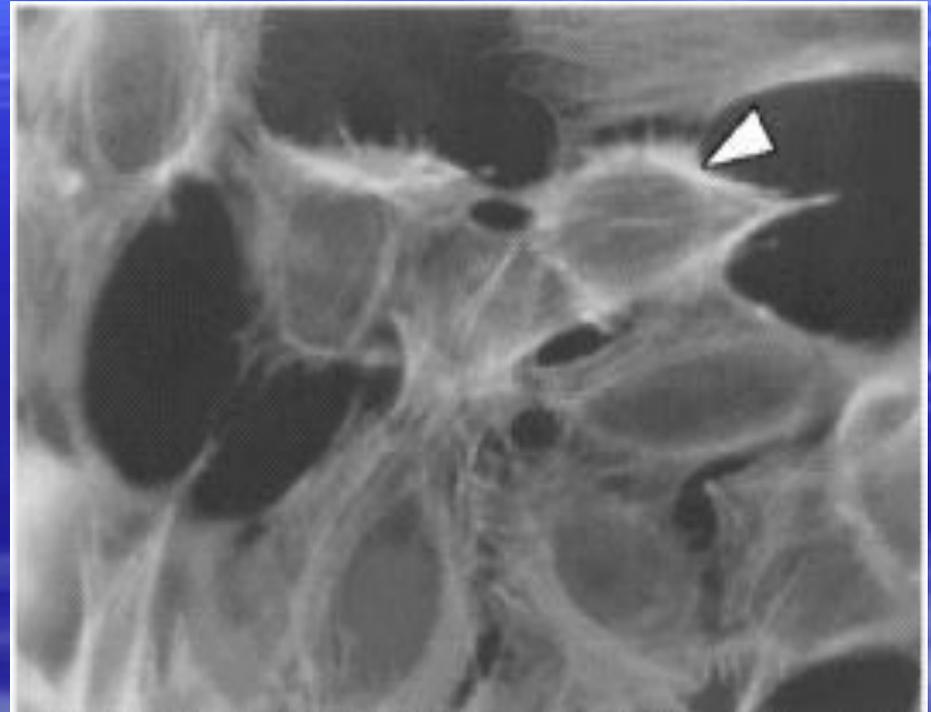
В **предфазу** осуществляется остановка кровотоков – **сосудисто-тромбоцитарный гемостаз**.

- **Послефаза** включает в себя два процесса, протекающих параллельно: **ретракцию** (сокращение, уплотнение) и **фибринолиз** (растворение) кровяного сгустка.

# Действие тромбина на эндотелиальные клетки



до



после

△ -- образование кольца периферического актина

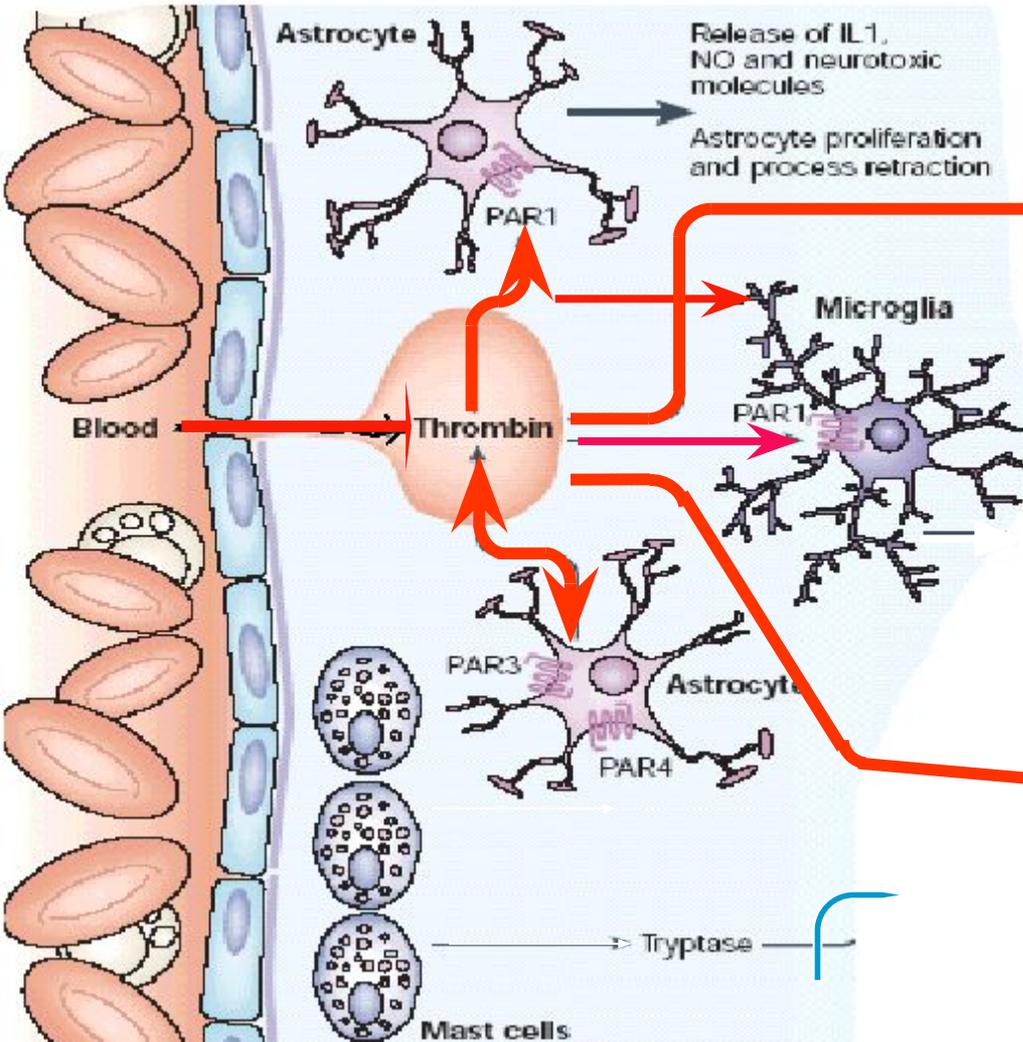
V.Vouret-Craviari et al, Mol Biol of Cell, 1998

# Тромбин способствует образованию глиальных клеток и нервных клеток, вызывая

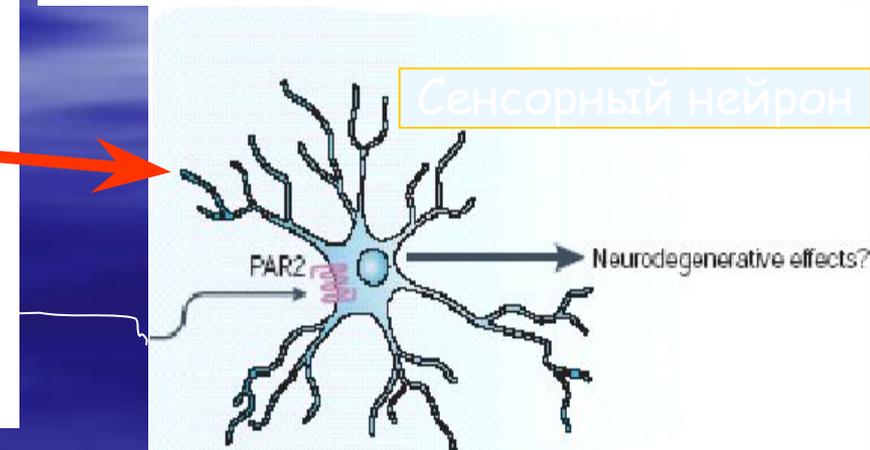
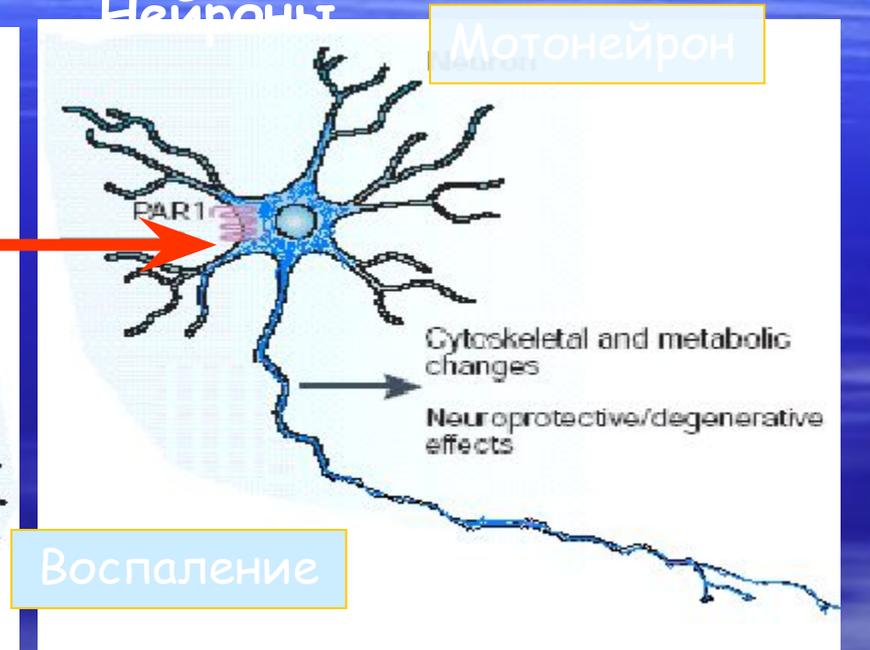
Воспалительное,  
повреждающее действие

Протекторное  
регенерирующее действие

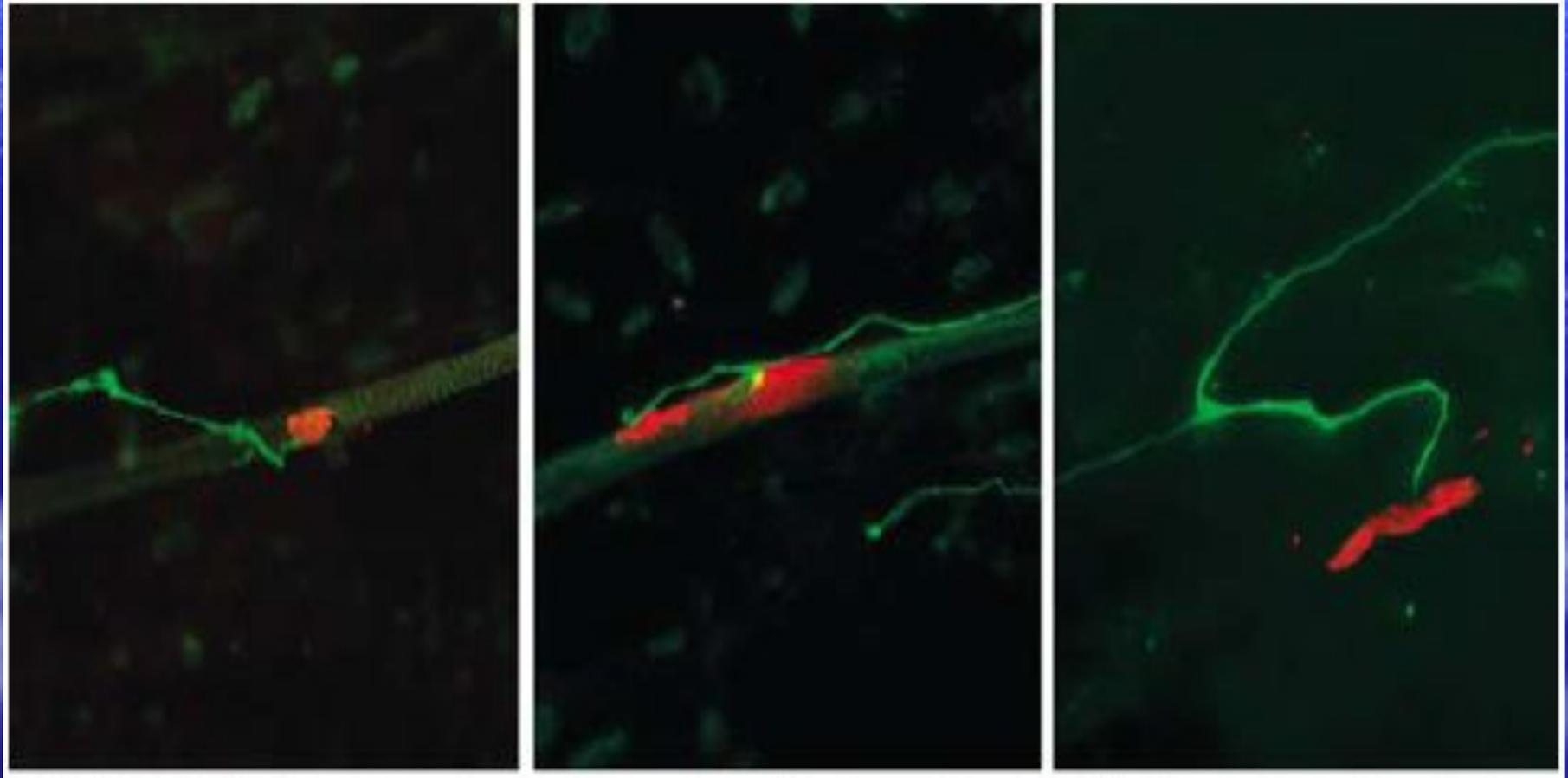
## Глиальные клетки

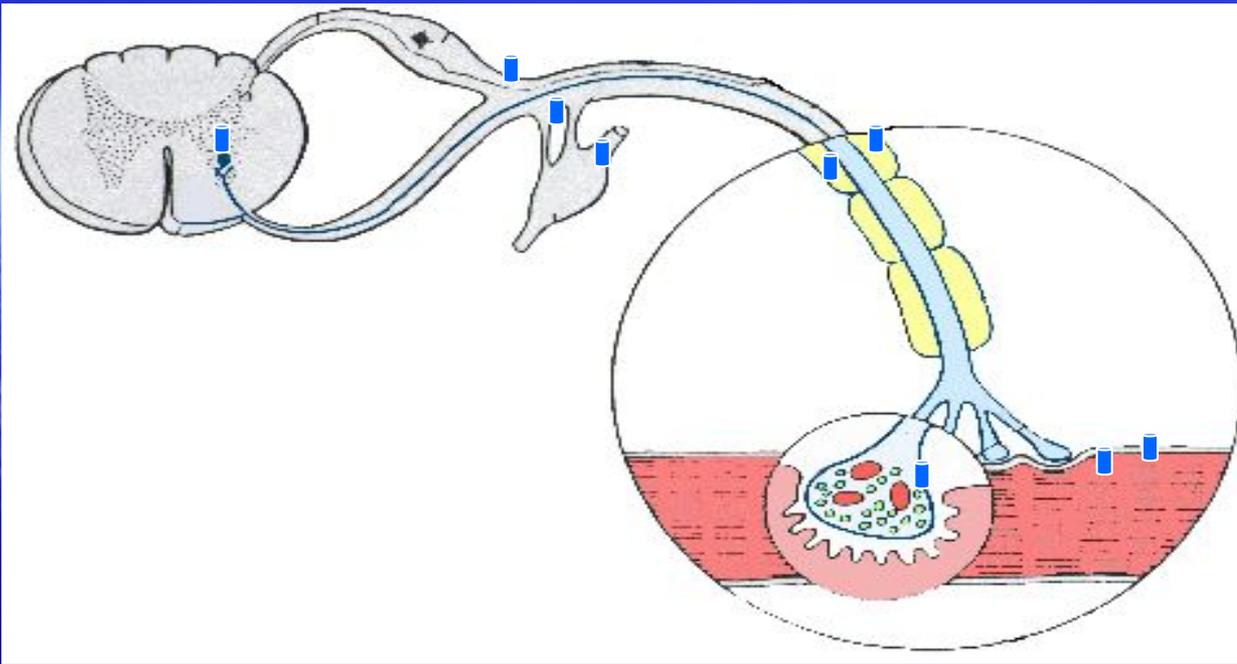


## Нейроны



# Тромбин ускоряет элиминацию избыточных терминалей и формирование одиночной КП





Протеиназы **тромбин и трипсин**  
и их **PAR** -рецепторы

- важные сигнальные системы  
для регуляции

перестроек и регенерации

скелетной мышцы и ее реиннервации

# РЕГУЛЯЦИЯ СИСТЕМЫ КРОВИ.

- Количество образующихся форменных элементов крови точно соответствует количеству разрушающихся – наблюдается баланс, который регулируется нервными и гуморальными механизмами.
- **Установлено, что симпатическая иннервация стимулирует кроветворение,**
- **а парасимпатическая – тормозит.**

# РЕГУЛЯЦИЯ СИСТЕМЫ КРОВИ.

- Имеется двусторонняя связь органов кроветворения (за счет находящихся в них рецепторов) с нервной системой. Особенно выраженное влияние на кроветворение оказывает гипоталамус, реализующий свое действие через гипофиз и вегетативные нервы.

# РЕГУЛЯЦИЯ СИСТЕМЫ КРОВИ.

На кроветворение влияют и эндокринные железы. Оно усиливается гормонами передней доли гипофиза, надпочечников, щитовидной железы.

Мужские половые гормоны стимулируют, а женские половые гормоны – тормозят эритропоэз.

# РЕГУЛЯЦИЯ СИСТЕМЫ КРОВИ

Продукция лейкоцитов регулируется лейкопоэтинами, количество которых в крови нарастает после быстрого удаления из нее белых кровяных телец. Лейкопоэз стимулируется продуктами распада самих лейкоцитов и тканей (при их воспалении и повреждении), нуклеиновые кислоты, некоторые гормоны, микробы и их токсины.

# РЕГУЛЯЦИЯ СИСТЕМЫ КРОВИ

Продукция тромбоцитов регулируется тромбоцитопоэтинами кратковременного и длительного действия.

Таким образом, регуляция гемопоеза очень сложна. Она обеспечивается сложным взаимодействием нейроэндокринных влияний и гемопоэтических факторов, что поддерживает постоянство состава крови в организме

