



Beatrice the Biologist



Цель занятия

- Усвоить знания о методах исследования лейкоцитов и тромбоцитов в крови

Задачи:

- Рассмотреть строение и функции лейкоцитов и тромбоцитов
- Ознакомиться с рутинными методами исследования лейкоцитов и тромбоцитов
- Определить клинико-диагностическое значение исследований лейкоцитов и тромбоцитов



ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ
«ТЮМЕНСКИЙ МЕДИЦИНСКИЙ КОЛЛЕДЖ»

**ПМ 02. ПРОВЕДЕНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ
ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Исследование лейкоцитов и тромбоцитов в периферической крови

ПК 2.1, 2.3, 2.4.



Лейкоциты

- Лейкоциты (*leucocytus*), или белые кровяные клетки, в свежей крови бесцветны.
- Нормальное количество: **4 – 9 $\times 10^9$ /л.**
- В крови и лимфе способны к активным движениям, могут проходить через стенку сосудов в соединительную ткань органов, где выполняют основные защитные функции.
- Образуются в красном костном мозге.



Функции лейкоцитов

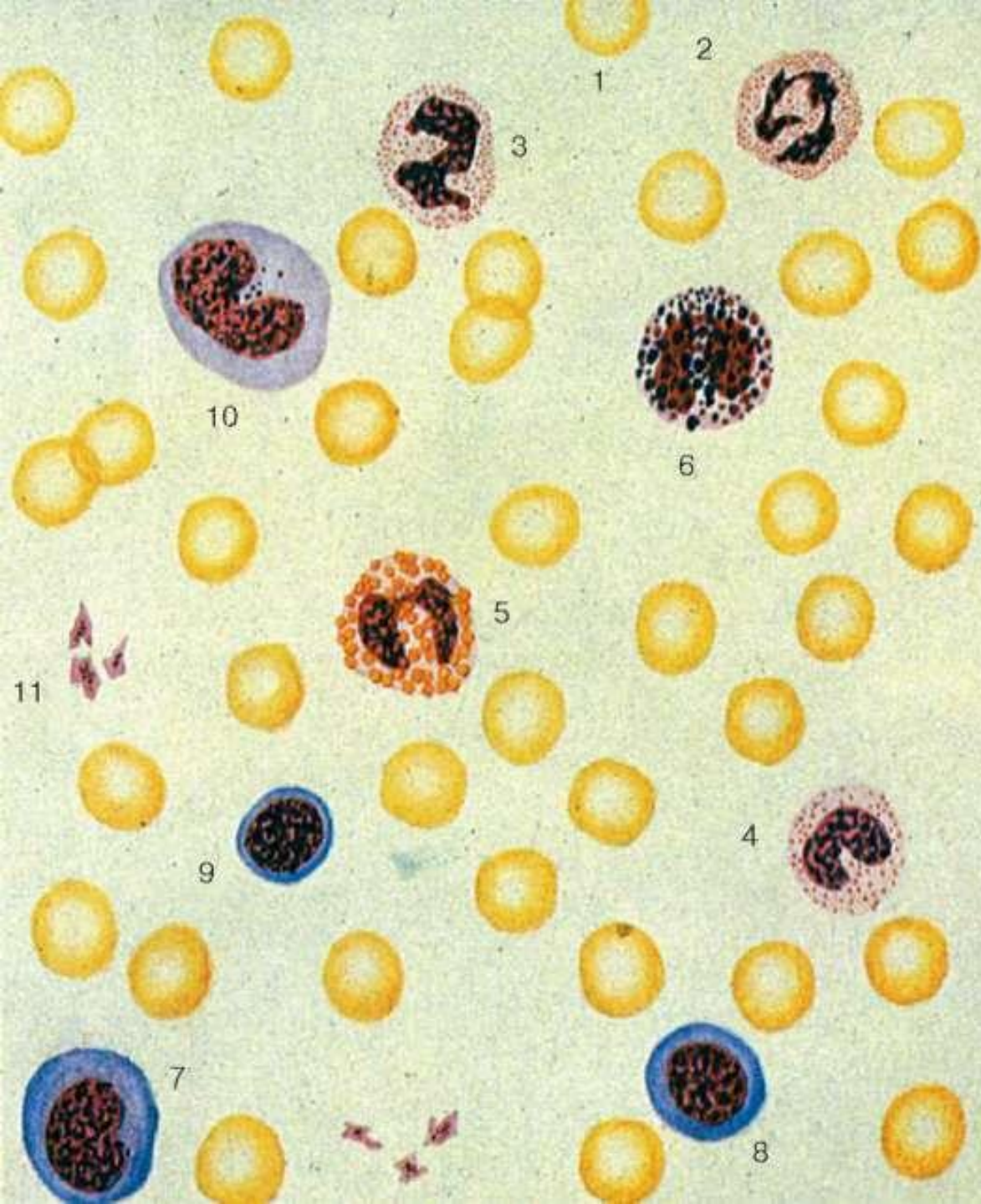
- **Основная функция - защита организма от чужеродных агентов**
- Фагоцитарная активность
- Клеточный и гуморальный иммунитет
- Обмен гистамина, гепарина
- Антимикробные, антитоксические функции
- Антителообразование



Две группы:

- *зернистые лейкоциты*, или *гранулоциты* - нейтрофильные, эозинофильные и базофильные;
- *незернистые*, или *агранулоциты* – моноциты и лимфоциты.
- У гранулоцитов при окраске крови по Романовскому смесью кислого (эозин) и основного (азур II) красителей в цитоплазме выявляются специфическая зернистость (эозинофильная, базофильная или нейтрофильная) и сегментированные ядра.
- Агранулоциты характеризуются отсутствием специфической зернистости и несегментированными ядрами.

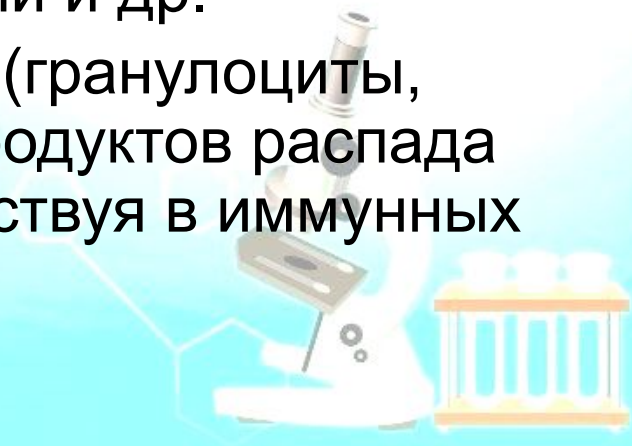




Состав крови

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

- Лейкоциты активно двигаются путем образования псевдоподий, при этом у них изменяется форма тела и ядра.
- Они проходят между клетками эндотелия сосудов и клетками эпителия, через базальные мембраны и перемещаются по основному веществу (матриксу) соединительной ткани.
- Скорость движения лейкоцитов зависит от температуры, химического состава, рН, консистенции среды и др.
- Направление движения лейкоцитов определяется *хемотаксисом* под влиянием химических раздражителей - продуктов распада тканей, бактерий и др.
- Обеспечивают фагоцитоз микробов (гранулоциты, макрофаги), инородных веществ, продуктов распада клеток (моноциты - макрофаги), участвуя в иммунных реакциях (лимфоциты, макрофаги).



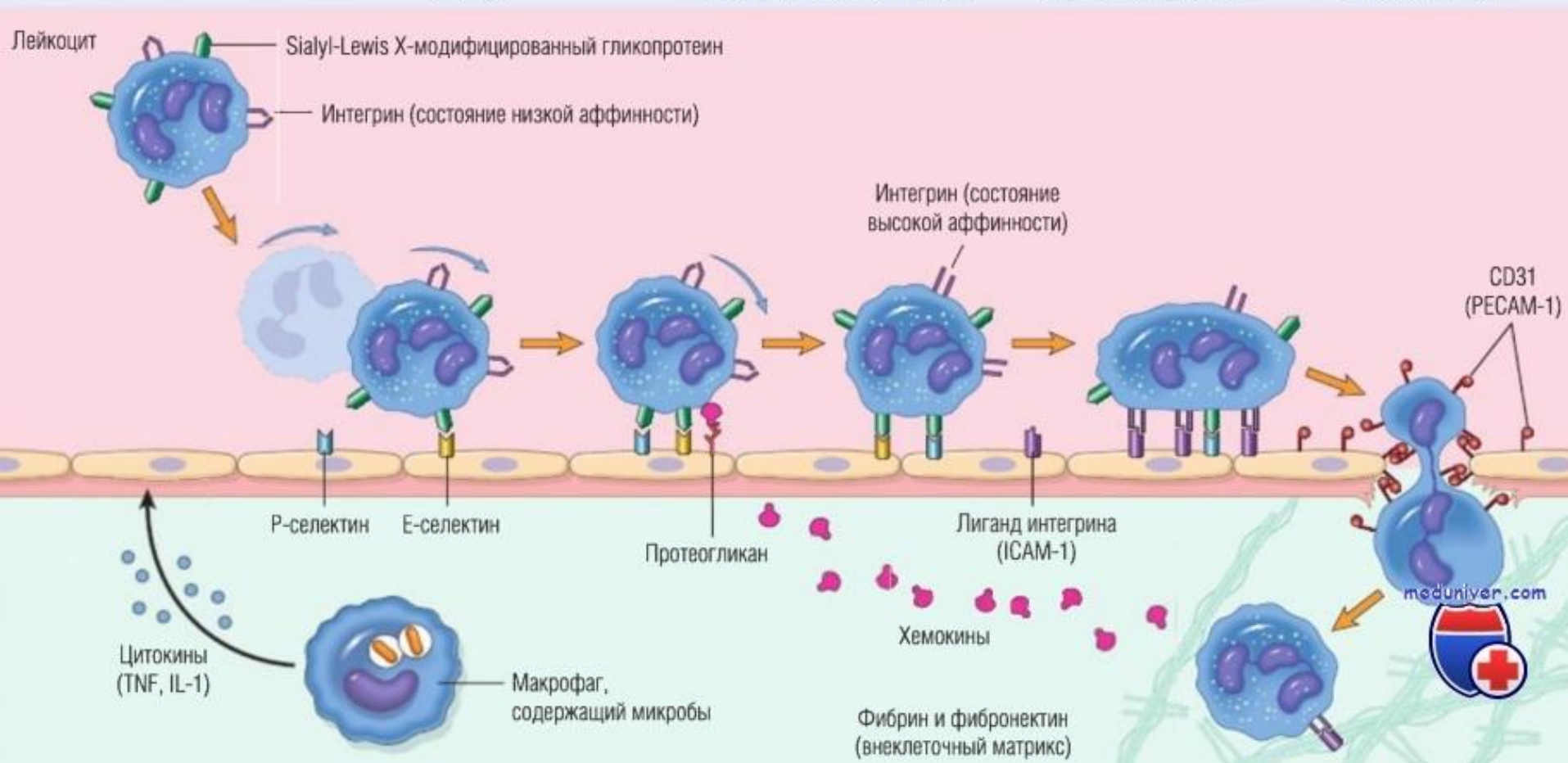
Миграция лейкоцита к очагу воспаления через стенку сосуда

Роллинг

Активация интегрина
под действием хемокинов

Стабильная адгезия

Миграция через
слой эндотелия

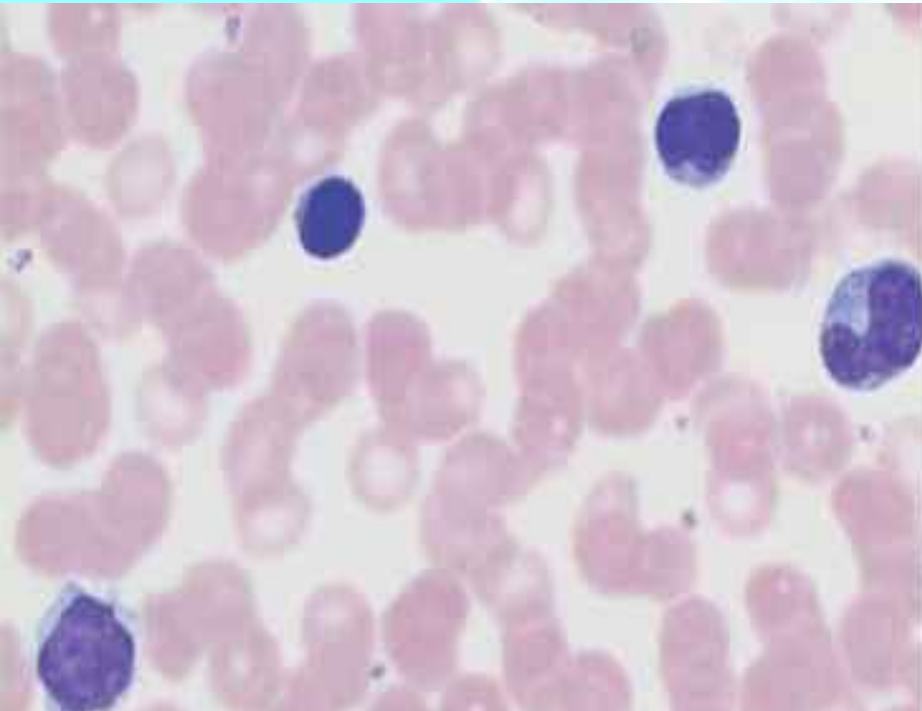


Сначала лейкоцит перекатывается по поверхности эндотелия, потом становится активированным и адгезируется к эндотелию, затем проходит сквозь него, проникает через базальную мембрану и мигрирует в участок повреждения ткани под действием хемоаттрактантов. На разных этапах этого процесса работают разные основные молекулы: селектины — при роллинге, хемокины (обычно представленные в связанном виде с протеогликанами) — при активации нейтрофилов для повышения сродства интегринов, интегрины — для стойкой адгезии, CD31 (PECAM-1) — для трансмиграции. Нейтрофилы экспрессируют низкие уровни L-селектина; они связываются с эндотелием преимущественно через P- и E-селектины. ICAM-1 — молекула межклеточной адгезии 1; IL — интерлейкин; PECAM-1 — тромбоцитарная молекула адгезии эндотелиальных клеток 1; TNF — фактор некроза опухоли.

- Количество лейкоцитов в крови зависит от скорости притока клеток из костного мозга и скорости выхода их в ткани.
- **Лейкоцитоз** – увеличение количества лейкоцитов в периферической крови выше $9,0 \times 10^9/\text{л}$.
- **Панлейкоцитоз** – увеличение количества лейкоцитов выше $20,0 \times 10^9/\text{л}$.
- **Лейкопения** - уменьшение количества лейкоцитов ниже $4,0 \times 10^9/\text{л}$.



- **Агранулоцитоз** - резкое уменьшение числа гранулоцитов в периферической крови вплоть до полного их исчезновения, ведущее к снижению сопротивляемости организма к инфекции и развитию бактериальных осложнений.



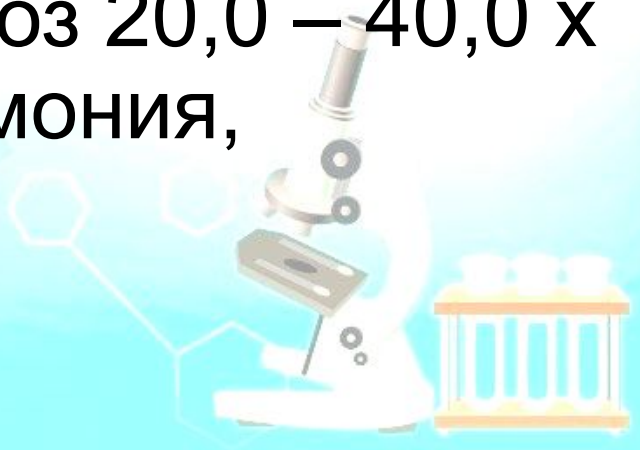
Отсутствие гранулоцитов
в периферической крови

- В зависимости от механизма возникновения различают миелотоксический и иммунный агранулоцитоз.
- **Миелотоксический агранулоцитоз**, развивающийся в результате действия цитостатических факторов, сочетается с лейкопенией, тромбоцитопенией и нередко с анемией (т.е. **панцитопения**).
- **Иммунный агранулоцитоз** бывает главным образом двух типов: гаптенный (лекарственный) и аутоиммунный (а/т при коллагенозах – СКВ, ревматоидный полиартрит).

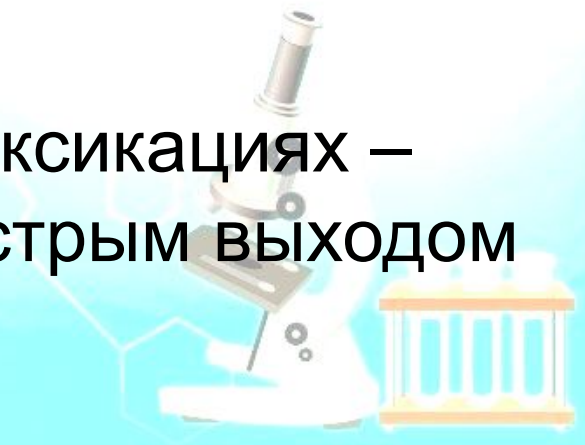
Причины лейкоцитоза

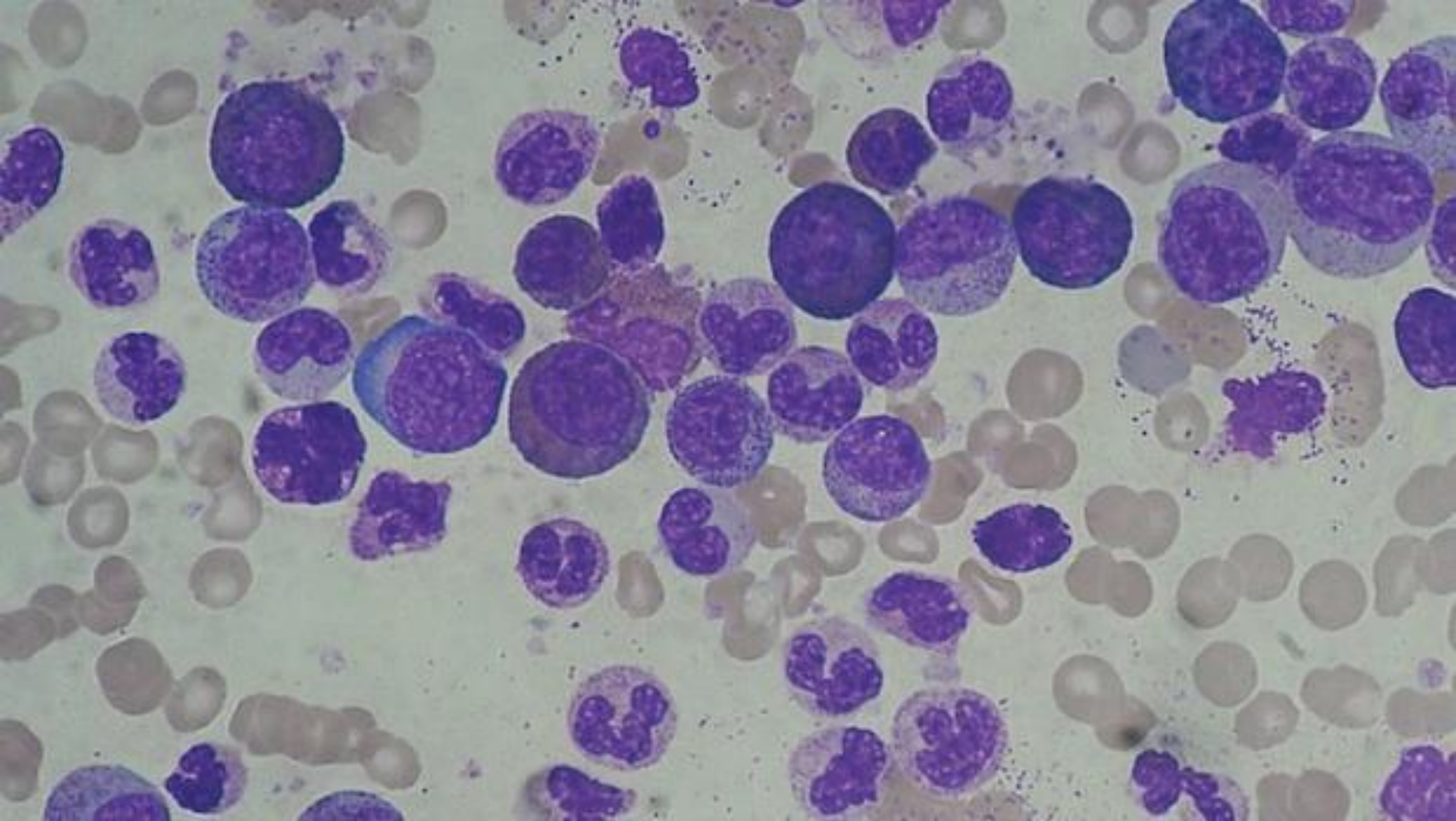
Возбудители острых инфекций:

- Кокки – стафилококк, стрептококк, пневмококк, гонококк;
- Бациллы – кишечная палочка, палочка дифтерии;
- Количество лейкоцитов - $15,0 - 25,0 \times 10^9/\text{л}$.
- Резко выраженный лейкоцитоз $20,0 - 40,0 \times 10^9/\text{л}$ - пневмококковая пневмония, скарлатина, сильные ожоги.



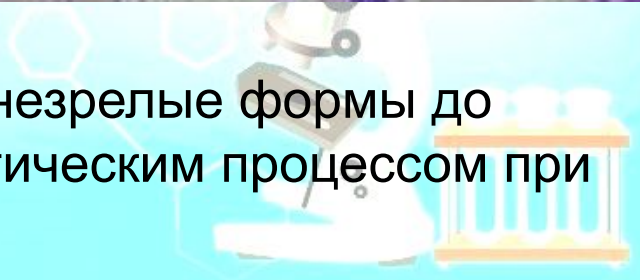
- Лейкоцитоз развивается в течение 1 – 2 ч после начала **острого кровотечения** в брюшную полость, плевральное пространство, сустав или в непосредственной близости от твердой мозговой оболочки, менее выражен, если кровотечение наружное.
- При **прерывании трубной беременности** количество лейкоцитов - до $22,0 \times 10^9/\text{л}$.
- После **разрыва селезенки, приступе подагры** – выше $30,0 \times 10^9/\text{л}$.
- При инфекциях и эндогенных интоксикациях – ускорение гранулоцитопоза с быстрым выходом лейкоцитов в кровь.



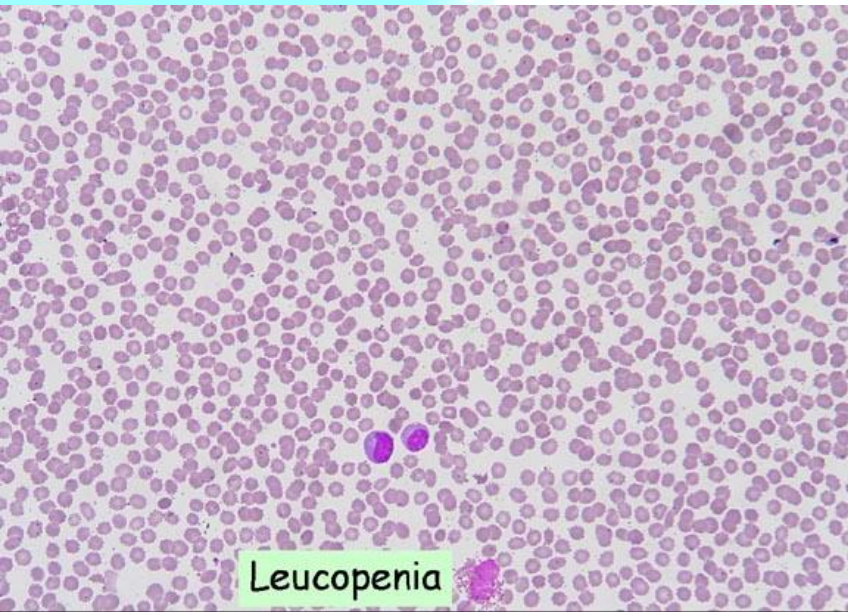


Хронический миелолейкоз

Панлейкоцитоз со сдвигом влево (присутствуют незрелые формы до миелобластов) может быть обусловлен неопластическим процессом при хронических лейкозах.



Причины лейкопении



- Острые инфекций – тиф, паратиф, сальмонеллез, риккетсиозы и протозоозы.
- Вирусы желтой лихорадки, кори, краснухи, ветряной оспы, инфекционного мононуклеоза.
- Применение химиотерапевтических средств, при пищевом дефиците или общей ослабленности организма.



Лейкоцитоз

- Инфекции (бактериальные, грибковые, вирусные и др.)
- Воспалительные состояния
- Злокачественные новообразования
- Травмы
- Лейкозы
- Уремия
- Результат действия адреналина и стероидных гормонов

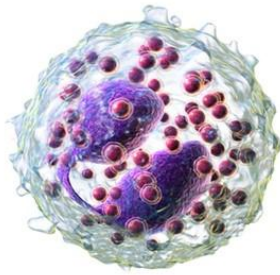
Лейкопения

- Аплазия и гипоплазия костного мозга
- Повреждение костного мозга химическими средствами, лекарствами
- Ионизирующее облучение
- Гиперспленизм (первичный, вторичный)
- Острые лейкозы
- Миелофиброз
- Миелодиспластические синдромы
- Плазмоцитома
- Метастазы новообразований в костный мозг
- Болезнь Аддисона-Бирмера
- Сепсис
- Тиф и паратиф
- Анафилактический шок
- Коллагенозы
- Результат действия лекарственных препаратов (сульфаниламиды и антибиотики, нестероидные противовоспалительные препараты, тиреостатики, противоэпилептические препараты, антиспазматические препараты)

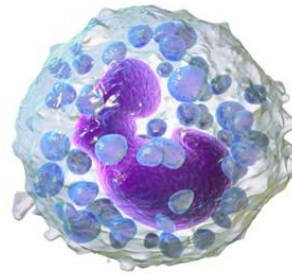




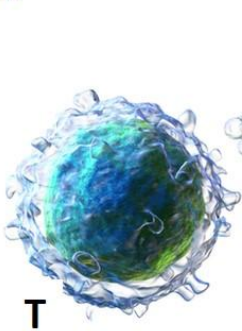
Моноцит



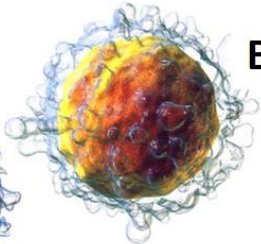
Эозинофил



Базофил

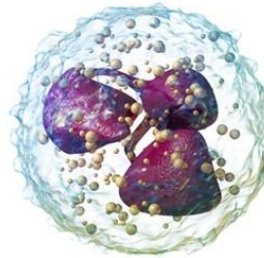


T



B

Лимфоциты

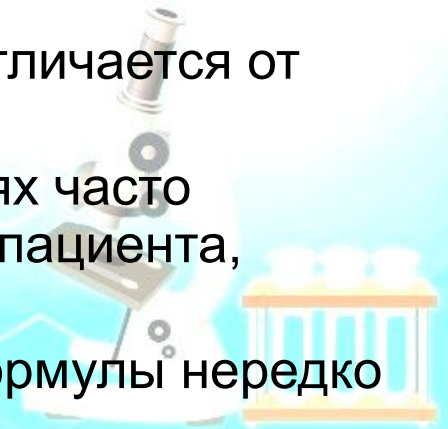


Нейтрофил

- **Лейкоцитарная формула** – процентное соотношение основных видов лейкоцитов.
- Количество лейкоцитов и их процентное соотношение могут изменяться в зависимости от употребляемой пищи, физического и умственного напряжения и при различных заболеваниях.

Возраст	Лейкоциты, ×10 ⁹ /л	Лейкоцитарная формула, %						Плазма- тические клетки
		Нейтрофилы		Лимфо- циты	Моно- циты	Эозино- филы	Базо- филы	
		палочко- ядерные	сегменто- ядерные					
1 сутки	20 (10—30)	5—12	50—70	16—32	4—10	1—4	0—1	0
5 суток	12 (9—15)	1—5	35—55	30—50	6—14	1—4	0—1	0,25—0,5
10 суток	11 (8,5—14)	1—4	27—47	40—60	6—14	1—5	0—1	0,25—0,5
1 месяц	10 (8—12)	1—5	17—30	45—60	5—12	1—5	0—1	0,25—0,5
1 год	9 (7—11)	1—5	20—35	45—65	4—10	1—4	0—1	0,25—0,5
4—5 лет	8 (6—10)	1—4	35—55	35—55	4—6	1—4	0—1	0,25—0,5
10 лет	7,5 (6—10)	1—4	40—60	30—45	4—6	1—4	0—1	0,25—0,5
15 лет	7 (5—9)	1—4	40—60	30—45	3—7	1—4	0—1	0,25—0,5

- У детей дошкольного возраста соотношение клеток отличается от взрослых.
- Изменения лейкоцитарной формулы при заболеваниях часто неспецифичны, но характеризуют тяжесть состояния пациента, эффективность проводимого лечения.
- При **гемобластозах** исследование лейкоцитарной формулы нередко позволяет установить клинический диагноз.

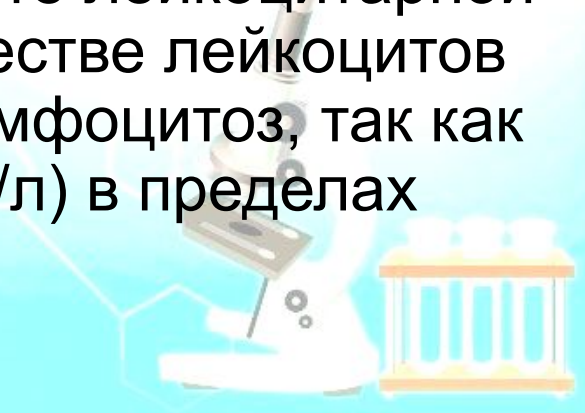


- Увеличение или уменьшение числа отдельных видов лейкоцитов в крови может быть **абсолютным** или **относительным** в зависимости от общего содержания лейкоцитов - нормального, повышенного или пониженного.

- Формула определения абсолютного содержания лейкоцитов в единице объема крови :

$$\frac{A (\%) \times \text{общее количество лейкоцитов (10}^9\text{/л)}}{100\%}$$

- где А - содержание определенного вида лейкоцитов, %.
- **Например**, увеличение процентного содержания лимфоцитов (60 % получают при подсчете лейкоцитарной формулы) при сниженном общем количестве лейкоцитов ($2,0 \times 10^9/\text{л}$) означает относительный лимфоцитоз, так как абсолютное число этих клеток ($1,2 \times 10^9/\text{л}$) в пределах нормальных колебаний.



Лейкоцитарная формула взрослого человека

Формы лейкоцитов	Содержание лейкоцитов	
	%	абсолютные значения ($\times 10^9/\text{л}$)
Нейтрофилы палочко-ядерные	1–6	0,04–0,3
Нейтрофилы сегментоядерные	47–72	2,0–5,5
Эозинофилы	0,5–5	0,02–0,3
Базофилы	0–1	0,0–0,065
Лимфоциты	19–37	1,2–3,0
Моноциты	3–11	0,09–0,6

Сдвиги лейкоцитарной формулы

- **Сдвиг влево** – изменение лейкограммы с увеличением процентного содержания молодых форм гранулоцитов (**тяжелые инфекции, септические и гнойные процессы**).
- **Сдвиг вправо** увеличение за счет сегментоядерных и полисегментоядерных гранулоцитов.
- Выраженность сдвига ядер нейтрофилов оценивают индексом сдвига (ИС).

$$\text{ИС} = \frac{\text{М} + \text{ММ} + \text{П}}{\text{С}}$$

- где М - миелоциты, ММ - метамиелоциты, П - палочкоядерные нейтрофилы, С - сегментоядерные нейтрофилы.
- **В норме ИС равен 0,06.**
- ИС - критерий, определяющий тяжесть течения острой инфекции и общий прогноз.



Сдвиг влево с омоложением

(в крови присутствуют метамиелоциты, миелоциты)

Сдвиг влево с омоложением

(метамиелоциты, миелоциты, промиелоциты, миелобласты и эритробласты)

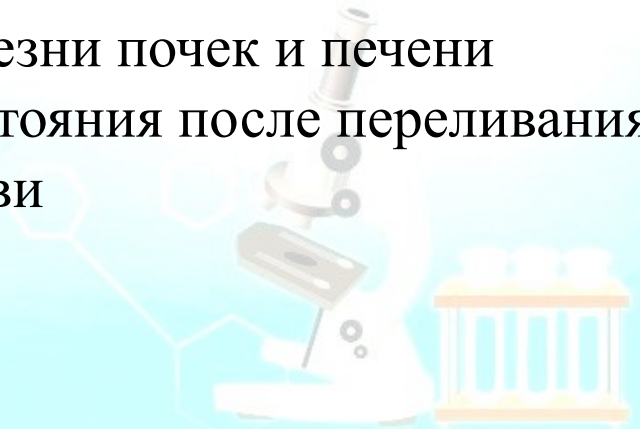
Сдвиг вправо

(уменьшение количества палочкоядерных нейтрофилов в сочетании с гиперсегментированными ядрами нейтрофилов)

Острые воспалительные процессы
Гнойные инфекции
Интоксикации
Острые геморрагии
Ацидоз и коматозные состояния
Физическое перенапряжение

Хронические лейкозы
Эритролейкоз
Миелофиброз
Метастазы новообразований
Острые лейкозы
Коматозные состояния

Мегалобластная анемия
Болезни почек и печени
Состояния после переливания крови

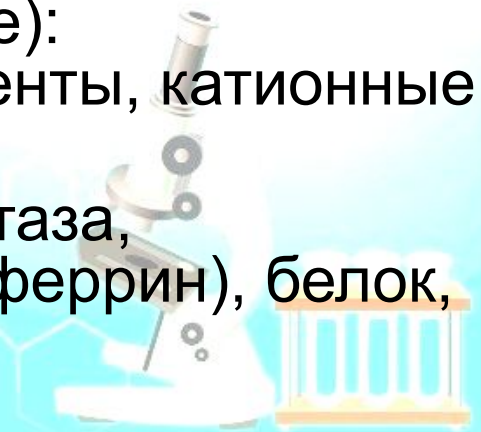


- Для лейкоцитоза (лейкопении) чаще нехарактерно пропорциональное увеличение (уменьшение) числа лейкоцитов всех видов;
- Наблюдается увеличение (уменьшение) числа какого-либо одного типа клеток, поэтому применяют термины
- "нейтрофилез", "нейтропения",
- "лимфоцитоз", "лимфопения",
- "эозинофилия", "эозинопения" и т.д.

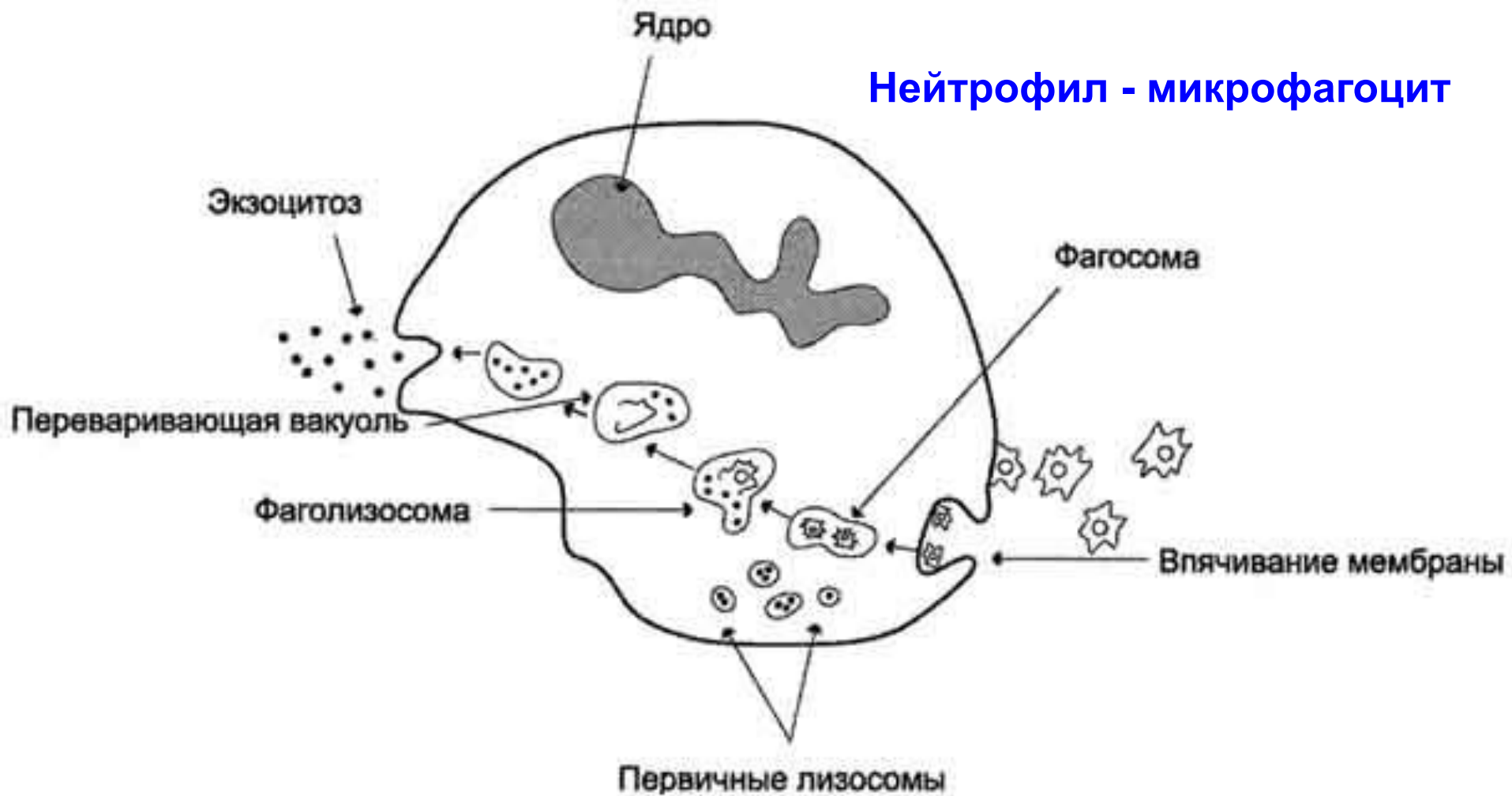


Нейтрофильные гранулоциты

- В крови 6 – 12 ч, в тканях от нескольких минут до 5 – 7 сут.
- Количество $2,0 - 6,5 \times 10^9/\text{л}$.
- Диаметр в мазке крови 10 – 12 мкм.
- В крови клетки разной степени зрелости - *юные (Ю), палочкоядерные (ПН) и сегментоядерные (СН)*.
- **Зрелый СН** (47 – 72 %): ядро из 3 - 5 сегментов.
- **ПН** (1 - 5 %): ядро в форме S, изогнутой палочки, подковы.
- **Ю** (до 0,5 %): ядро бобовидное.
- **↑↑↑** в крови количества Ю и ПН: кровопотеря, воспалительный процесс (стимуляция гемопоэза).
- **Азурофильные гранулы** (лизосомоподобные): миелопероксидаза, гидролитические ферменты, катионные белки, лизоцим, гликозаминогликаны.
- **Специфические гранулы**: щелочная фосфатаза, бактерицидные ферменты (лизоцим, лактоферрин), белок, связывающий витамин B_{12} , коллагеназа.

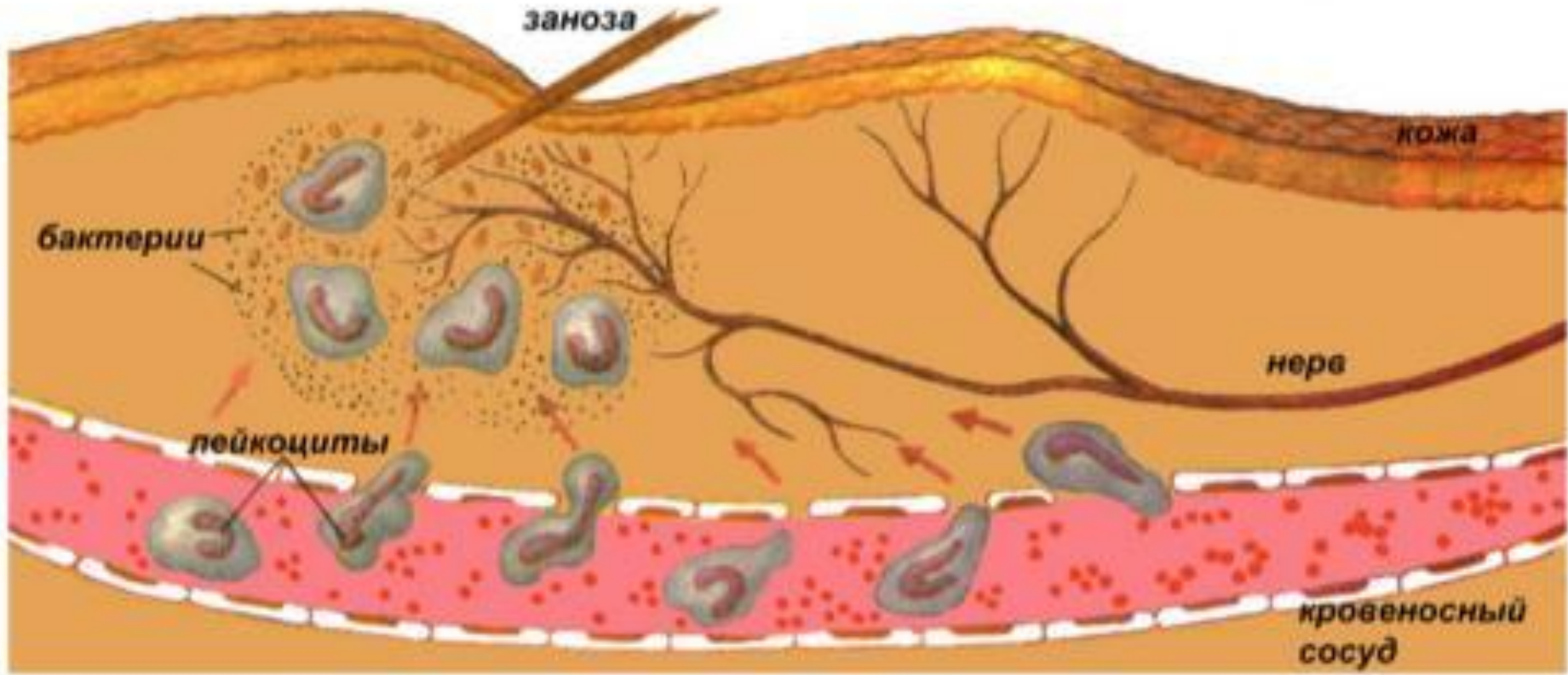


Нейтрофил - микрофагоцит



- **Основная функция нейтрофилов** - фагоцитоз микроорганизмов.
- В течение 0,5 – 1 мин бактерия захватывается с образованием фагосомы, с ней сливаются специфические гранулы и их ферменты убивают бактерию. Позднее с фагосомой сливается лизосома, гидролитические ферменты которой переваривают бактерию.

ВОСПАЛИТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС ПРИ ПОПАДАНИИ В КОЖУ ИНОРОДНОГО ТЕЛА



При распаде нейтрофилов и бактериальных токсинов выделяются вещества – *пирогены*, они с током крови попадают к центрам регуляции температуры тела, вызывают ее повышение. Кроме того, стимулируют образование нейтрофилов в костном мозге.

Нейтрофилез

Острые бактериальные инфекции:

- **локализованные** (абсцессы, остеомиелит, острый аппендицит, острый отит, пневмония, острый пиелонефрит, сальпингит, менингиты гнойные и туберкулезный, ангина, острый холецистит, тромбофлебит);

- **генерализованные** (сепсис, перитонит, эмпиема плевры, скарлатина, холера и пр.)

Воспаление или некроз тканей:

- инфаркт миокарда, обширные ожоги, гангрена, быстро развивающаяся злокачественная опухоль с распадом, узелковый периартериит, острая атака ревматизма

Интоксикации экзогенные:

- свинец, змеиный яд, вакцины (чужеродный белок, бактериальные) **Интоксикации**

эндогенные:

- уремия, диабетический ацидоз, подагра, эклампсия, синдром Кушинга

Лекарственные воздействия

Миелопролиферативные заболевания

(хронический миелолейкоз, эритремия)

Острые геморрагии

Нейтропения

Бактериальные инфекции (тиф, паратиф, туляремия, бруцеллез, подострый бактериальный эндокардит, милиарный туберкулез)

Вирусные инфекции (инфекционный гепатит, грипп, корь, краснуха)

Миелотоксические влияния и супрессия гранулоцитопоза:

- ионизирующая радиация;

- химические агенты (бензол, анилин и др.);

- противоопухолевые препараты (цитостатики и иммунодепрессанты); -

- недостаточность витамина В12 и фолиевой кислоты;

- острый лейкоз, апластическая анемия **Иммунный агранулоцитоз:**

- гаптенный (гиперчувствительность к медикаментам);

- аутоиммунный (системная красная волчанка, ревматоидный артрит, хронический лимфолейкоз);

- изоиммунный (у новорожденных, посттрансфузионный)

Перераспределение в органах:

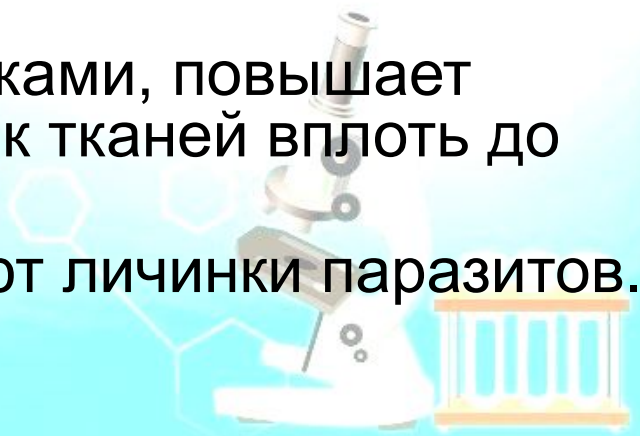
- анафилактический шок;

- спленомегалия различного происхождения

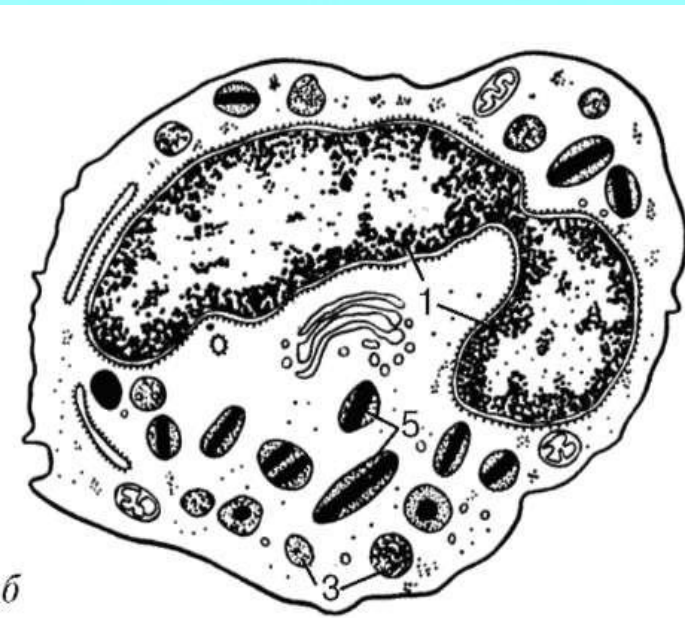
Наследственные формы (циклическая нейтропения, семейная доброкачественная хроническая нейтропения, хроническая нейтропения у детей)

Эозинофильные (ацидофильные) гранулоциты (эозинофилы)

- Количество в крови $0,02 - 0,5 \times 10^9/\text{л}$ (0,5 - 5 %).
- Диаметр 12 – 14 мкм.
- Ядро из 2 сегментов.
- В цитоплазме до 200 розово-оранжевых гранул: гидролитические ферменты, главный основной белок, богатый аргинином, пероксидазу, эозинофильный катионный белок, гистаминазу.
- Подвижные, способны к фагоцитозу.
- В крови менее 12 ч (3 - 4), в коже, легких, ЖКТ – 8 – 12 сут.
- Участвуют в аллергических реакциях, разрушают гистамин в тканях.
- Гистамин синтезируется тучными клетками, повышает проницаемость сосудов, вызывает отек тканей вплоть до шока со смертельным исходом.
- *Антипаразитарная* функция – убивают личинки паразитов.



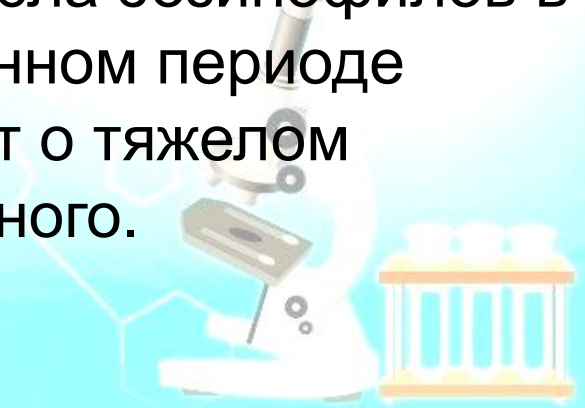
Основные причины эозинофилии	Клинические формы
Аллергические заболевания	Бронхиальная астма, сенная лихорадка, аллергический дерматит, лекарственная аллергия.
Инвазии паразитов	Аскаридоз, токсокароз, трихинеллез, эхинококкоз, шистосомоз, филяриоз, стронгилоидоз, описторхоз, анкилостомидоз, лямблиоз.
Опухоли	Гемобластозы (острые лейкозы, хронический миелолейкоз, эритремия, лимфомы, лимфогранулематоз), другие опухоли, особенно с метастазами или некрозом
Иммунодефициты	Синдром Вискотта-Олдрича
Болезни соединительной ткани	Узелковый периартериит, ревматоидный артрит



Строение эозинофила

- 1 - сегменты ядра;
- 2 - первичные (азурофильные) гранулы;
- 3 - зрелые специфические гранулы эозинофила, содержащие кристаллоиды.

- **Эозинопения** - снижение содержания эозинофилов ($< 0,05 \times 10^9/\text{л}$) - в основном обусловлена повышением адренокортикоидной активности, которая приводит к задержке эозинофилов в костном мозге.
- Эозинопения особенно характерна для начальной фазы инфекционно-токсического процесса.
- Уменьшение числа эозинофилов в послеоперационном периоде свидетельствует о тяжелом состоянии больного.

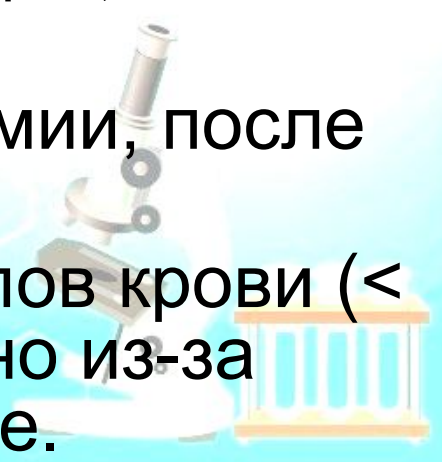


Базофильные гранулоциты (базофилы)

- В крови $0 - 0,06 \times 10^9/\text{л}$ (0 – 1 %).
- Диаметр в мазке крови – 11 – 12 мкм.
- Ядра – 2 – 3 дольки.
- В цитоплазме: крупные гранулы, закрывающие ядро: пероксидаза, гистамин, гепарин, АТФ, факторы хемотаксиса нейтрофилов и эозинофилов.
- В крови до 1 сут., в тканях – 1 - 2 сут.
- Выделяют гепарин и гистамин, регулируют свертывание крови и проницаемость стенки сосудов.
- Участвуют в иммунологических реакциях организма.
- Дегрануляция базофилов - реакции гиперчувствительности немедленного типа (астма, анафилаксия, сыпь).



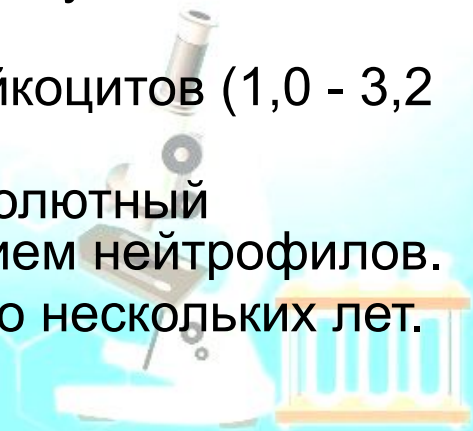
- **Базофилия** - повышение уровня базофилов крови ($>0,2 \times 10^9/\text{л}$):
 - аллергические реакции на пищу, лекарства, введение чужеродного белка;
 - хронический миелолейкоз, миелофиброз, эритремия; лимфогранулематоз;
 - хронический язвенный колит; рак легких;
 - гипофункция щитовидной железы; микседема (слизистый отек из-за недостаточности гормонов щитовидной железы);
 - лечение эстрогенами, во время овуляции, беременности;
 - дефицит железа, гемолитические анемии, после спленэктомии.
- **Базопения** - снижение уровня базофилов крови ($< 0,01 \times 10^9/\text{л}$). Базопению оценить трудно из-за малого содержания базофилов в норме.



Агранулоциты (незернистые лейкоциты)

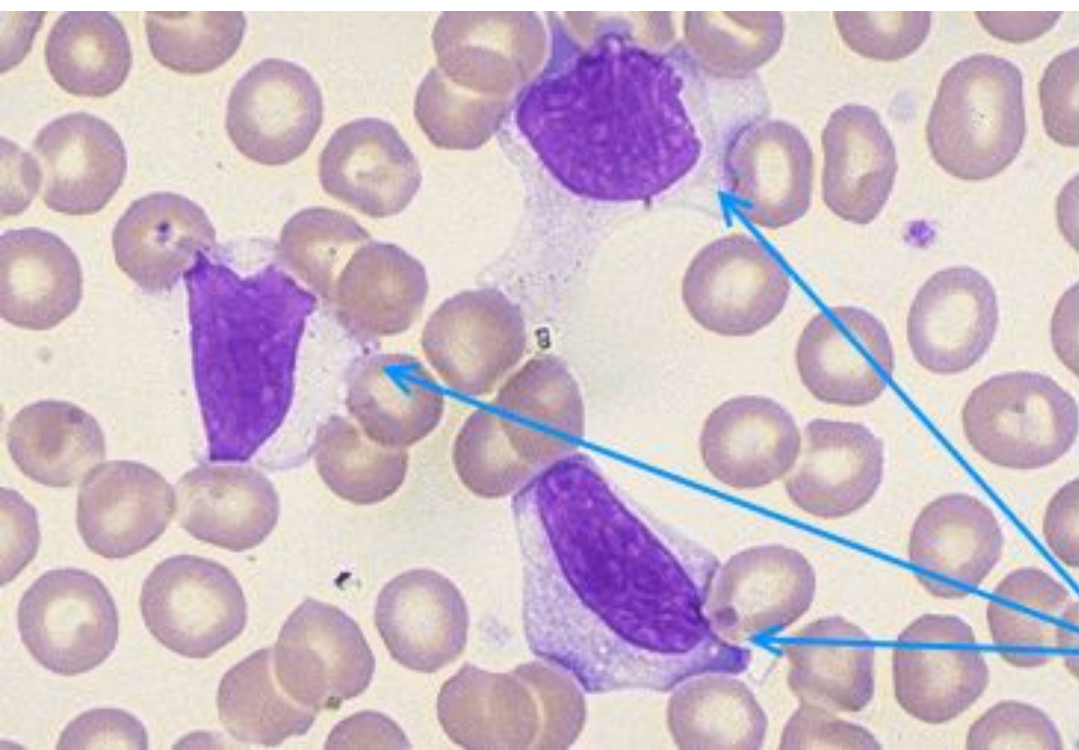
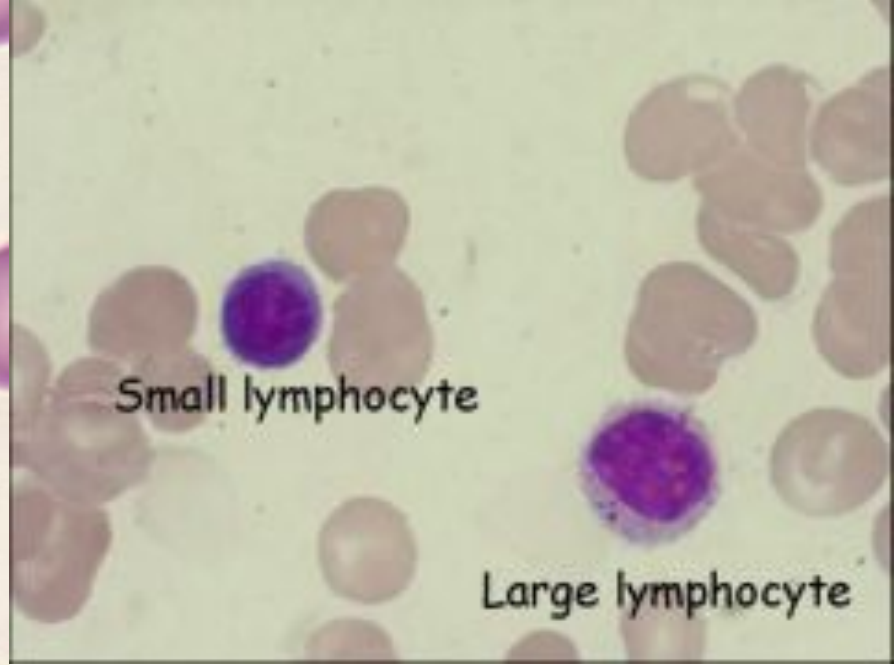
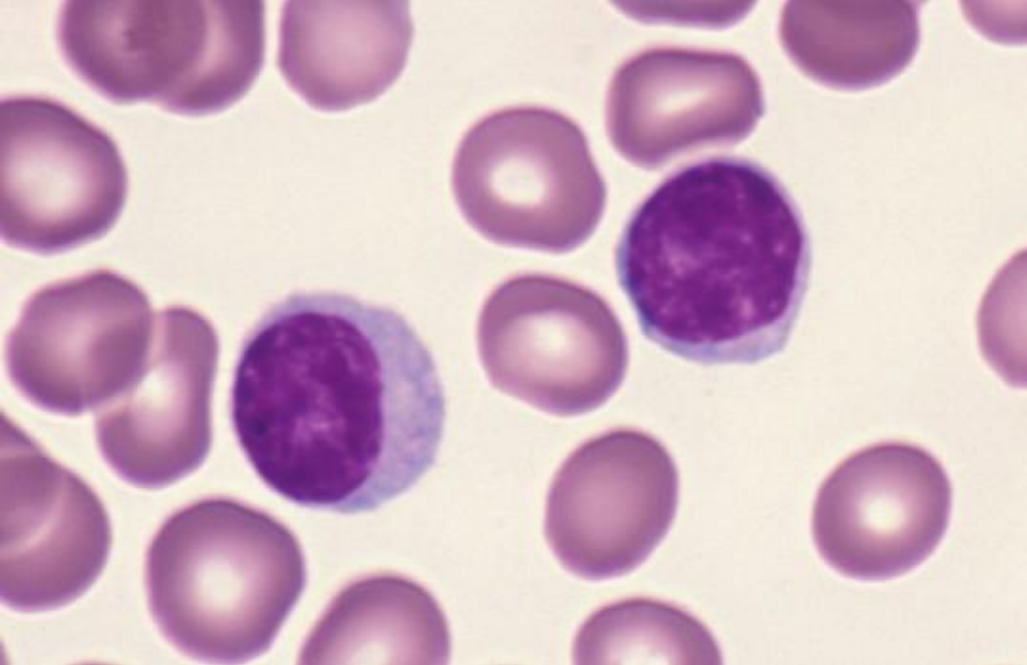
Лимфоциты (*lymphocytus*)

- Главные клетки иммунной системы, образуются в костном мозге, активно функционируют в лимфоидной ткани.
- Величина в мазке крови - от 4,5 до 10 мкм.
- Малые лимфоциты (4,5 – 6 мкм), средние (7 – 9 мкм) и большие (10 мкм и более).
- Большие формы встречаются в крови новорожденных и детей, у взрослых отсутствуют.
- Средние формы – 10 – 12 %.
- Малые лимфоциты – 85 – 90 %.
- Ядро округлое, бобовидное, интенсивно окрашено.
- Цитоплазма базофильная, узкая. Может содержать азурофильные гранулы (лизосомы).
- Главная функция – узнавание чужеродного антигена и участие в адекватном иммунологическом ответе организма.
- В крови взрослых людей 20 - 39 % общего числа лейкоцитов ($1,0 - 3,2 \times 10^9/\text{л}$).
- У детей до 4 – 6 лет лимфоциты преобладают – абсолютный лимфоцитоз, после 6 лет – перекрест с преобладанием нейтрофилов.
- Продолжительность жизни – от нескольких недель до нескольких лет.



- Три функциональных класса: В-лимфоциты, Т-лимфоциты и натуральные киллеры (НК-клетки).
- **В-лимфоциты** образуются в костном мозге, составляют около 30 % циркулирующих лимфоцитов, участвуют в выработке антител, т. е. обеспечивают гуморальный иммунитет.
- **Т-лимфоциты**, или *тимусзависимые лимфоциты* образуются из стволовых клеток костного мозга, а созревают в тимусе.
- Составляют около 70 % циркулирующих лимфоцитов.
- Основные функции: обеспечение реакций клеточного иммунитета и регуляция гуморального иммунитета (стимуляция или подавление дифференцировки В-лимфоцитов).
- **Функциональные группы: Т-хелперы, Т-супрессоры, Т-киллеры.**





Атипичные лимфоциты

- большой размер
- неправильная форма
- меньшее ядро
- неправильные контуры

Появляются при инфекционных и аллергических заболеваниях

Атипичные лимфоциты
в мазке крови

Абсолютный лимфоцитоз

- Вирусная инфекция
- Острый инфекционный лимфоцитоз
- Коклюш
- Инфекционный мононуклеоз
- Острый вирусный гепатит
- Цитомегаловирусная инфекция
- Заболевания лимфатической системы:
 - хронический лимфолейкоз;
 - макроглобулинемия Вальденстрема

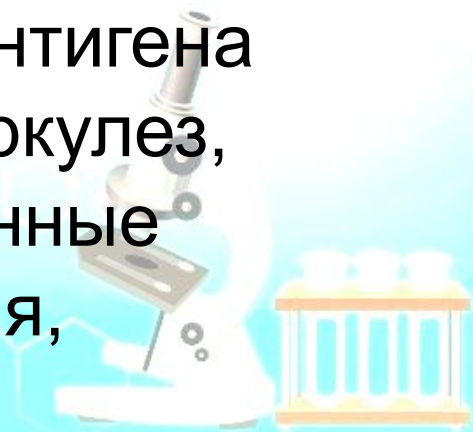
Абсолютная лимфопения

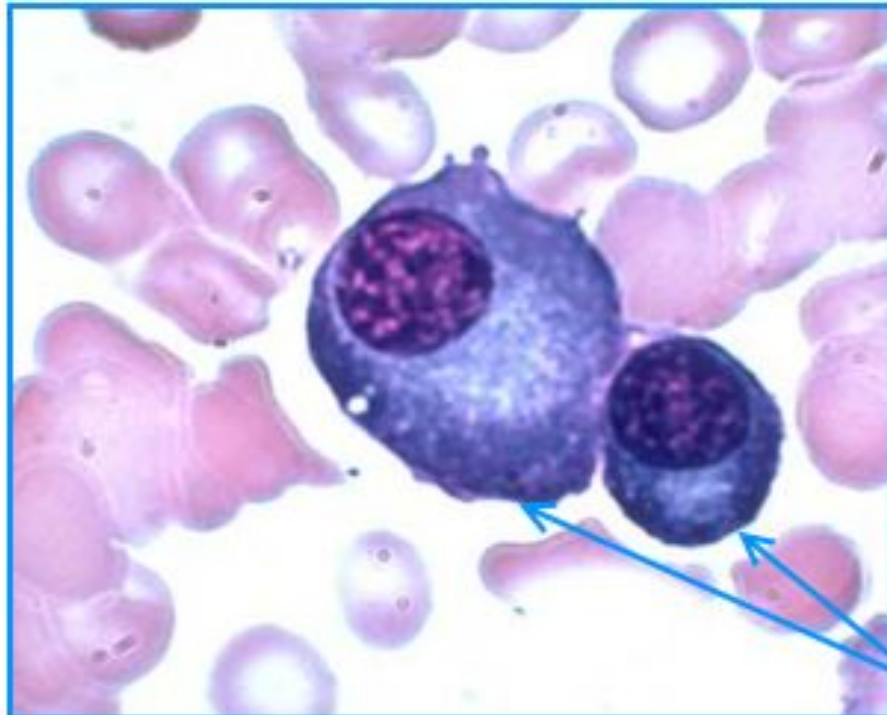
- Панцитопения
- Прием кортикостероидов
- Тяжелые вирусные заболевания
- Злокачественные новообразования
- Вторичные иммунные дефициты
- Почечная недостаточность
- Недостаточность кровообращения



Плазмоциты

- Клетки лимфоидной ткани, продуцируют иммуноглобулины, развиваются из клеток - предшественниц В-лимфоцитов через более молодые стадии (плазмобласт - проплазмоцит).
- В нормальной крови присутствуют очень редко.
- Обнаруживаются при плазмочитоме, вирусных инфекциях (корь, краснуха, ветряная оспа, инфекционный мононуклеоз, инфекционный гепатит), длительной персистенции антигена (сывороточная болезнь, сепсис, туберкулез, актиномикоз, коллагенозы, аутоиммунные болезни), состояниях после облучения, новообразованиях.

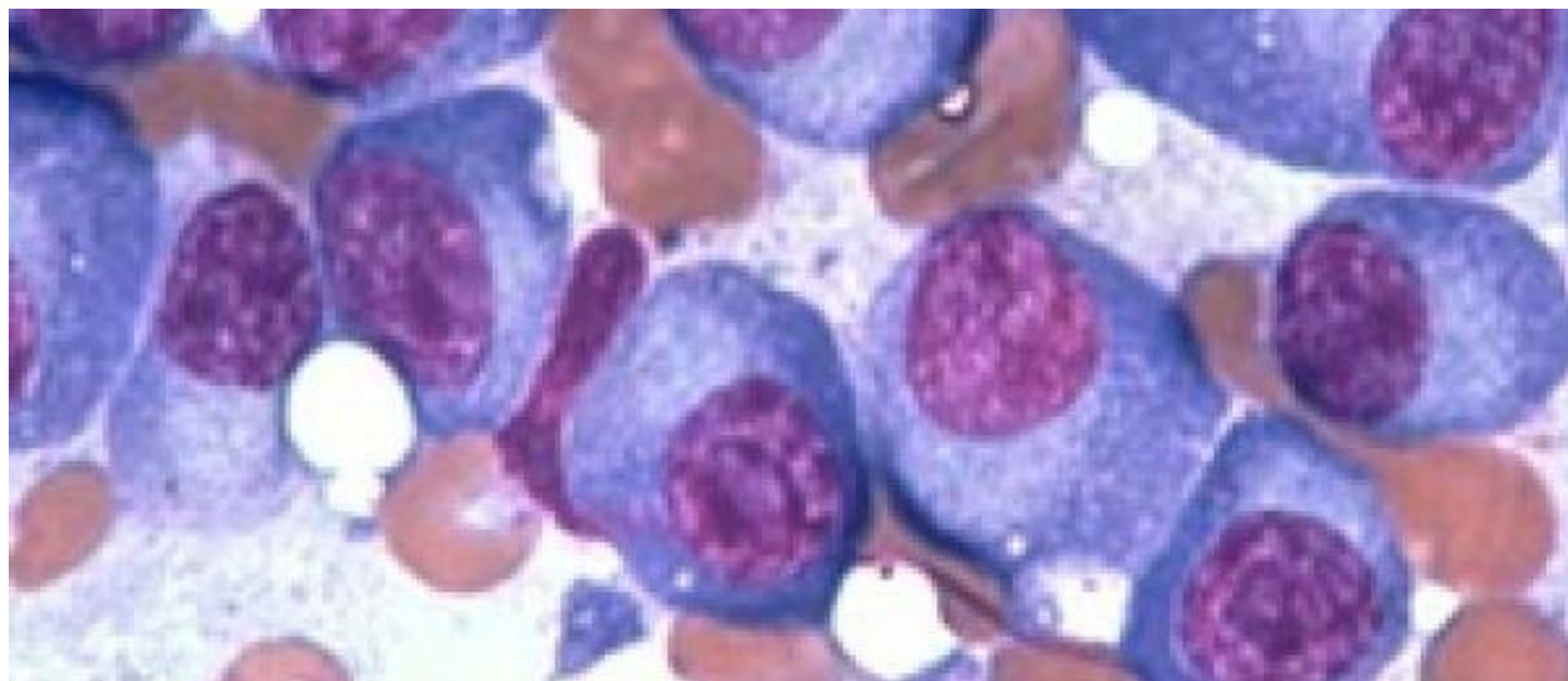




Плазматические клетки -
конечный этап развития
В-лимфоцитов.

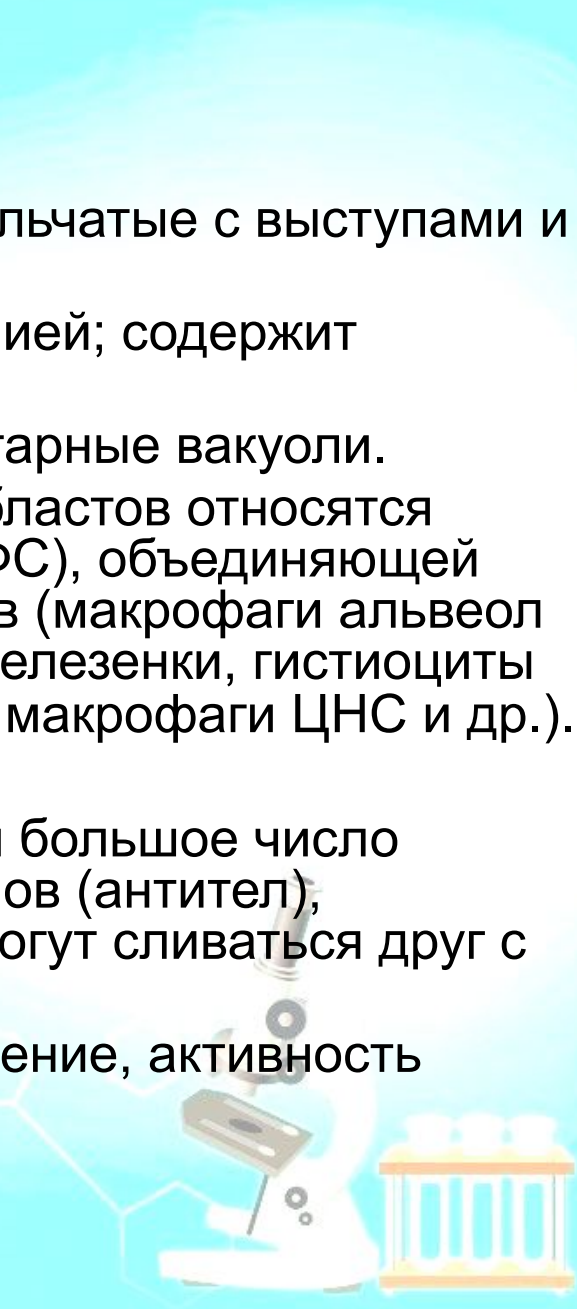
Плазмоциты вырабатывают
антитела, за 1 секунду -
несколько тысяч
молекул
иммуноглобулинов.

Плазмоциты в мазке крови

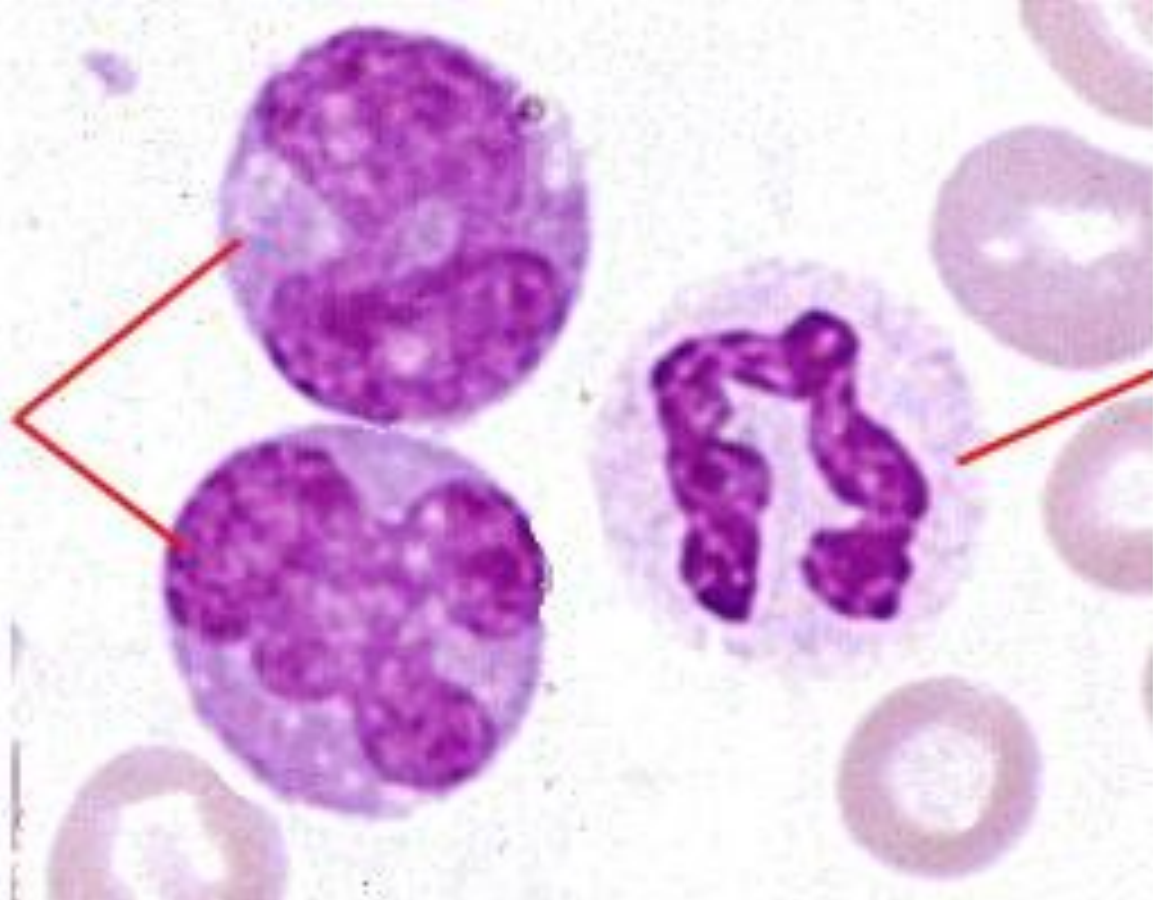


Моноциты (*monocytus*)

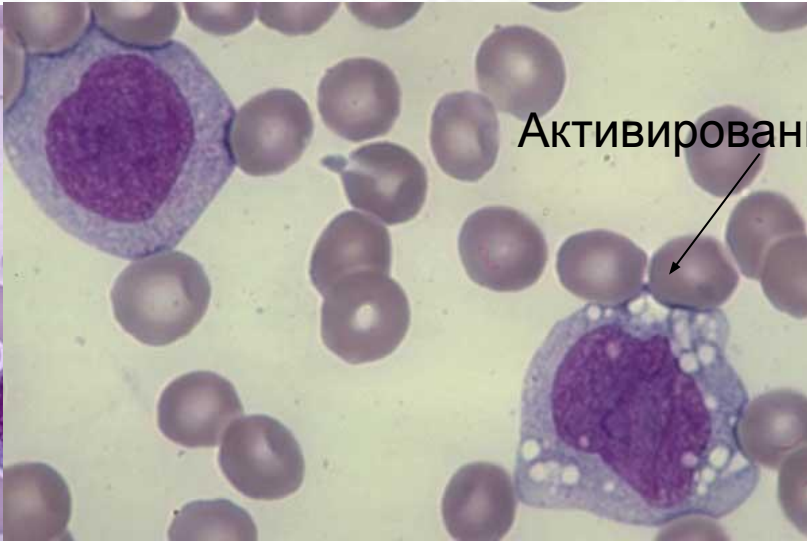
- Размер 18 – 20 мкм.
- Количество – 4 – 11 %.
- Ядра бобовидные, подковообразные, редко - дольчатые с выступами и углублениями, с маленькими ядрышками.
- Цитоплазма бледно-голубая, с краевой базофилией; содержит азурофильные зерна (лизосомы).
- Пальцеобразные выросты цитоплазмы, фагоцитарные вакуоли.
- Моноциты образуются в костном мозге из монобластов относятся к *моноклеарной фагоцитарной системе* (МФС), объединяющей моноциты крови и макрофаги различных органов (макрофаги альвеол легкого, костного мозга, лимфатических узлов, селезенки, гистиоциты соединительной ткани, остеокласты, глиальные макрофаги ЦНС и др.).
- В крови – 12 – 32 ч, в тканях – в пределах 1 мес.
- В тканях увеличиваются в размерах, появляется большое число лизосом, возникают рецепторы иммуноглобулинов (антител), повышается фагоцитарная активность, клетки могут сливаться друг с другом с образованием гигантских форм.
- Синтезируют вещества, влияющие на кроветворение, активность лейкоцитов, развитие воспалительной реакции.



Monocytes



Segmented neutrophil



Активированный моноцит

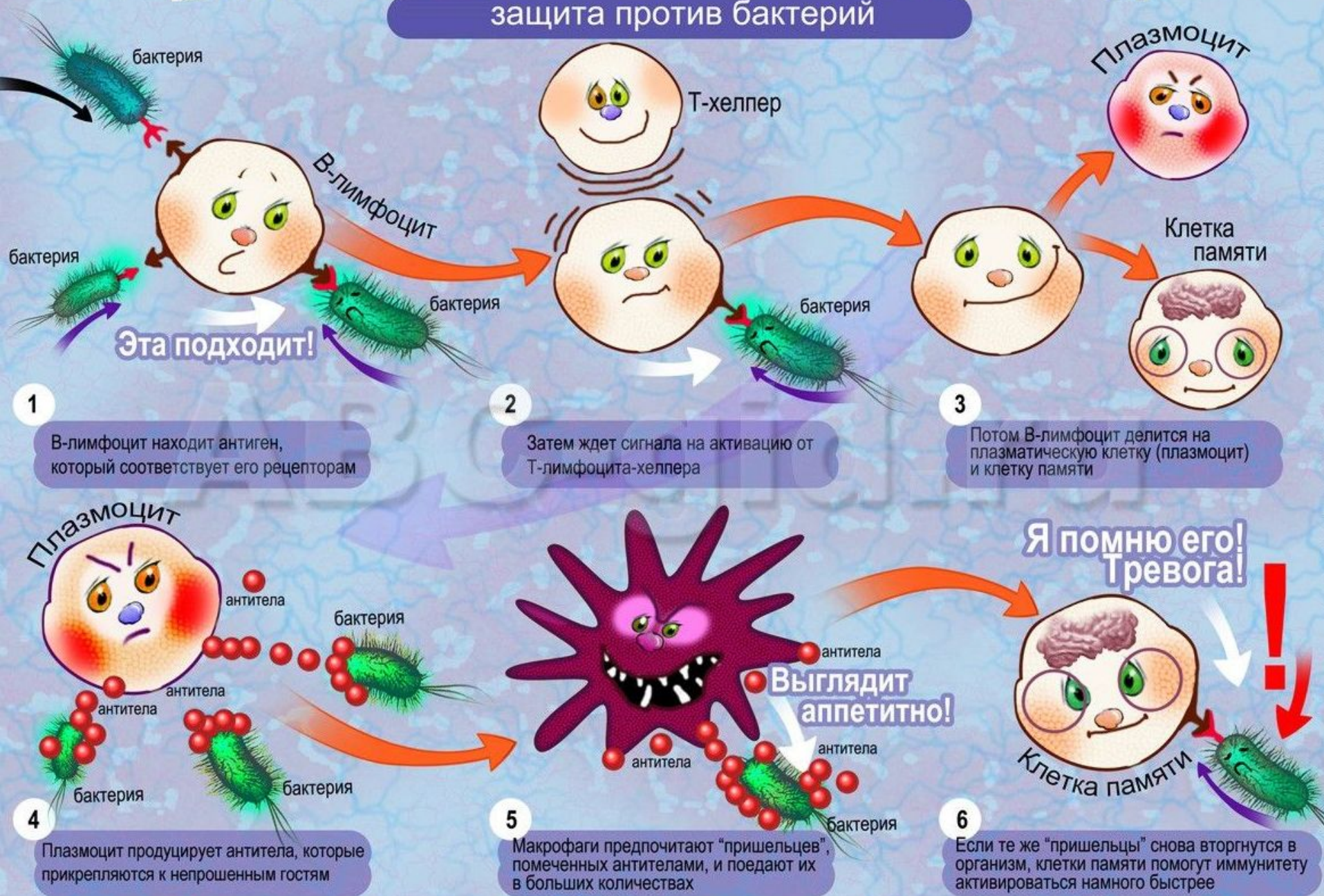
- **Моноцитоз** - в крови $> 1,0 \times 10^9/\text{л}$.
- Моноцитоз при туберкулезе - активный туберкулезный процесс.
- При септических эндокардитах, вялотекущем сепсисе возможен значительный моноцитоз, который нередко встречается в отсутствие лейкоцитоза.
- Относительный или абсолютный моноцитоз отмечается у больных с системными васкулитами.
- Кратковременный моноцитоз может развиваться у больных с острыми инфекциями в период реконвалесценции (выздоровления).
- **Моноцитопения** - $< 0,09 \times 10^9/\text{л}$. При гипоплазии кроветворения количество моноцитов в крови снижено.



Основные причины моноцитоза	Клинические формы
Инфекции	Подострый септический эндокардит; период выздоровления после острых инфекций; вирусные (инфекционный мононуклеоз), грибковые, риккетсиозные и протозойные инфекции (малярия, лейшманиоз, калаазар)
Гранулематозы	Туберкулез, особенно активный, сифилис, бруцеллез, саркоидоз, язвенный колит, энтерит
Болезни крови	Острый монобластный и миеломонобластный лейкозы; хронические моноцитарный, миеломоноцитарный и миелолейкоз; лимфогранулематоз
Коллагенозы	Системная красная волчанка, ревматоидный артрит, узелковый периартериит

КАК НА САМОМ ДЕЛЕ РАБОТАЕТ ИММУНИТЕТ

защита против бактерий

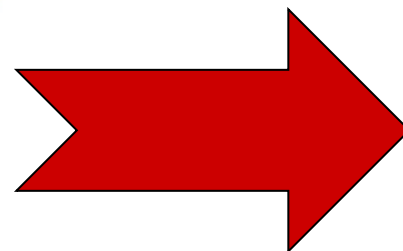


Определение количества лейкоцитов в камере Горяева по Николаеву

- **Принцип метода:** подсчет лейкоцитов в 1 мкл крови при постоянном ее разведении и определенном объеме счетной камеры.
- **Реактивы:** раствор уксусной кислоты 3 – 5 % (30 – 50 г/л), подкрашенный водным раствором метиленового синего (10 г/л) или раствором генцианвиолета (10 г/л).



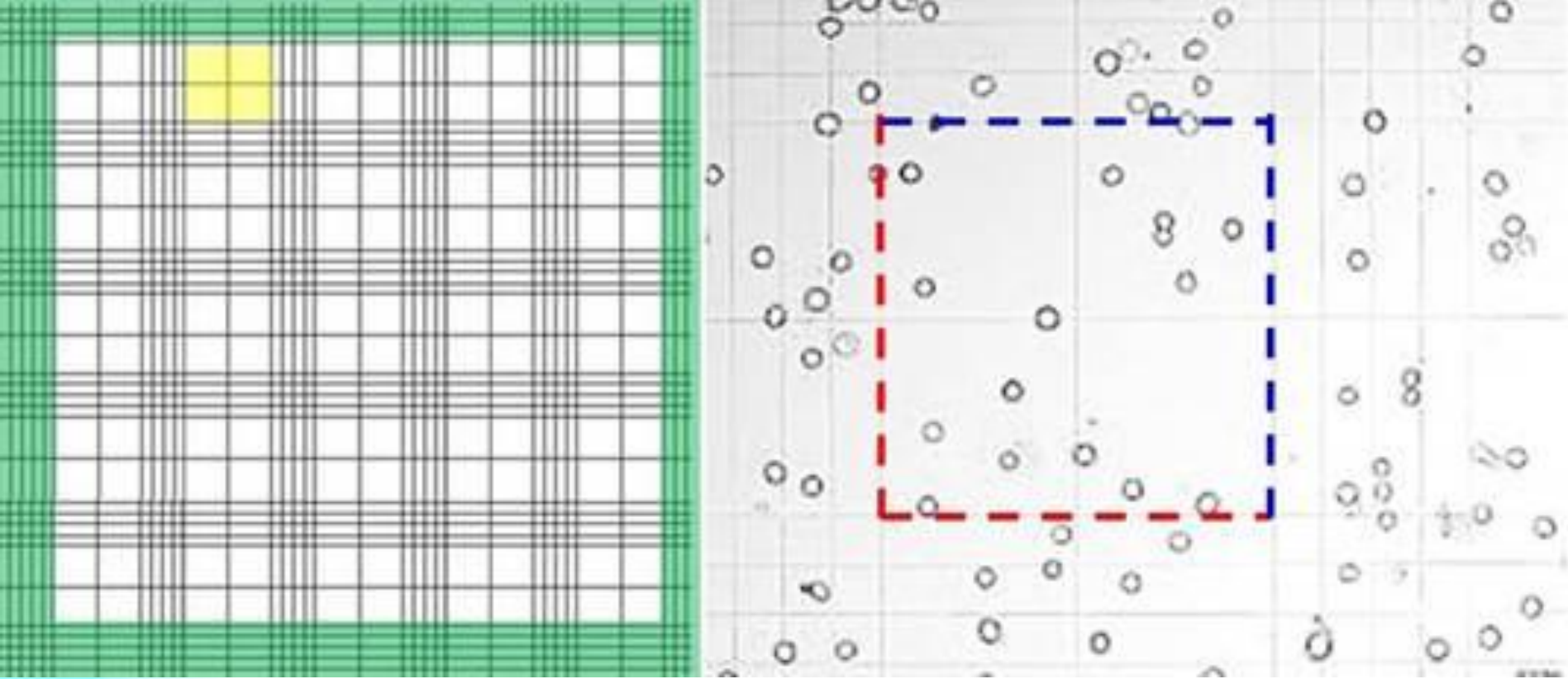
Ход реакции:



**400 мкл
4% р-р Укс. к-ты**

20 мкл крови

Разведение в 20 раз



- Лейкоциты считают в 100 неразграфленных больших квадратах.



Расчет количества лейкоцитов в 1 л

$$X = (a \cdot 250 \cdot 20) / 100 \cdot 10^6 / \text{л} = a \cdot 50 \cdot 10^6 / \text{л}$$

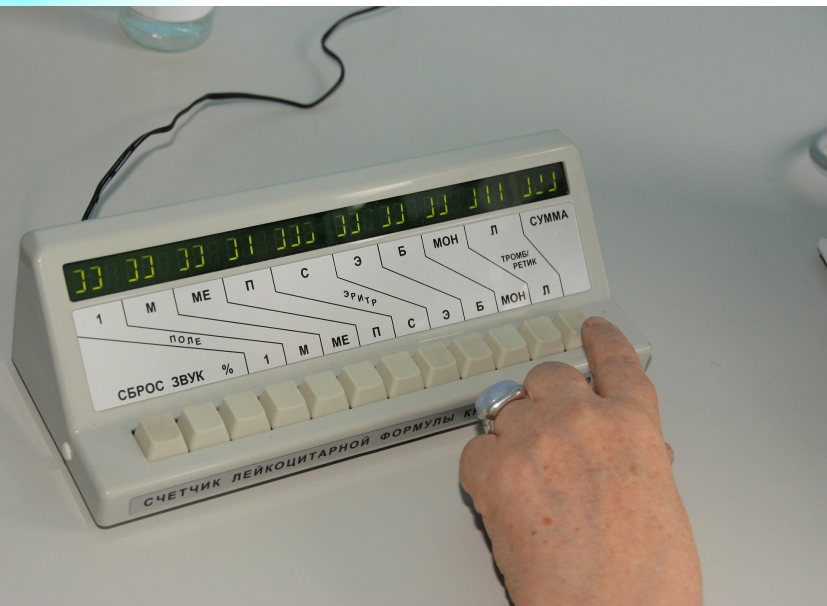
- X – количество лейкоцитов в 1 мкл крови;
- a – сумма сосчитанных лейкоцитов в 100 больших квадратах;
- 250 – множитель, приводящий результат к объему в 1 мкл крови, так как объем большого квадрата равен 1/250 мкл;
- 20 – разведение крови.
- **Пример:** В 100 больших квадратах подсчитано 160 лейкоцитов.

$$160 \cdot 50 \cdot 10^6 / \text{л} = 8000 \cdot 10^6 / \text{л} = 8,0 \cdot 10^9 / \text{л}.$$



Подсчет лейкоцитарной формулы

- Лейкоцитарная формула (**лейкограмма**) – процентное (относительное) соотношение разных видов лейкоцитов.
- Окрашенный мазок крови микроскопируют с иммерсионной системой.
- Окуляр 10, объектив 100.
- Конденсор поднят, диафрагма открыта.
- Подсчет в тонкой части мазка с учетом распределения лейкоцитов: более тяжелые (эозинофилы, моноциты) встречаются чаще по краю мазка, более легкие (лимфоциты) – в середине.
- Считают 100 – 200 клеток, дифференцируя их по видам. Результат выдают в %.



- Для регистрации клеток применяют счетчик лабораторный.
- При нажатии клавиши в смотровом окне появляются цифры, соответствующие количеству лейкоцитов данного вида.
- После подсчета 100 клеток звучит сигнал.
- Записывают показания счетчика.

Тромбоциты – кровяные пластинки

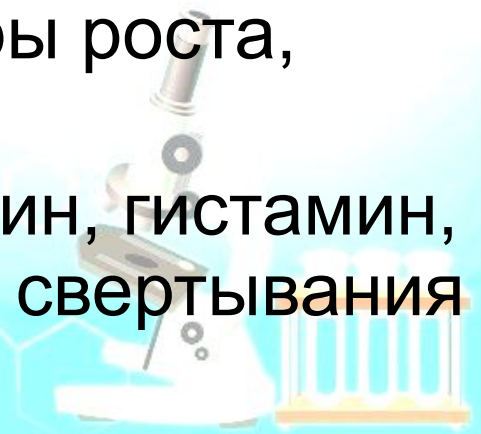
- В мазке крови - вид мелких голубых (молодые) или розовых (зрелые) телец округлой, овальной или веретеновидной формы размером 2 – 4 мкм.
- Молодые формы крупнее старых.
- Повышенное количество юных форм наблюдается у новорожденных. При онкологических заболеваниях увеличивается число старых тромбоцитов.
- Могут объединяться (агглютинироваться) в маленькие или большие группы.
- Это безъядерные фрагменты цитоплазмы, отделившиеся от *мегакариоцитов* - гигантских клеток костного мозга.



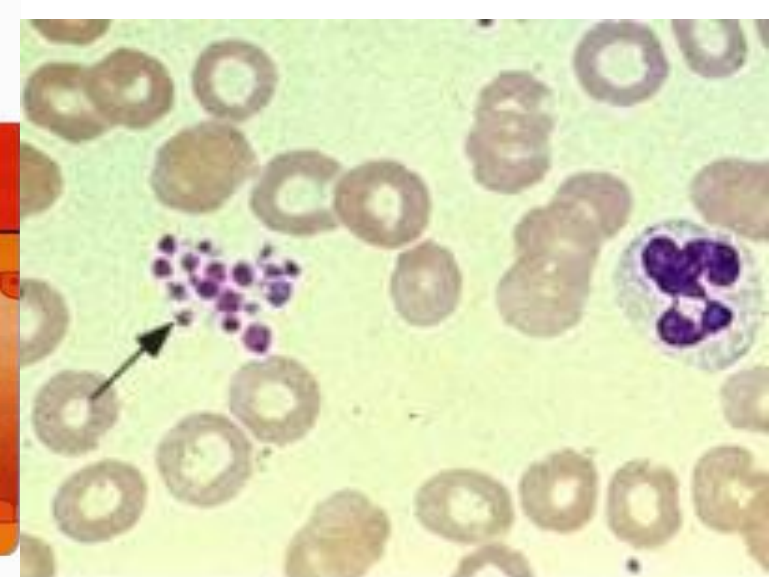
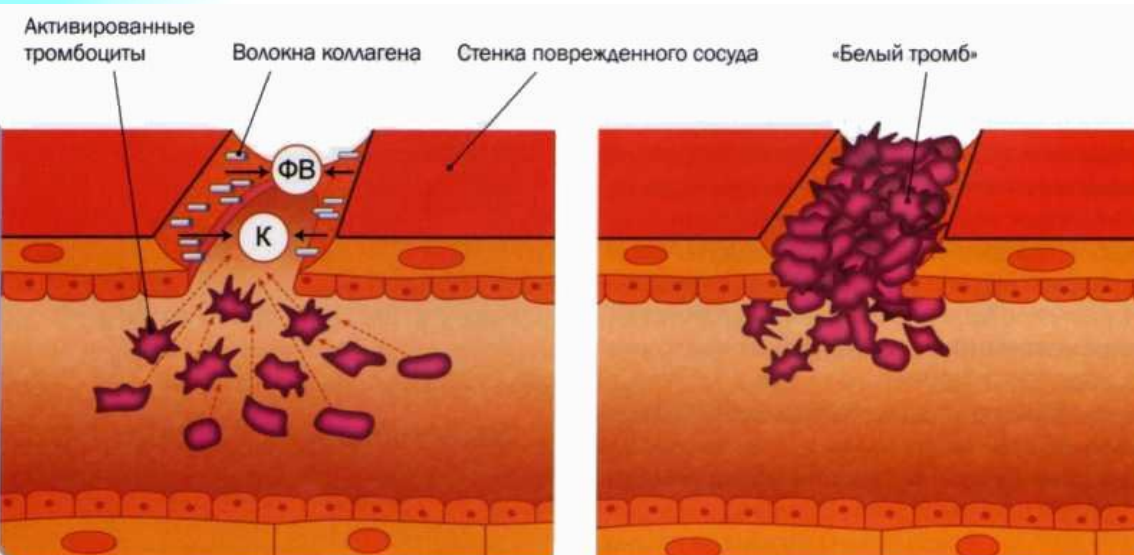
- Гликопротеины плазмолеммы участвуют в процессах адгезии и агрегации тромбоцитов.
- Цитоскелет (гиаломер) - актиновые микрофиламенты и пучки микротрубочек - поддержание формы кровяных пластинок, участие в сокращении объема (ретракции) образующихся кровяных тромбов.

Грануломер тромбоцитов

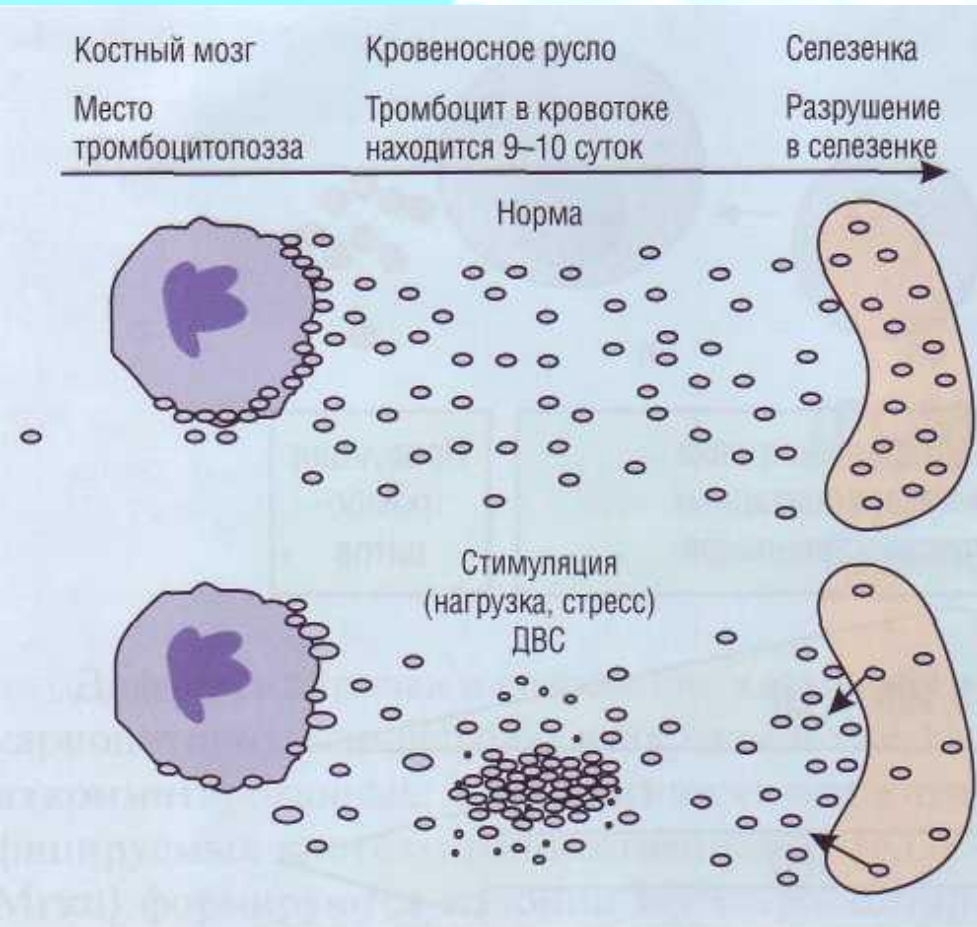
- Гранулы *гликогена* и *ферритина*.
- *α-гранулы* – белки и гликопротеины, принимающие участие в свертывании крови, факторы роста, литические ферменты.
- *δ-гранулы* (дельта-гранулы) - серотонин, гистамин, адреналин, Ca^{2+} , АДФ, АТФ, факторы свертывания крови.



- Третий тип мелких гранул – лизосомы (лизосомные ферменты) и микропероксисомы (пероксидаза).
- **Основная функция** – свертывание крови при повреждении сосуда и предотвращение потери крови.
- Разрушение стенки сосуда → из поврежденных тканей выделяются факторы свертывания крови → прилипание (адгезия) тромбоцитов к базальной мембране эндотелия и коллагеновым волокнам сосудистой стенки → через систему трубочек из тромбоцитов выходят гранулы → их содержимое провоцирует образование сгустка - *тромба*.



- **Тромбоцитоз** – количество тромбоцитов $> 400 \times 10^9/\text{л}$.
- Усиление свертывания крови → образование тромбов в кровеносных сосудах, например при атеросклерозе, когда изменены рельеф и целостность эндотелия.



- Уменьшение $< 150 \times 10^9/\text{л}$ (**тромбоцитопения**) приводит к снижению свертываемости крови и кровотечениям.
- Продолжительность жизни тромбоцитов в среднем 9 – 10 сут.

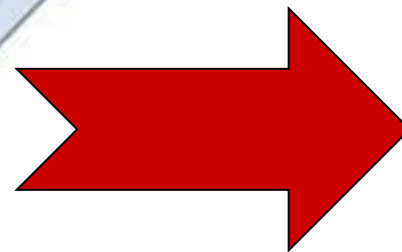


Подсчет тромбоцитов в камере Горяева (прямой метод)

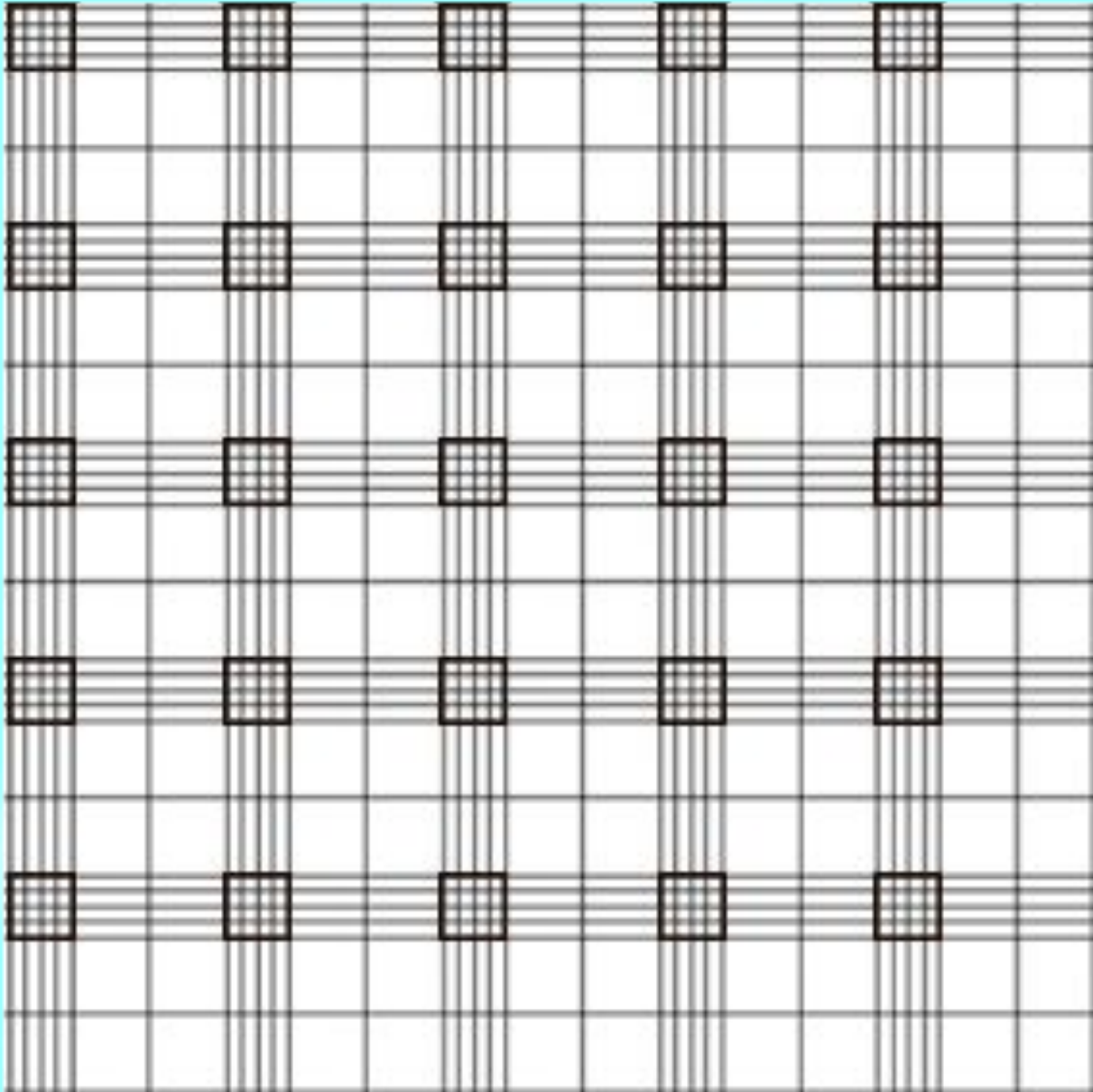
- **Принцип метода:** определяется количество тромбоцитов в 1 литре крови при её разведении.
- **Реактивы:** 1% раствор оксалата аммония, прокипяченный и профильтрованный.



Ход реакции:



1% оксалат аммония 20 мкл крови Разведение в 200 раз



- Тромбоциты считают в **25** больших разграфленных квадратах



Расчет по формуле

$$X = \frac{A \times 250 \times 200}{25} = A \times 2000 \times 10^6/\text{л} = A \times 2 \times 10^9/\text{л}$$

- X – количество тромбоцитов в 1 мкл крови;
- A – количество тромбоцитов, сосчитанных в 25 больших квадратах;
- 250 – множитель, приводящий результат к объему 1 мкл;
- 25 – число сосчитанных больших квадратов.
- **Норма в крови:** от 150 до 400x10⁹/л.

Клинико-диагностическое значение

- *Тромбоцитоз* - после кровотечений, травм, операций, гемолитических кризов, некоторых лейкозах (хронический миелолейкоз).
- *Тромбоцитопения* - при тромбоцитопенической пурпуре, острых лейкозах, патологии щитовидной железы.