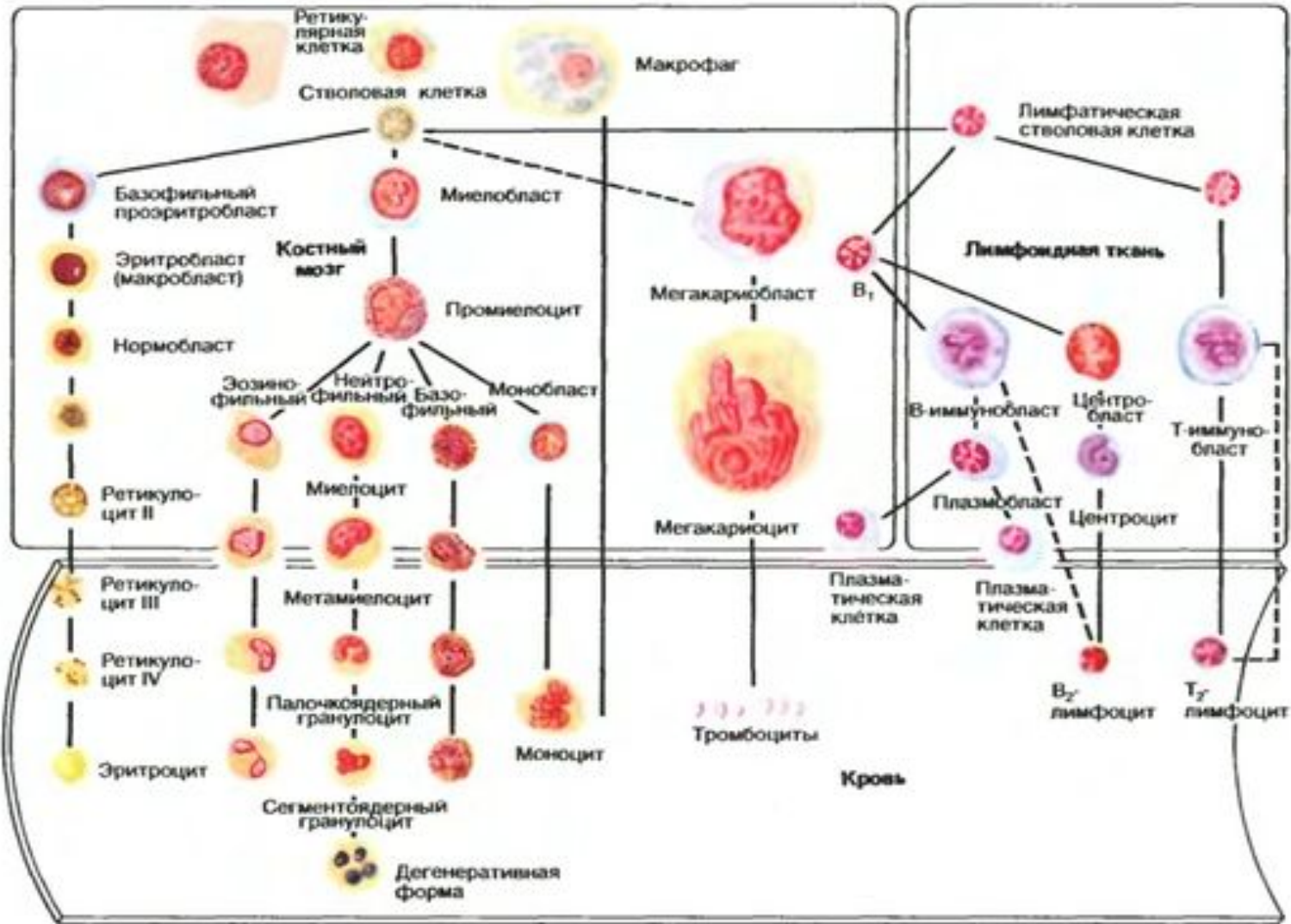


Анализ гемограммы

Схема гемопоэза (по А.И.Воробьеву и И.Л.Черткову в модификации)



Миелоидный ряд кроветворения представлен клетками гранулоцитарного, мегакариоцитарного, моноцитарного и эритроцитарного ростков кроветворения.

- Общая масса костного мозга взрослого человека достигает 1400 г. В течение суток в костном мозге вырабатывается около 2×10^{11} эритроцитов, $4,5 \times 10^{10}$ нейтрофилов, 10^9 моноцитов, $17,5 \times 10^9$ тромбоцитов. Примерно такое же количество клеток крови подвергается разрушению.
- Время циркуляции клеток в кровеносном русле различно: образовавшиеся в костном мозге эритроциты функционируют 120 суток, тромбоциты — 10 суток, агранулоциты — 10 ч.

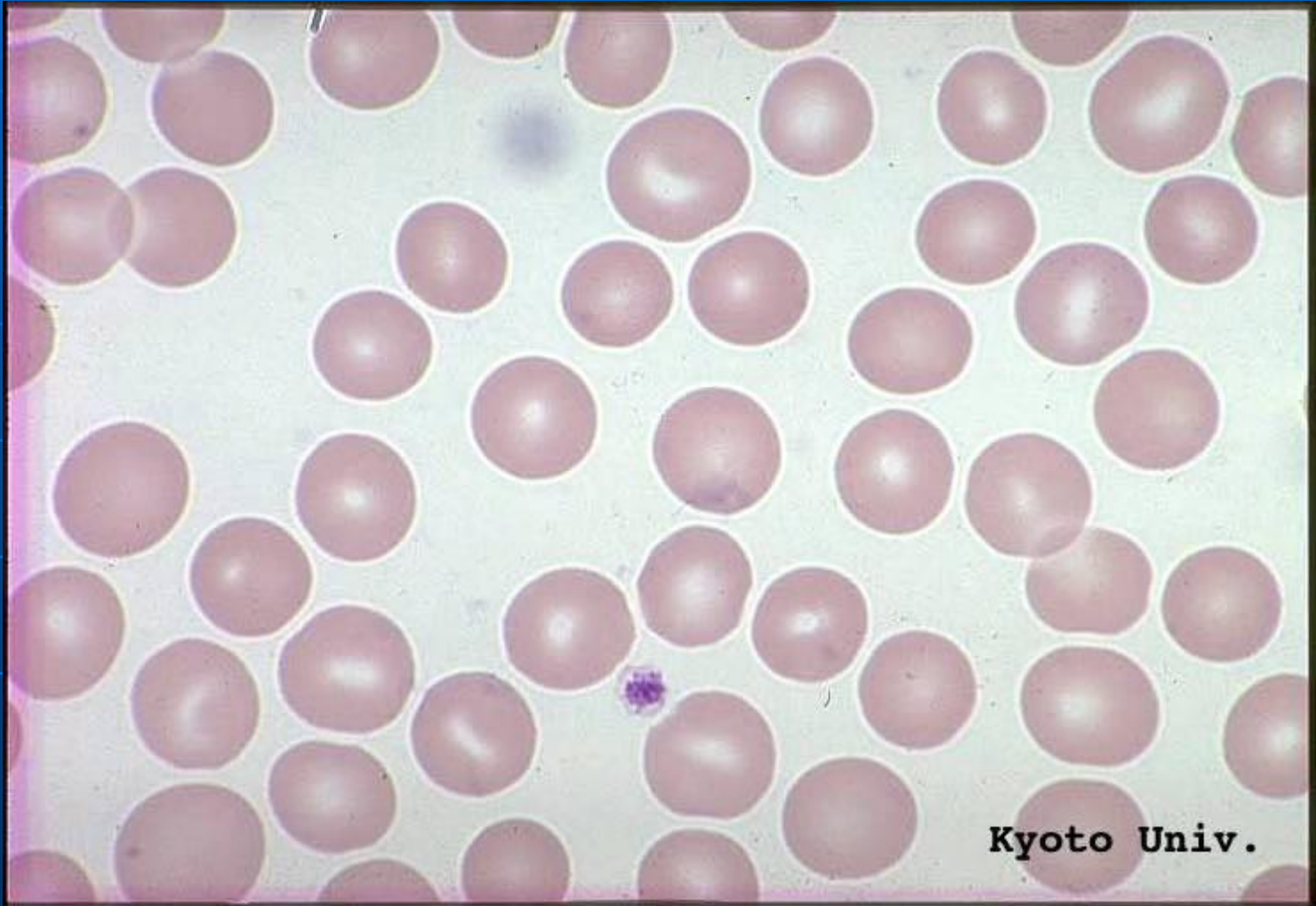
Регуляция костномозгового кроветворения

- **принцип обратной связи**
- (При изменении условий жизнедеятельности организма потребностей в тех или иных функциях клеток крови меняется и величина костномозговой продукции)
- Например, интенсивность эритропоэза во многом определяется содержанием в плазме фактора, усиливающего выработку эритроцитов —, который синтезируется, главным образом, в почках. При снижении парциального давления кислорода (кровотечение, ускоренное разрушение эритроцитов, заболевания легких *эритропоэтина* и сердца и др.) эритропоэтин ускоряет пролиферацию клеток — предшественников эритропоэза. При различных заболеваниях почек синтез эритропоэтина может быть нарушен.
- *Неспецифические факторы* (андрогены, тироксин, гормон роста и др.) усиливают синтез эритропоэтина. Известно миелотропное действие кортикостероидных гормонов, которое проявляется в ускоренном вызревании костномозговых клеток и выходе в кровь зрелых гранулоцитов.
- Существенное влияние на эритропоэз оказывает содержание в плазме крови *витамина B12, фолиевой кислоты и железа*.

Нормальные значения для взрослых

	<i>Женщины</i>	<i>Мужчины</i>
Лейкоциты (WBC)	4,8-10,8*10⁹/л	4,8-10,8*10⁹/л
Эритроциты (RBC)	4,2-5,4*10¹²/л	4,7-6,1*10¹²/л
Гемоглобин (HGB)	12-16 г/дл	14-18 г/дл
Гематокрит(НСТ)	37-47%	42-52%
MCV mean corpuscular volume (ср объем RBC)	81-99 фл	80-94 фл
MCH mean corpuscular hemoglobin (ср. содержание гемоглобина)	27-31 пг	27-31 пг
MCHC mean corpuscular hemoglobin concentration	33-37 г/дл	33-37 г/дл
RDW red cell distribution width (анизоцитоз эритроцитов)	11,5-14,5%	11,5-14,5%
Тромбоциты (PLT)	130-400*10⁹/л	130-400*10⁹/л

- **Эритроциты** – компоненты крови, содержащие гемоглобин. Основная их функция – перенос кислорода и углекислого газа. Определение количества эритроцитов проводят в счетной камере и с помощью счетчиков или анализаторов клеток крови.
- Используя так называемое “правило трех”, можно по количеству эритроцитов (RBC) оценить концентрацию гемоглобина и показатель гематокрита. **$3 \times \text{RBC} = \text{Hb}$; $3 \times \text{Hb} = \text{Ht}$**
- Эту зависимость можно использовать для оценки параметров крови, но только в тех пробах, где эритроциты имеют правильное строение.



Kyoto Univ.

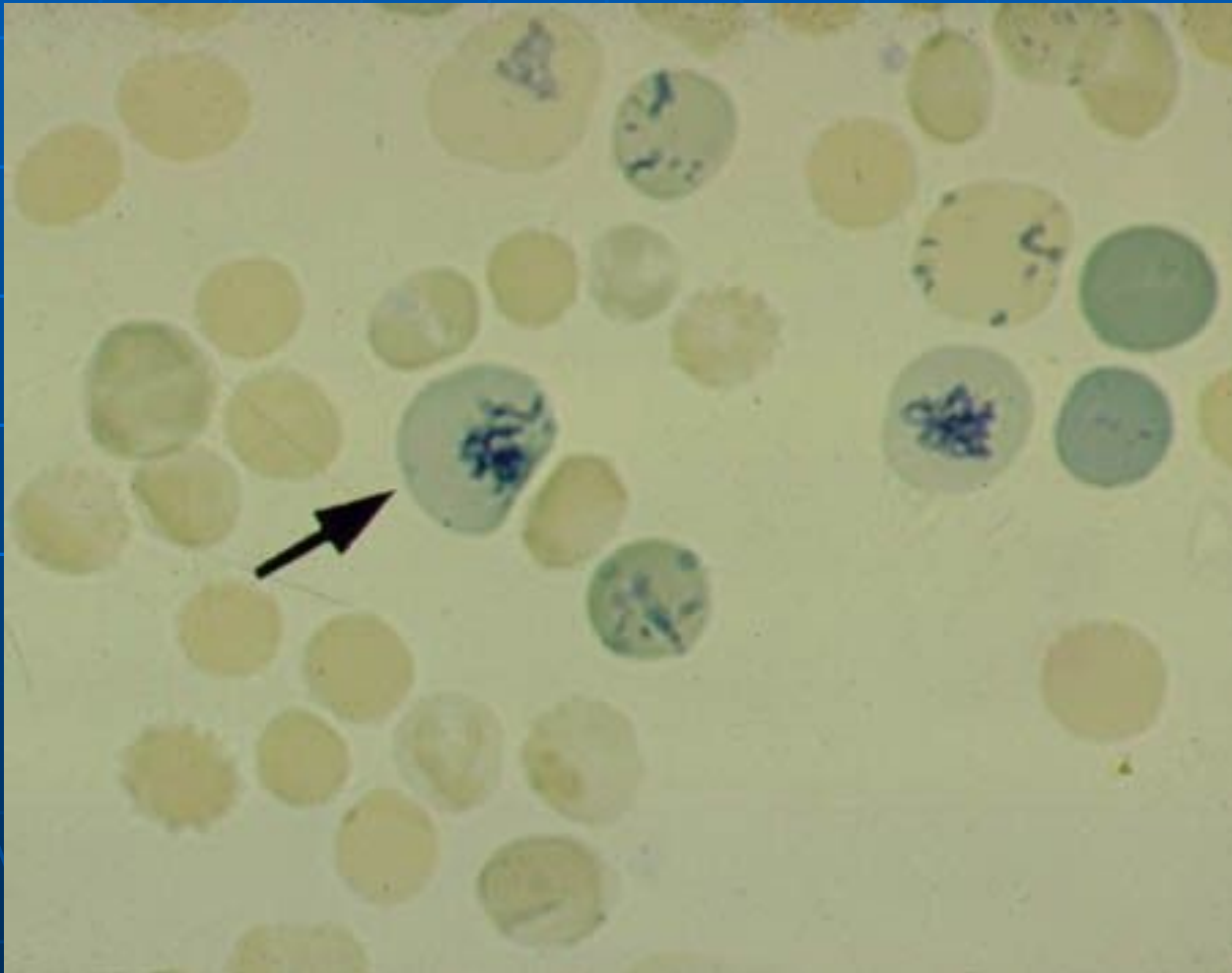
Увеличение RBC			Уменьшение RBC
Реактивные эритроцитозы, вызванные недостатком O ₂	Реактивные эритроцитозы, вызванные повышенным образованием эритропоэтинов	Абсолютное/ относительное	
Врожденные и приобретенные пороки сердца	Поликистоз почек	Эритремия	Анемии
Легочное сердце	Водянка почечных лоханок	Дегидратация	Острая кровопотеря
Эмфизема легких	Новообразования (гемангиобластома, гепатома, феохроцитомы)		Поздние сроки беременности
Пребывание на значительных высотах	Влияние кортикостероидов		Гипергидратация
	Болезнь и синдром Кушинга		
	Лечение		

- **Ретикулоциты** – это незрелые эритроциты, у которых нет клеточного ядра, но есть остатки рибонуклеиновых кислот (РНК) в рибосомах. Количество РНК уменьшается по мере созревания эритроцитов. Ретикулоцит около 2 дней остается в кровообращении, после чего становится зрелым эритроцитом. Количество ретикулоцитов отражает эритропоэтическую активность костного мозга. У женщин количество ретикулоцитов несколько больше. У новорожденных (в пуповинной крови) количество ретикулоцитов колеблется в границах 20-60%.

Нормальные значения:

- Относительное количество ретикулоцитов 0,5-1,2%
- Абсолютное количество ретикулоцитов 30-70 *
10⁹/л

Ретикулоциты



КЛИНИКО-ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ числа ретикулоцитов

Увеличение	Уменьшение
<ul style="list-style-type: none">• Гемолитические синдромы• Острый недостаток кислорода• 3-5 дней после кровопотери (ретикулоцитарный криз)• В12-дефицитные анемии на 5-9 день от начала лечения	<ul style="list-style-type: none">• Апластические анемии• Гипопластические анемии• Не леченные В12-дефицитные анемии• Метастазы рака в кость

Гемоглобин основной компонент эритроцитов. Его функция – перенос кислорода. Международным обществом гематологов рекомендуется применять для определения гемоглобина цианметгемоглобиновый метод.

Повышение концентрации

Первичные и вторичные

эритроцитозы

Обезвоживание

Снижение концентрации

Анемии

Гипергидратация

Возраст	Женщины	Мужчины
0-2	106-148 г/л	114-144 г/л
3-6	102-142 г/л	104-140 г/л
7-12	112-146 г/л	110-146 г/л
13-16	112-152 г/л	118-164 г/л
17-19	112-148 г/л	120-168 г/л
20-29	110-152 г/л	130-172 г/л
30-39	112-150 г/л	126-172 г/л
40-49	112-152 г/л	128-172 г/л
50-59	112-152 г/л	124-172 г/л
60-65	114-154 г/л	122-168 г/л
65	110-156 г/л	122-168 г/л

- **Анемии определяются как снижение общего количества гемоглобина. При диагностике анемий всегда следует соотносить значение показателя с возрастом и полом пациента. Диагностика типа анемии требует проведения дополнительных биохимических и гематологических анализов.**
- **У больных, у которых гемоглобин выше 75 г/л, препараты железа могут вызвать в течение 10 дней рост гемоглобина на 20-30 г/л (это не означает компенсацию дефицита железа!).**
- **Переливание 500 мл крови (или 1 единицы эритроцитарной массы – около 300 мл) больному с массой тела 70 кг вызывает увеличение гемоглобина на 12 г/л.**

МСН (СРЕДНЕЕ СОДЕРЖАНИЕ ГЕМОГЛОБИНА В ЭРИТРОЦИТЕ)

- характеризует среднее содержание гемоглобина в отдельном эритроците. Этот параметр можно вычислить из показателя гемоглобина и количества эритроцитов.
$$\text{МСН} = (\text{Hgb}(\text{г/дл}) * 10 / (\text{RBC}(\text{клеток/л})))$$
 В современных гематологических анализаторах определяется автоматически.
- МСН должен коррелировать со значениями МСV (средний объем эритроцитов) и МСНС (средняя концентрация гемоглобина в эритроците).
- МСН относительно редко используется для характеристики анемии

КЛИНИКО-ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

■ **Повышение**

- Гиперхромные анемии
- Мегалобластные
- Сопровождающие цирроз печени

■ **Снижение**

- Гипохромные анемии
- Анемии при злокачественных
опухолях

МСНС (СРЕДНЯЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ ГЕМОГЛОБИНА В ЭРИТРОЦИТЕ)

- характеризует среднюю концентрацию гемоглобина в отдельном эритроците, определяет насыщенность эритроцитов.
- $МСНС = (Hgb(г/дл) * 100) / (HCT(\%))$.
- **МСНС** должен коррелировать с показателями **MCV** и **MCH**.
- В гематологических анализаторах как правило рассчитывается автоматически.
- Коэффициенты пересчета:
 $1/дл * 0,62 = ммоль/л$; $ммоль/л * 1,61 = г/дл$

КЛИНИКО-ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ МСНС

Повышение	Снижение до уровня < 31 г/дл
<ul style="list-style-type: none">■ Гиперхромные анемии – сфероцитоз, овалоцитоз■ Гипертонические нарушения водно-электролитной системы	<ul style="list-style-type: none">■ Гипохромные анемии■ Гипотонические нарушения водно-электролитной системы

- Верхняя граница растворимости НВ в воде составляет 37 г/дл, поэтому повышение, выходящее за рамки нормальных значений МСНС, отмечается чрезвычайно редко. **Результаты выше 37 г/дл являются четким указанием повторить анализ.**
- Для определений нарушений в водно-электролитной системе следует анализировать изменения значений МСНС, а не их абсолютные величины.
- При оценке нарушений водно-электролитной системы можно пользоваться вычисленным МСНС ($МСНС = \frac{Hgb(г/дл) * 100}{HCT(\%)}$). В этом случае не следует пользоваться значениями МСНС. Полученными с помощью

MCV (СРЕДНИЙ ОБЪЕМ ЭРИТРОЦИТА)

- Значения, в пределах **80-100** фл (*фемтолитр или кубический микрометр*), характеризуют эритроцит как **нормоцит**, ниже 80 фл – как **микроцит**, а выше 100 фл – как **макроцит**.
- Этот параметр можно вычислить по показателям гематокрита и количеству эритроцитов: **$MCV = (Ht(\%) * 10) / (RBC(10-12/л))$**

Современные гематологические счетчики осуществляют измерение объема единичного эритроцита. Значение MCV является средним значением объема измеренных эритроцитов MCV используется главным образом для характеристики типа анемии

- Изменения **MCV** могут служить для определения нарушений водно-электролитного обмена. Повышение значений **MCV** будет свидетельствовать о гипотоническом нарушении, тогда как понижение значений **MCV** – о гипертоническом нарушении.
- При оценке нарушений водно-электролитной системы можно пользоваться вычисленным **MCV** (формула дана выше).
- В этом случае не следует пользоваться значениями **MCV**, полученными с помощью гематологических счетчиков, так как они измеряют эритроциты в искусственной изоосмотической среде.

КЛИНИКО-ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Значение MCV < 80 фл	Значение MCV > 80 фл и < 100 фл	Значение MCV > 100 фл
<p><i>Микроцитарные анемии</i></p> <p>Железодефицитные анемии</p> <p>Талассемии</p> <p>Сидеробластические анемии</p> <p><i>Анемии, которые могут сопровождаться микроцитозом</i></p> <p>Гемолитические анемии</p> <p>Гемоглобинопатии</p>	<p><i>Нормоцитарные анемии</i></p> <p>Апластические анемии</p> <p>Гемолитические анемии</p> <p>Гемоглобинопатии</p> <p>Анемии после кровотечений</p> <p><i>Анемии, которые могут сопровождаться нормоцитозом</i></p> <p>Регенераторная фаза железодефицитной анемии</p> <p>Миелодиспластические синдромы</p>	<p><i>Макроцитарные и мегалобластные анемии</i></p> <p>Дефицит витамина B12, фолиевоедефицитной кислоты</p> <p><i>Анемии, которые могут сопровождаться макроцитозом</i></p> <p>Миелодиспластические синдромы</p> <p>Гемолитические анемии</p> <p>Болезни печени</p>

RDW (АНИЗОЦИТОЗ ЭРИТРОЦИТОВ)

Нормальные значения: 11,5-14,5%

Значение MCV > 80 фл, RDW в норме	Значение MCV > 80 фл, RDW высокое	Повышенное RDW отмечается при
Анемии при хронических заболеваниях Талассемия	Железодефицитные анемии Сидеробластные анемии	Макроцитарных анемиях Миелодиспластических синдромах Костно-мозговой метаплазии Метастазах новообразований в костный мозг

- Аналогичную функцию выполняет кривая Прайс-Джонса
- $RDW = SD/MCV * 100\%$, где SD – стандартное отклонение объема эритроцитов от среднего значения, а MCV – средний объем эритроцитов.
- Высокое значение RDW означает гетерогенность популяции эритроцитов при наличии в пробе крови нескольких популяций эритроцитов (например, после переливания крови).
- RDW вместе с MCV служит для дифференциации микроцитарных анемий.
- RDW следует анализировать вместе с гистограммой эритроцитов, которую представляют большинство современных гематологических анализаторов.

ГЕМАТОКРИТ

- представляет собой объемную фракцию эритроцитов в цельной крови и зависит от их количества и объема. (♀ 37-47% ♂ 42-52%)

Повышение

Эритроцитозы

Хронические заболевания легких
Нахождение на больших высотах
Новообразования почек, сопровождающиеся усиленным образованием эритропоэтина
Поликистоз почек

Состояния уменьшения объема циркулирующей плазмы

Ожоговая болезнь
Перитонит
Дегидратация
Профузный понос
Неукротимая рвота
Диабет

Чрезмерное потоотделение

Снижение

Анемии

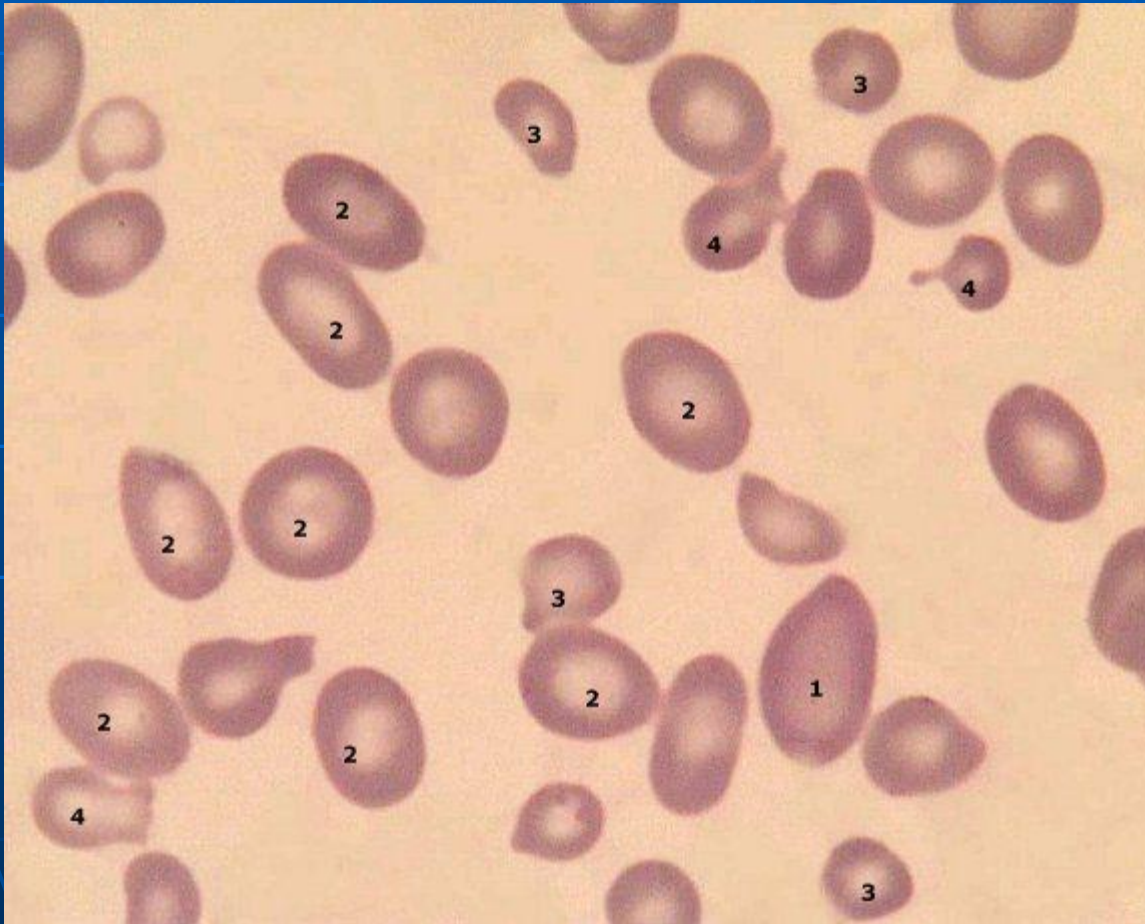
Состояния увеличенного объема циркулирующей плазмы

Беременность (особенно вторая половина)

Гиперпротеинемии

Гипергидратация

Анизопойкилоцитоз



1. megalocyte 2. macrocyte 3. microcyte 4. schistocyte

Лейкоциты ($4,8-10,8 \times 10^9 / \text{л}$)

- клетки крови, образующиеся в костном мозге и лимфатических узлах.
- При нормальных условиях в периферической крови находится пять видов лейкоцитов:
 - **гранулоциты (нейтрофилы) п/я 1-5% с/я 40-50%,**
 - **эозинофилы 1-5%,**
 - **базофилы, 0-1%**
 - **моноциты 3-8%,**
 - **лимфоциты 20-45%**
- Основной функцией лейкоцитов является защита организма от чуждых для него микроорганизмов. Хотя совокупность всех лейкоцитов образует систему каждый вид из них самостоятелен и выполняет свою специфическую функцию.
- **Лейкоцитоз** - количество лейкоцитов, превышающее нормальные значения, может быть вызван увеличением количества одного или нескольких видов лейкоцитов, нормально присутствующих в крови, или наличием клеток, не имеющих в крови при нормальном состоянии.
- Механизмы:
 - **1. Ускорение созревания лейкоцитов в органах кроветворения под воздействием многочисленных естественных стимуляторов лейкопоэза: физических и химических факторов воспаления, продуктов распада тканей, гипоксемии, образующихся иммунных комплексов, некоторых токсических веществ (в том числе молочной кислоты), повышенной функции гипофизарно-надпочечниковой системы, контролирующей процесс созревания лейкоцитов, и других. Большинство из этих факторов являются естественными сигналами к активации защитных функций лейкоцитов.**
 - **2. Пролиферация одного из ростков кроветворения в результате неконтролируемого опухолевого роста в органах кроветворения (лейкозы).**
 - **3. Выраженная сосудистая реакция с высвобождением большого количества лейкоцитов из кровяных депо.**

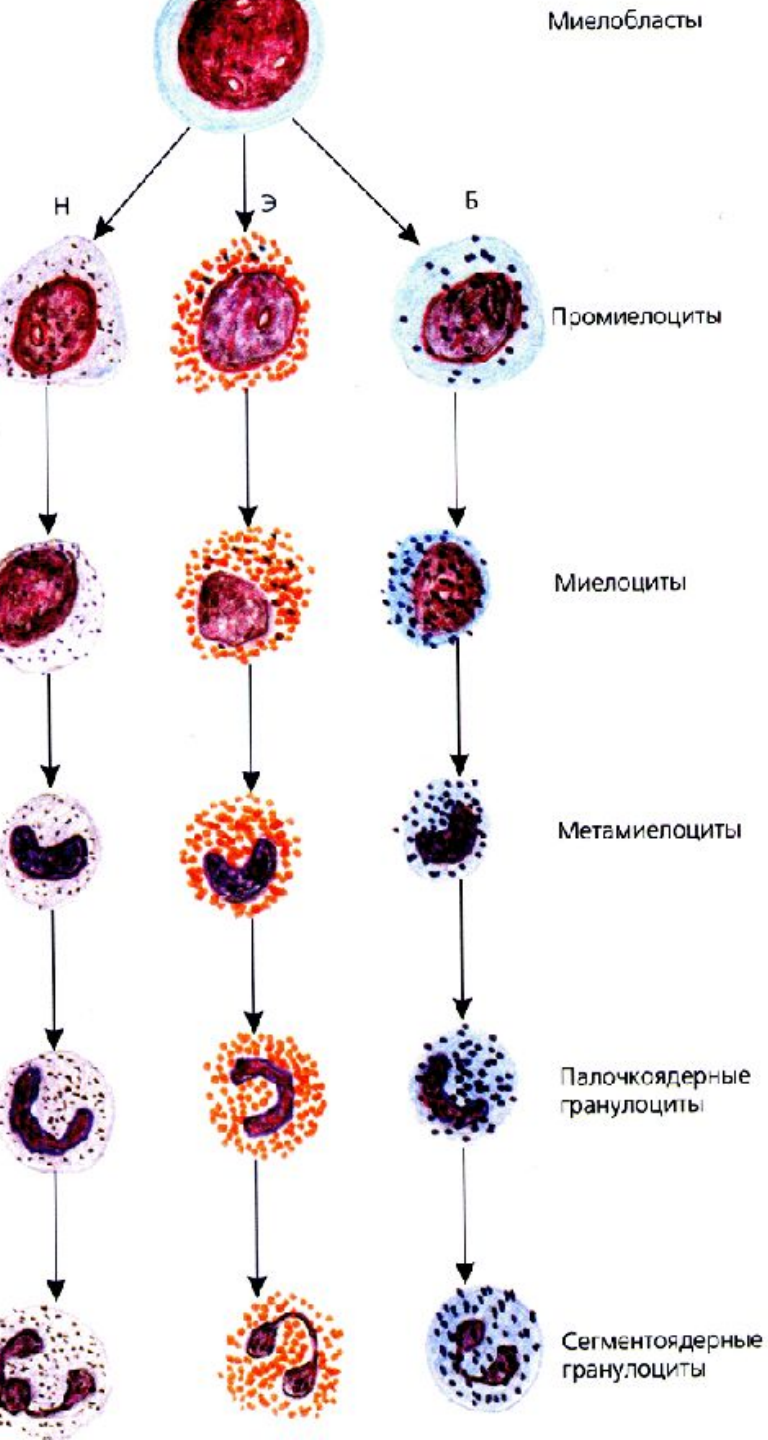
Лейкоцитоз

- Острые инфекции (за исключением брюшного и сыпного тифов, паратифов, гриппа, кори и некоторых других вирусных инфекций).
- Любые острые и хронические (в стадии обострения) воспалительные заболевания, особенно гнойное воспаление.
- Заболевания, сопровождающиеся распадом тканей (некрозом) (инфаркт миокарда, инсульт, панкреонекроз, инфаркт кишечника, почек, селезенки, обширные ожоги и т. д.) и/или выраженной интоксикацией (уремия, диабетический кетоацидоз и др.).
- Патологические состояния, для которых характерна выраженная гипоксемия (например значительные острые кровопотери и др.).
- Действие токсических веществ (угарный газ, ртуть, дигиталис, хинидин, производные бензола, свинец и др.) или некоторых физических факторов (ионизирующее излучение).
- Злокачественные новообразования.
- Острые и хронические лейкозы, сопровождающиеся выраженной пролиферацией одного из ростков кроветворения.
- Полицитемия. Заболевания, сопровождающиеся иммунными реакциями (коллагенозы, сывороточная болезнь, острый гломерулонефрит и др.).

- Физиологический рост количества лейкоцитов наблюдается после физического напряжения, после еды, при беременности и при стрессе. Поэтому анализ следует делать натощак и после короткого отдыха пациента.
- Лейкоцитоз *не характерен* для брюшного тифа, паратифа, некоторых стадий сыпного тифа, а также для многих вирусных инфекций (грипп, корь, паротит, вирусный гепатит и др.), при которых увеличение количества лейкоцитов в периферической крови свидетельствует о развитии бактериальных и других осложнений. Исключение составляют вирусные заболевания дыхательных путей, оспа и некоторые другие.

Лейкопения

- Аплазия и гипоплазия костного мозга
- Повреждение костного мозга химическими средствами, лекарствами
- Ионизирующее облучение
- Гиперспленизм (первичный, вторичный)
- Алейкемические формы лейкозов
- Миелофиброз
- Миелодиспластические синдромы
- Плазмоцитома
- Метастазы новообразований в костный мозг
- Болезнь Аддисона-Бирмера
- Сепсис
- Тиф и паратиф
- Анафилактический шок
- Коллагенозы
- Лекарственные препараты:
 - Сульфаниламиды и некоторые антибиотики (хлорамфеникол)
 - НПВП
 - Тиреостатики
 - Противосудорожные препараты
 - Антиспазматические пероральные препараты



Гранулоциты — это клетки крови с выраженной зернистостью цитоплазмы (нейтрофильная, эозинофильная или базофильная). Имеют общего предшественника и единую эволюцию вплоть до стадии промиелоцита, после чего дифференцируются на нейтрофилы, эозинофилы и базофилы.

Нейтрофилы имеют обильную мелкую пылевидную зернистость розовато-фиолетовой окраски.

Зрелые эозинофилы отличаются крупной, занимающей всю цитоплазму, зернистостью, имеющей алый цвет ("кетовая икра").

Зернистость базофилов крупная, неоднородная, темно-фиолетового или черного цвета.

Молодые незрелые клетки гранулоцитов (миелобласт, промиелоцит, нейтрофильный, эозинофильный и базофильный миелоциты и метамиелоциты) более крупных размеров, имеют большое круглой или слегка вогнутой формы ядро с более нежным и мелким рисунком и светлой окраской. Их ядра нередко содержат нуклеолы (ядрышки).

Зрелые гранулоциты п/я и с/я — меньших размеров, их ядра более темного цвета, имеют вид изогнутых палочек или отдельных сегментов, соединенных "ниточкой" ядерного вещества. Ядра не содержат нуклеол.

Эозинофилы (1-5% лейкоцитов)

- образуются в костном мозге.
- являются клетками, фагоцитирующими комплексы антиген-антитело, главным образом представленные иммуноглобулином E.
- отвечают на хемотаксические факторы, выделяемые тучными клетками и базофилами, а также – на комплексы антиген-антитело. Действие эозинофилов активно проявляется в сенсibilизированных тканях.
- Для суточного ритма характерна физиологическая изменчивость количества эозинофилов. Самые **высокие** показатели отмечаются **ночью**, самые **низкие** – **днем**.

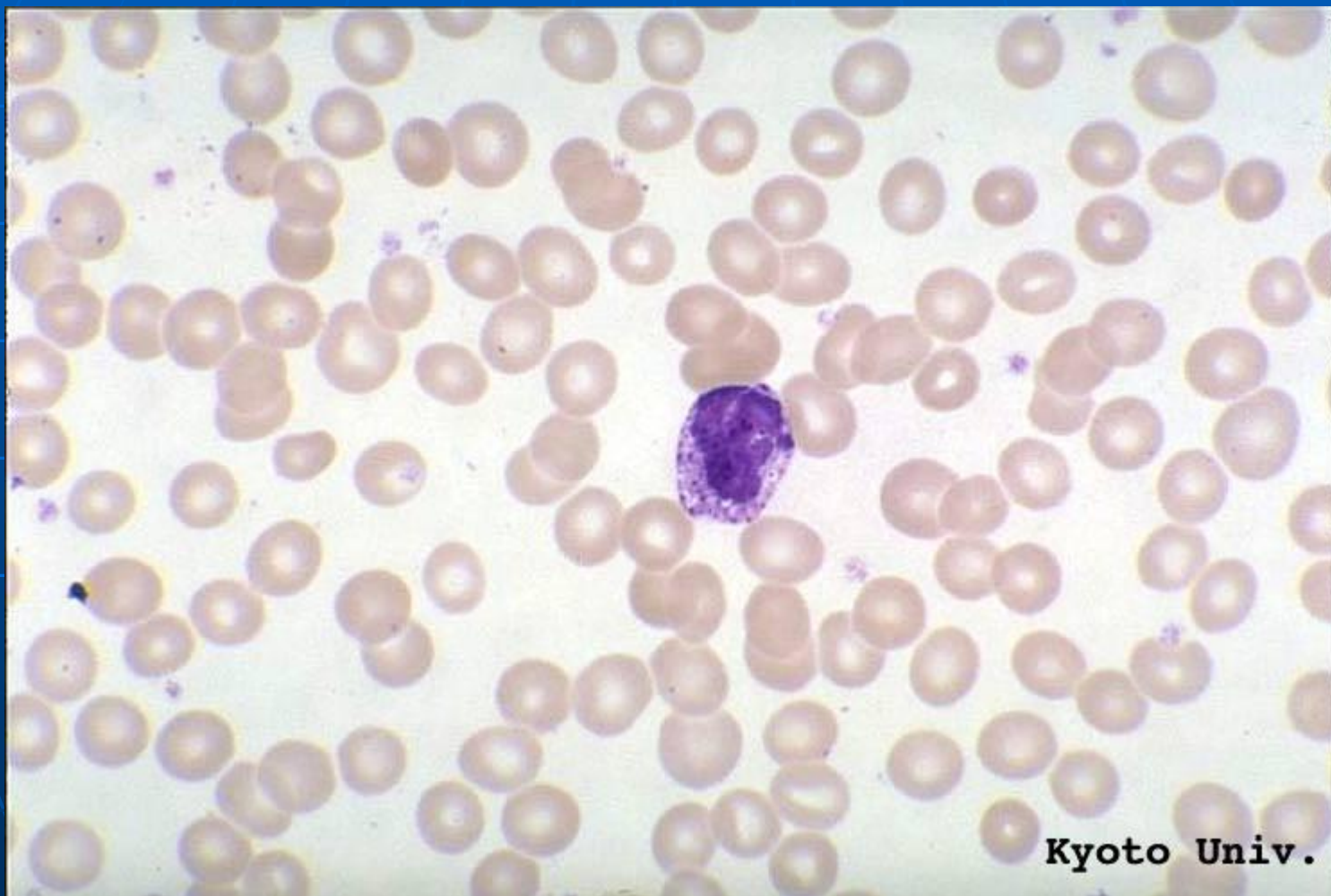
КЛИНИКО-ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Эозинофилез $> 0,7 \cdot 10^9/\text{л}$ у детей $> 0,4 \cdot 10^9/\text{л}$ у взрослых	Эозинопения $< 0,05 \cdot 10^9/\text{л}$
<p>Аллергические заболевания</p> <p>Бронхиальная астма</p> <p>Сенная лихорадка</p> <p>Чешуйчатый лишай, экзема</p> <p>Паразитарные заболевания</p> <p>Инфекционные заболевания, скарлатина</p> <p>Эритема</p> <p>Фибропластический пристеночный эндокардит Леффлера</p> <p>Период выздоровления после инфекционных заболеваний</p> <p>Болезни повышенной чувствительности</p> <p>Острый лейкоз</p> <p>Лекарства: антибиотики (пеницилин, стрептомицин и т.д.)</p>	<p>Воздействие гормонов надпочечника и АКТГ</p> <p>Реакция на разного рода стрессы:</p> <p><i>Острые инфекции (брюшной тиф, дизентерия)</i></p> <p><i>Сепсис</i></p> <p><i>Травмы, ожоги, хирургические вмешательства</i></p> <p><i>Физическое перенапряжение</i></p> <p><i>Эозинопения, выявляемая у больных с гнойно-воспалительными заболеваниями, в сочетании с нейтропенией, лейкопенией и сдвигом формулы крови влево, как правило, отражает снижение сопротивляемости организма и является весьма неблагоприятным прогностическим признаком</i></p>

Базофилы

- Образуются в костном мозге.
- Главная их функция заключается в реакциях гиперчувствительности немедленного типа (ГНТ).
- Они также принимают участие в реакциях гиперчувствительности замедленного типа (ГЗТ) через лимфоциты, в воспалительных, аллергических реакциях, в регуляции проницаемости сосудистой стенки

Базофил



КЛИНИКО-ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Базофильный лейкоцитоз $> 0,3 * 10^9/л$

- Аллергические состояния
- Острый лейкоз

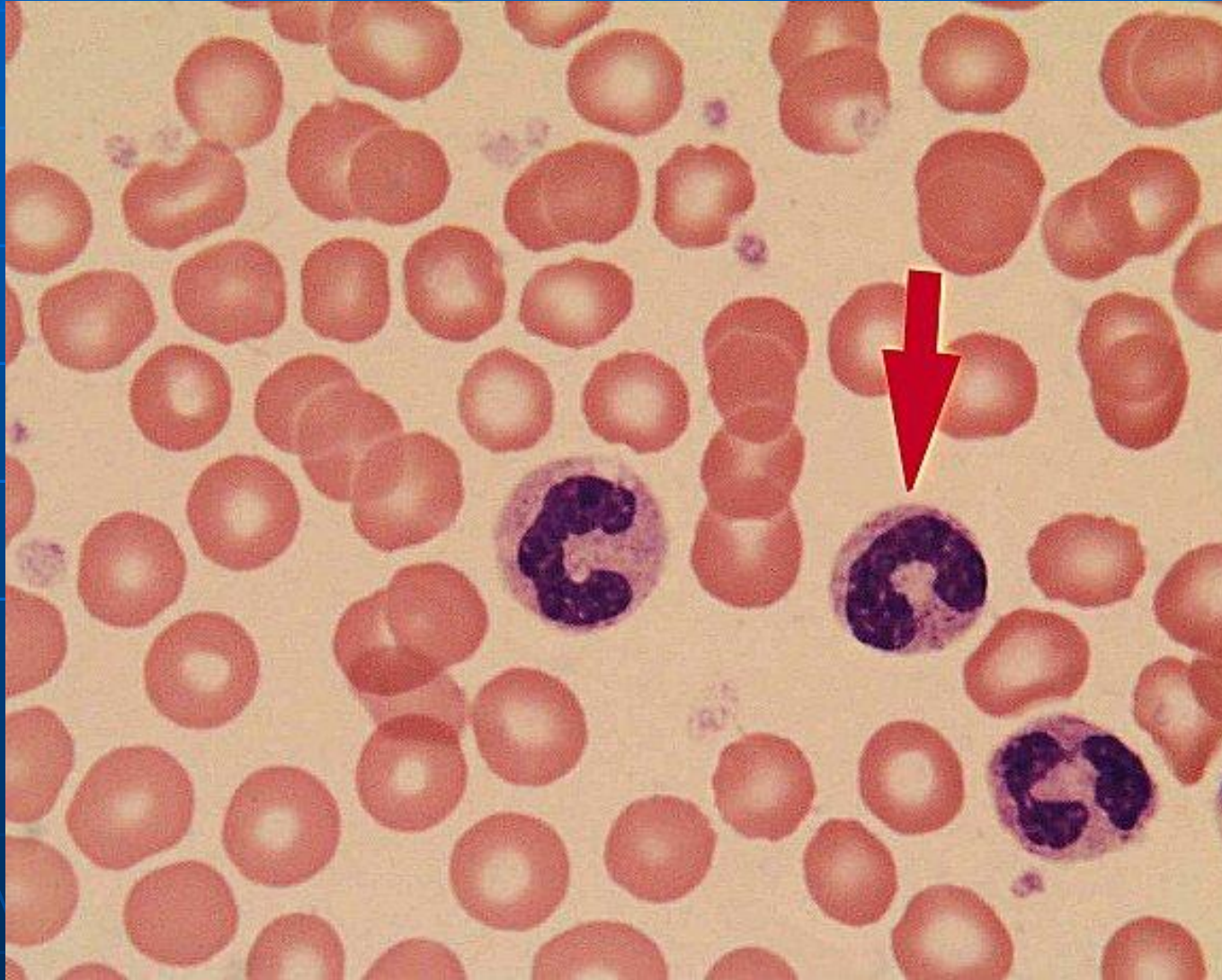
Хронические миелопролиферативные синдромы:

- *хронический миелоидный лейкоз*
- *миелофиброз*
- *эритремия*
- Хронические воспалительные состояния желудочно-кишечного тракта
- Язвенное воспаление кишечника
- Гипофункция щитовидной железы
- Лечение эстрогенами
- Болезнь Ходжкина

Базопения $< 0,01 * 10^9/л$

- острые инфекции
- острое воспаление легких
- гиперфункция щитовидной железы
- стресс

Нейтрофилы



Нейтрофилы N 45-70%

- В крови присутствуют сегментоядерные нейтрофилы и относительно небольшое количество палочкоядерных нейтрофилов.
- Основная функция нейтрофилов состоит в защите организма от инфекций, осуществляется она главным образом с помощью фагоцитоза.
- Физиологический рост количества нейтрофилов отмечается после еды, во время беременности, при стрессе.

Ядерный индекс сдвига нейтрофилов =

миелоциты + метамиелоциты + палочкоядерные
сегментоядерные

В норме ядерный индекс сдвига равен 0,05–0,1

- Сдвиг формулы крови влево — это повышение в периферической крови числа палочкоядерных нейтрофилов и (реже) появление в небольшом количестве незрелых гранулоцитов (метамиелоцитов, миелоцитов и даже единичных миелобластов), что свидетельствует о значительном раздражении костного мозга и ускорении лейкопоэза. Ядерный индекс сдвига нейтрофилов при этом превышает 0,1.
- Сдвиг формулы крови вправо — это увеличение в периферической крови числа зрелых сегментоядерных нейтрофилов, появление гиперсегментированных и уменьшение или исчезновение палочкоядерных нейтрофилов. Ядерный индекс сдвига при этом меньше 0,05.

Нейтрофилез $> 8 \cdot 10^9/\text{л}$

Инфекции:

- бактериальные
- вирусные: опоясывающий лишай
- простейшие: грибковые, паразитарные заболевания

Злокачественные новообразования (рак бронхов, поджелудочной железы, желудка)

Острые и хронические лейкозы

Эритремия

Миелофиброз

Гемолитические анемии

Травмы тканей

Инфаркт миокарда, инфаркт легкого

Некротические состояния

Состояния после кровотечения

Метаболические заболевания (уремия, диабетический кетоацидоз, подагра, эклампсия беременных)

Лекарственные препараты:

кортикостероиды, адреналин, литий.

Нейтропения $< 1,5 \cdot 10^9/\text{л}$

Апластическая анемия

Агранулоцитоз

Лечение цитостатиками и ионизирующим излучением

Постинфекционные нейтропении

Хронические бактериальные инфекции

Вирусные инфекции

Грибковые инфекции

Инфекции, вызванные простейшими (токсоплазмоз, малярия, гистоплазмоз)

Рикетсиозные инфекции

Иммунологические процессы

Нейтропения, особенно сочетающаяся с нейтрофильным сдвигом влево, и развивающаяся на фоне гнойно-воспалительных процессов, для которых типичен нейтрофилез, свидетельствует о значительном снижении сопротивляемости организма и неблагоприятном прогнозе.

В большинстве случаев острых инфекций, гнойно-воспалительных и других заболеваний, сопровождающихся нейтрофилезом, сдвиг формулы крови влево ограничивается лишь повышением числа палочкоядерных нейтрофилов (*гипорегенеративный ядерный сдвиг*), что в сочетании с умеренным лейкоцитозом, как правило, свидетельствует об относительно легкой инфекции или ограниченном гнойно-воспалительном процессе и хорошей сопротивляемости организма.

При тяжелом течении заболевания и сохраненной сопротивляемости организма наблюдается сдвиг формулы крови до метамиелоцитов, миелоцитов и (реже) до миелобластов (*гиперрегенеративный ядерный сдвиг влево*), что в сочетании с высоким лейкоцитозом и нейтрофилезом обозначается как **лейкемоидная реакция миелоидного типа** поскольку напоминает картину крови при миелолейкозе. Эти изменения обычно сопровождаются гипо- и анэозинофилией, относительной лимфоцитопенией и моноцитопенией

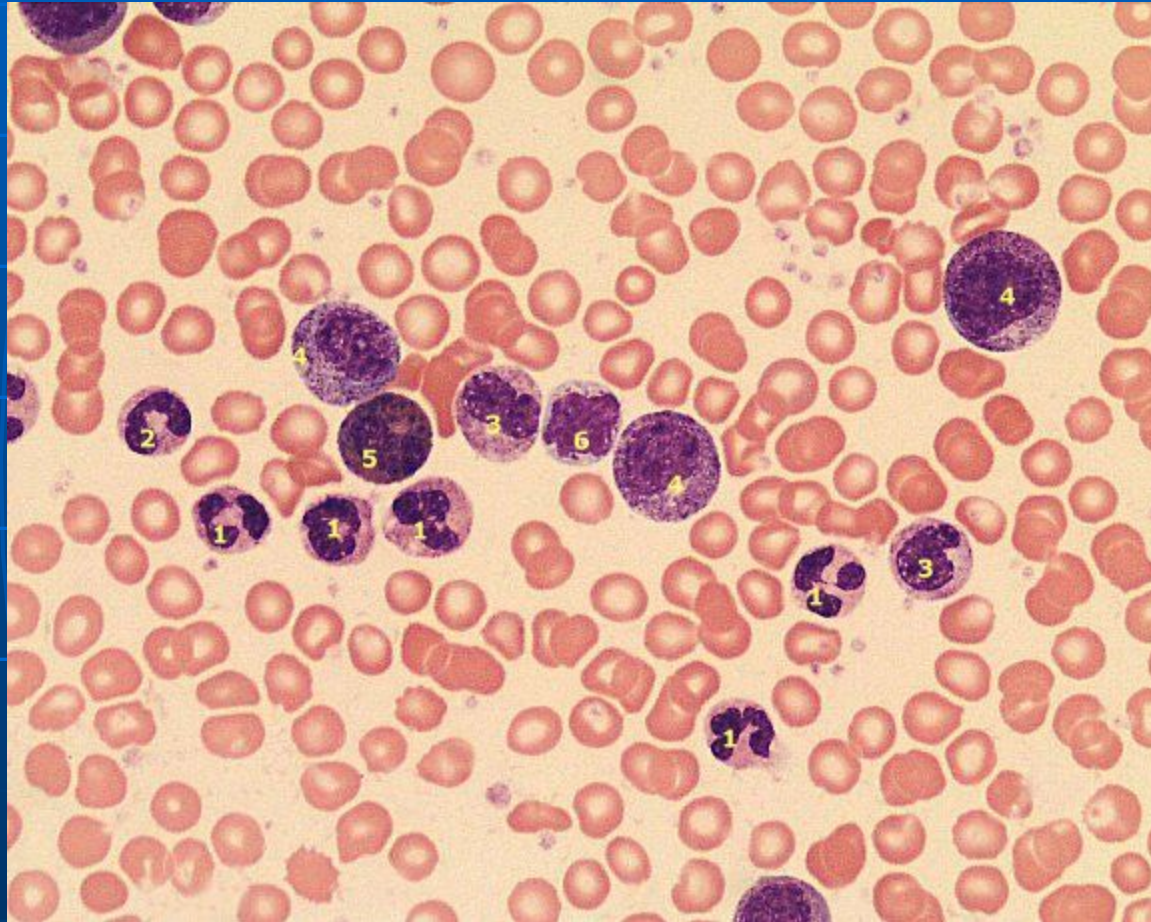
Сдвиг влево

- Инфекция, отравления
- После кровотечений, хирургических вмешательств
- Гематологических заболеваниях
- Аномалия Пельгера-Хьюэта

Сдвиг вправо

- Мегалобластные анемии
- Болезни печени и почек
- Наследственная гиперсегментация

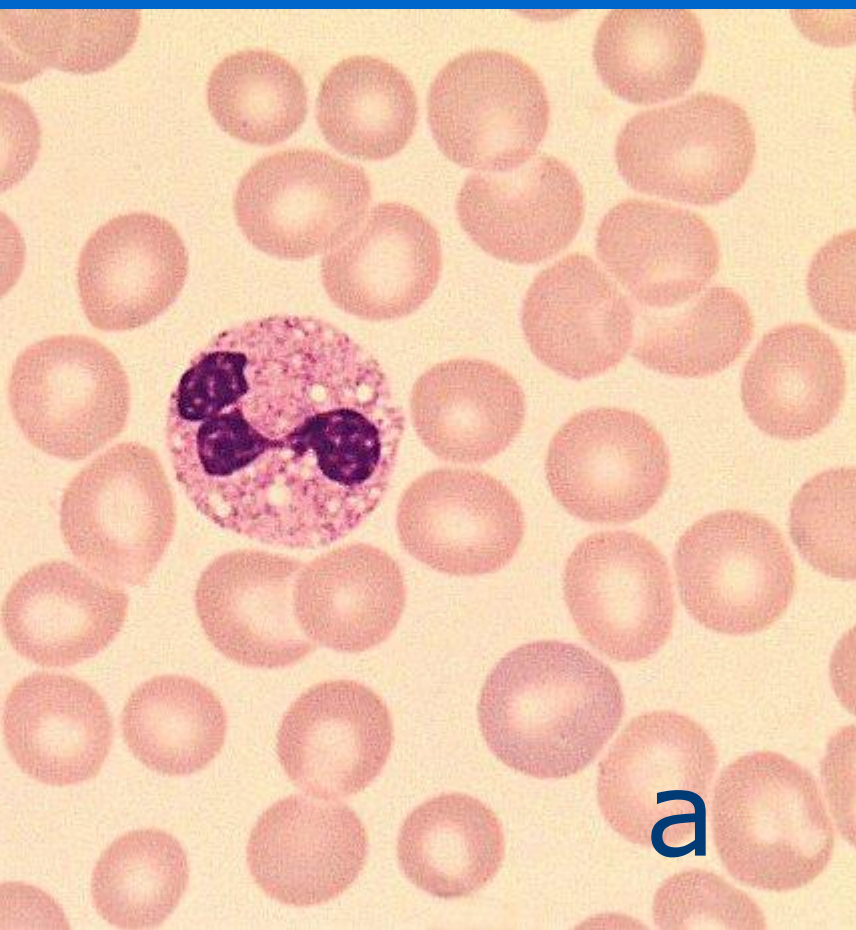
Сдвиг влево



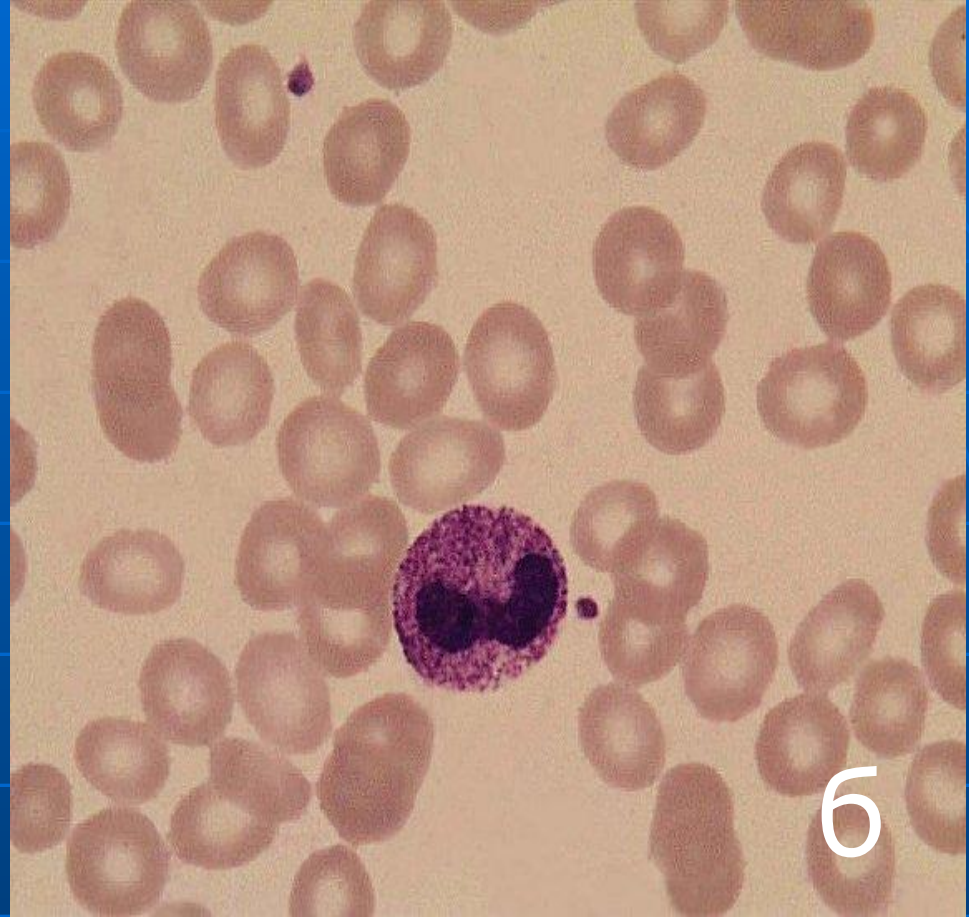
1. segmented neutrophil 2. band neutrophil 3. neutrophil myelocyte 4. promyelocyte 5. eosinophil 6. monocyte

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Сдвиг влево (в крови присутствуют метамиелоциты, миелоциты) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Сдвиг влево с омоложением (в крови присутствуют метамиелоциты, миелоциты, промиелоциты, миелобласты, эритробласты) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Сдвиг вправо (в крови появляются гиперсегментированные гранулоциты)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Острые инфекционные заболевания ▪ Ацидоз и коматозные состояния ▪ Физическое перенапряжение 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Хронические лейкозы ▪ Эритролейкоз ▪ Миелофиброз ▪ Метастазы злокачественных новообразований ▪ Острые лейкозы 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Мегалобластная анемия ▪ Болезни почек и печени ▪ Состояния после переливания крови

• Тяжелое течение многих инфекционных, генерализованных гнойно-воспалительных, дегенеративных и других заболеваний при сохраненной сопротивляемости организма часто сопровождается выраженным нейтрофилезом, лейкоцитозом и гиперрегенеративным сдвигом формулы крови влево.



а

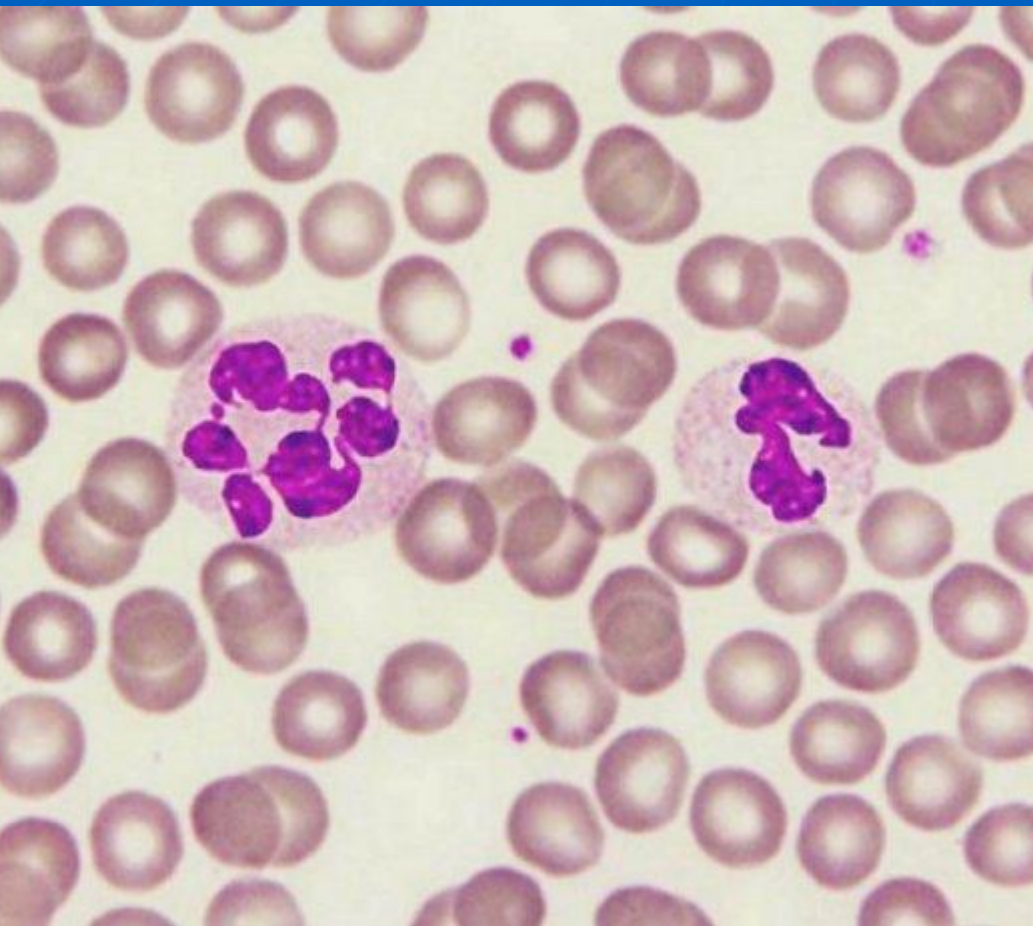


б

а - нейтрофилы с вакуолизацией цитоплазмы
б - токсическая зернистость нейтрофилов,

Появление в периферической крови дегенеративных форм нейтрофилов (токсической зернистости, пикноза ядер и других изменений), а также выраженный нейтрофилез и ядерный сдвиг влево в сочетании с небольшим лейкоцитозом или лейкопенией в большинстве случаев указывают на угнетение функциональной активности костного мозга, снижение сопротивляемости организма и являются весьма неблагоприятными признаками.

Сдвиг вправо



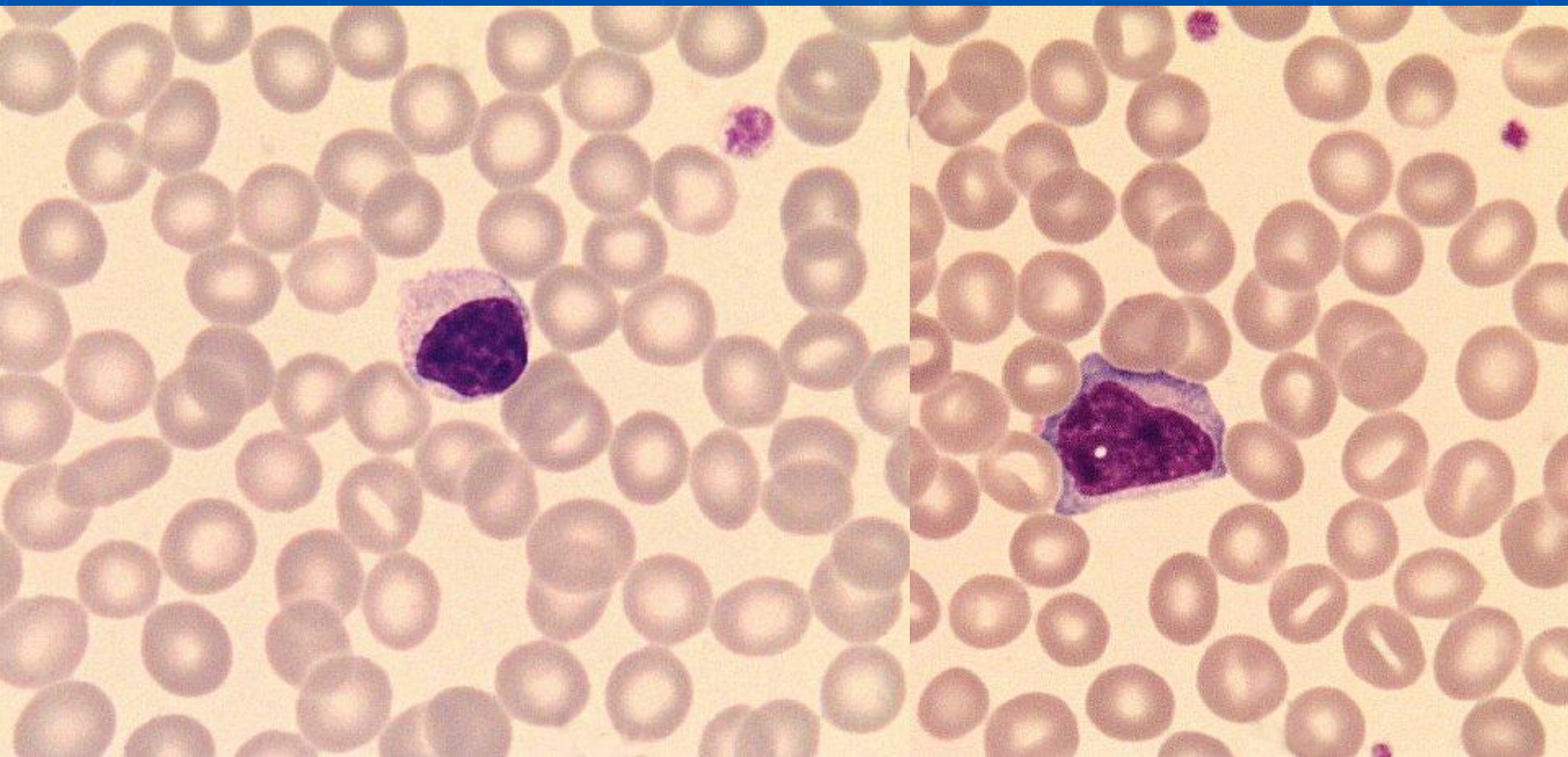
- *Гиперсегментированные нейтрофилы, ядро которых состоит из 6 и более сегментов встречаются при В12-фолиеводефицитной анемии, лейкозах, а также при некоторых инфекциях и гнойно-воспалительных заболеваниях, отражая так называемый ядерный сдвиг нейтрофилов вправо*

Нейтрофилез с ядерным сдвигом вправо (увеличение сегментоядерных и гиперсегментированных нейтрофилов, уменьшение или исчезновение палочкоядерных нейтрофилов), как правило, говорит о хорошей, адекватной защитной реакции костномозгового кроветворения на инфекцию или воспалительный процесс и о благоприятном течении заболевания

Лимфоциты

- представляют собой гетерогенная популяция клеток, образуются в костном мозге, активно функционируют в лимфоидной ткани.
- Их главная функция состоит в узнавании антигена и участии в адекватном иммунологическом ответе организма.
- Лимфоциты Т определяют клеточный иммунитет, выполняют регуляторные и эффекторные функции.
- Лимфоциты В участвуют в гуморальном иммунитете, дифференцируются в плазматические клетки, которые в ответ на стимуляцию чужими антигенами выделяют иммуноглобулины.
- В результате адекватного ответа на антигенную стимуляцию происходит увеличение количества лимфоцитов и появление реактивных (активированных) лимфоцитов.
- Лимфоцитоз определяется как состояние, при котором абсолютное количество лимфоцитов выше $4,0 \cdot 10^9/\text{л}$ у взрослых, $9,0 \cdot 10^9/\text{л}$ у младенцев и детей младшего возраста и $8,0 \cdot 10^9/\text{л}$ у детей старшего возраста.
- Относительный лимфоцитоз – это повышенный процент циркулирующих лимфоцитов.

Лимфоциты нормальный/ реактивный



Увеличение абсолютного числа лимфоцитов

Реактивные лимфоцитозы с обычными лимфоцитами

- Вирусная инфекция (грипп)
- Острый инфекционный лимфоцитоз
- Коклюш

Реактивные лимфоцитозы с реактивными лимфоцитами

- Вирусная инфекция
- Инфекционный мононуклеоз
- Острый вирусный гепатит
- Инфекции цитомегаловирусом
- Гиперпластические заболевания лимфатической системы
- Хронический лимфатический лейкоз
- Макроглобулинемия Вальденстрема

Относительный лимфоцитоз с реактивными лимфоцитами:

- Токсоплазмоз
- Вирусные заболевания
- Иммунологические заболевания
- Невирусные заражения

Относительный лимфоцитоз без реактивных лимфоцитов:

- Нейтропении

Уменьшение абсолютного числа лимфоцитов ниже $1,0 \cdot 10^9$ /л:

- Панцитопения
- Прием кортикостероидов
- Тяжелое вирусное заболевание
- Злокачественные новообразования
- Вторичные иммунные дефициты
- Почечная недостаточность
- Недостаточность кровообращения
- Милиарный туберкулез.
- Туберкулез бронхиальных желез.
- Лимфомы (лимфогранулематоз и др.), лимфосаркома.
- Острая и хроническая лучевая болезнь.
- Миеломная болезнь.
- Апластические состояния.

Моноциты

- образуются в костном мозге, относятся к системе фагоцитирующих мононуклеаров.
- удаляют из организма отмирающие клетки, остатки разрушенных клеток, денатурированный белок, бактерии и комплексы антиген-антитело.
- Кроме фагоцитоза моноциты выполняют важную роль в иммунном ответе клеток, взаимодействуя с лимфоцитами.

Моноцитоз $> 0,8 \cdot 10^9/\text{л}$

Бактериальные инфекции

Период выздоровления после острых состояний

Заболевания, вызванные простейшими

Гранулематозы

Хирургические вмешательства

Коллагенозы

Болезнь Крона

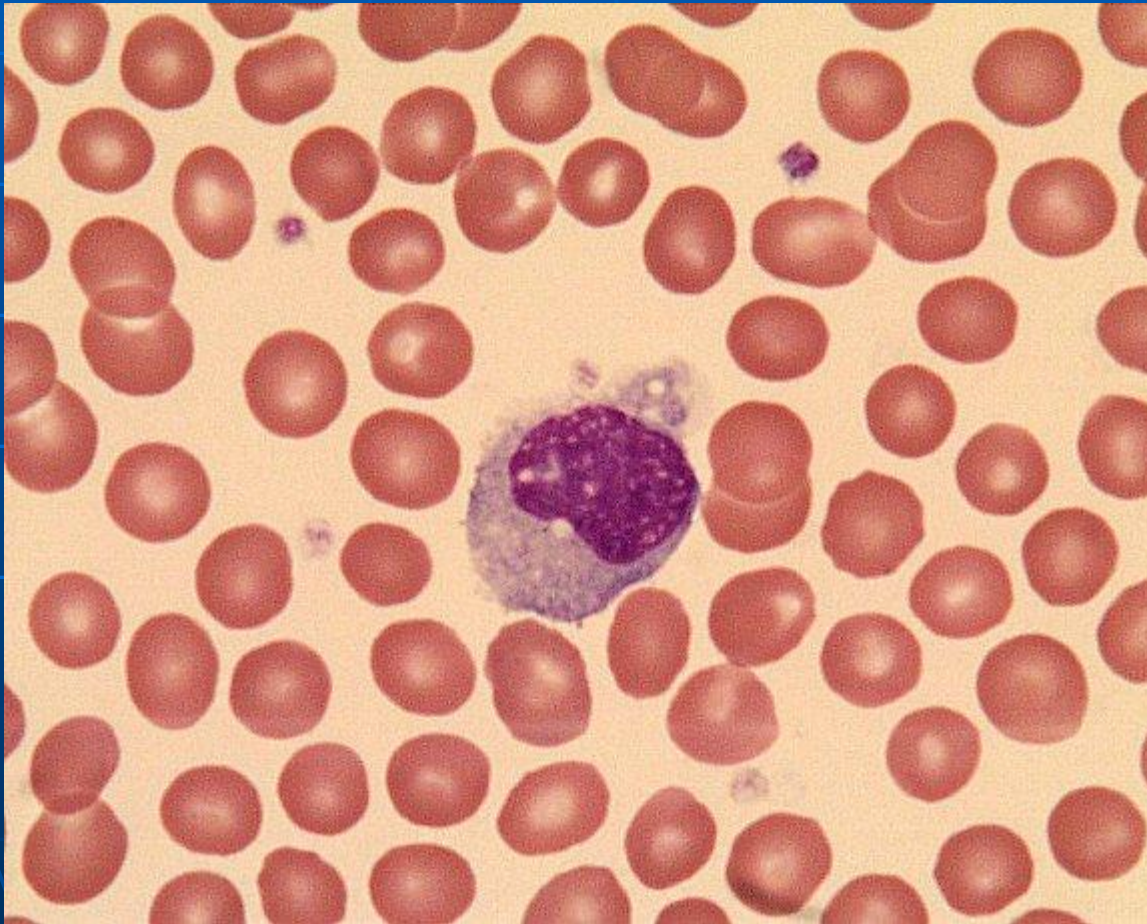
Лейкозы (моноцитарный, миеломоноцитарный, прерлейкемия)

Моноцитопения $< 0,03 \cdot 10^9/\text{л}$

После лечения глюкокортикостероидами

При инфекциях с нейтропенией

Моноциты



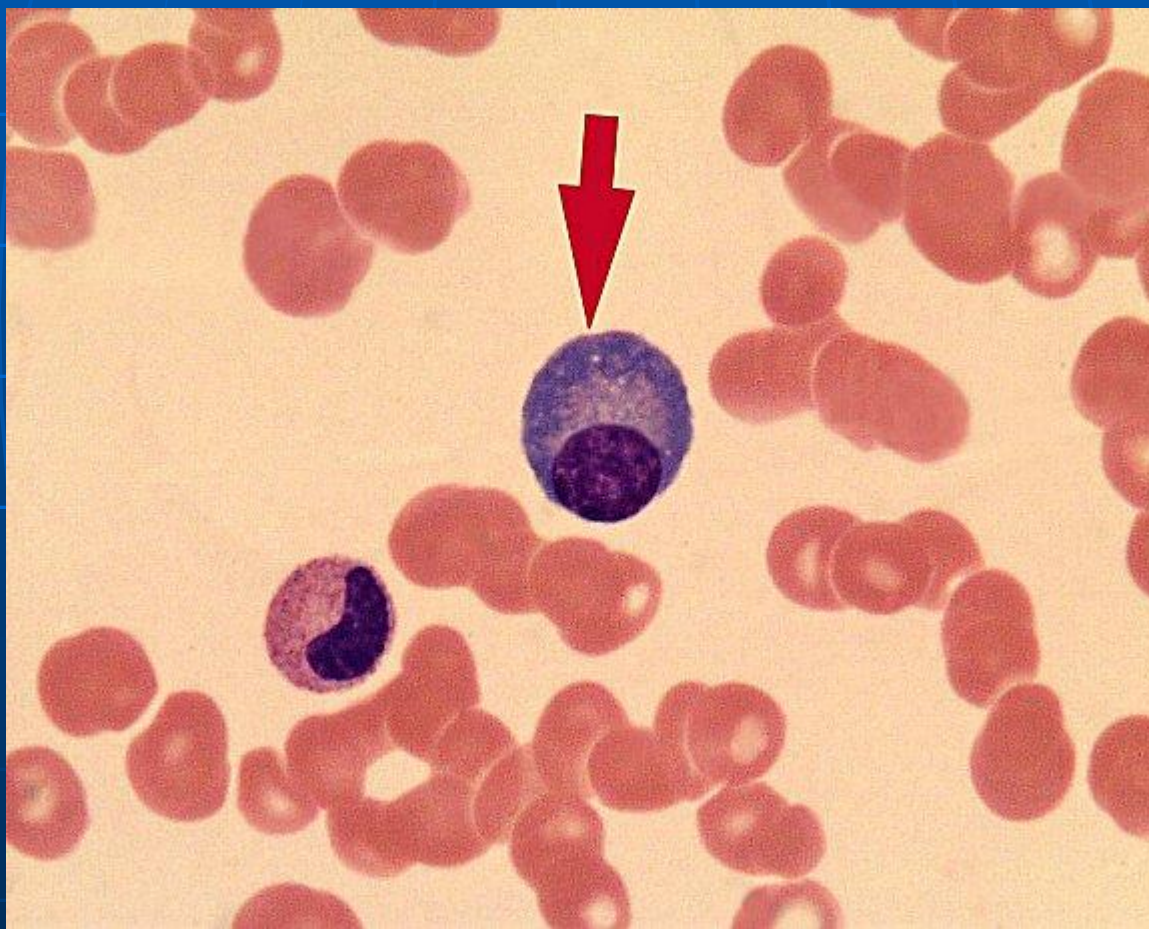
ПЛАЗМОЦИТЫ

- У здорового человека плазмоциты присутствуют в костном мозге и в лимфатических тканях, реже в периферической крови.

Плазмоциты в периферической крови имеют место при:

- Плазмоцитоме
- Вирусных инфекциях (краснуха, скарлатина, корь, оспа, коклюш, свинка, вирусный гепатит, инфекционный мононуклеоз, аденовирус)
- Состояние после облучения
- Коллагенозы
- Новообразования

Плазмоциты

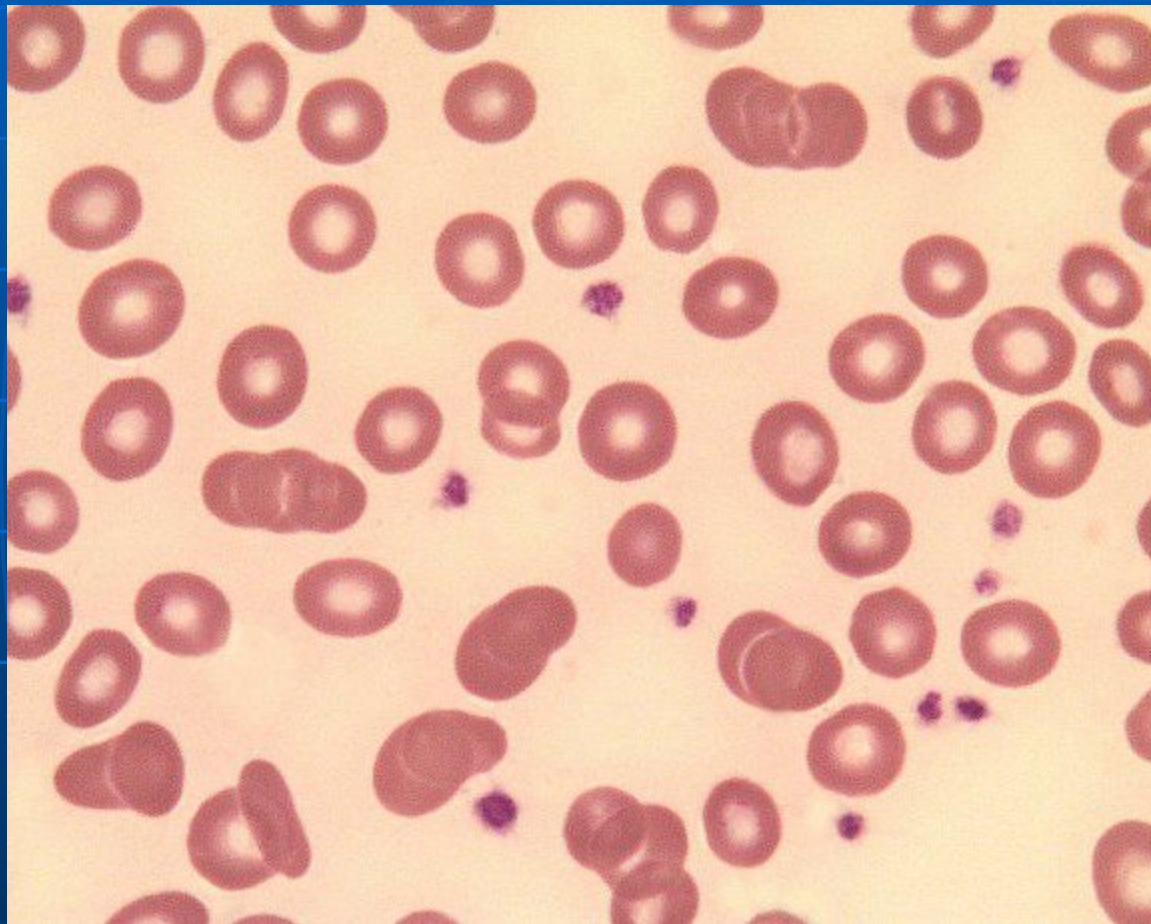


ТРОМБОЦИТЫ

$130-400 \cdot 10^9/\text{л}$

- это безъядерные клетки диаметром 2-4 мкм. Их образуют мегакариоциты костного мозга.
- Основная роль тромбоцитов в организме – участие в первичном гемостазе.
- Физиологические изменения количества тромбоцитов в течение суток составляют около 10%.
- У женщин во время менструаций количество тромбоцитов может уменьшиться на 25-50%.

Тромбоциты



Тромбоцитоз

- Миелопролиферативные синдромы (эритремия, миелофиброз)
- Хронические воспалительные заболевания (ревматоидное воспаление суставов, туберкулез, цирроз печени)
- Злокачественные новообразования
- Кровотечения
- Период выздоровления при мегалобластических анемиях
- Лечение кортикостероидами
- Состояние после спленэктомии
- Острый гемолиз
- Физическое перенапряжение

Тромбоцитопения

снижение образования тромбоцитов	повышенное разрушение тромбоцитов	секвестрация тромбоцитов
Наследственные Синдром Франкони Врожденная тромбоцитопения Краснуха новорожденных Гистиоцитоз Приобретенные Апластическая анемия Метастазы новообразований в костный мозг Лейкозы Ионизирующее облучение, миелодепрессивные препараты Циклическая тромбоцитопения Дефицит витамина В12 и фолиевой кислоты Вирусные инфекции Пароксизмальная ночная гемоглобинурия Почечная недостаточность	Инфекции Эклампсия беременных Гемолитико-уремический синдром ВИЧ-инфекция	Тромбоцитопеническая пурпура Гиперспленизм ДВС-синдром Кровотечения Гемодиализ

СОЭ

Наиболее частой причиной *повышения СОЭ* является увеличение содержания в плазме крупнодисперсных белков (фибриногена, α - и γ -глобулинов, парапротеинов), а также уменьшение содержания альбуминов.

Крупнодисперсные белки обладают меньшим отрицательным зарядом. Адсорбируясь на отрицательно заряженных эритроцитах, они уменьшают их поверхностный заряд и способствуют сближению эритроцитов и более быстрой их агломерации.

СОЭ замедлена

Эритремии и реактивные эритроцитозы

Хроническая недостаточность кровообращения

Гипофибриногенемия

1) сгущение крови, 2) ацидоз и 3) гипербилирубинемия

СОЭ ускорена

- Беременность, послеродовой период, менструации
- Воспалительные состояния (острые и хронические инфекции, воспаление легких, ревматизм, инфаркт миокарда, сифилис, туберкулез, травмы, переломы костей, шок, операционные вмешательства, коллагенозы, болезнь Рейно, отравления химическими соединениями(свинец, мышьяк)).
- Анемии
- Гипер и гипофункция щитовидной железы
- Нефротический синдром
- Злокачественные гранулемы
- Моноклональные гаммапатии (миелома, макроглобулинемия Вальденстрема, иммунопролиферативные заболевания)
- Гиперфибриногенемия
- Гиперхолестеринемия
- Препараты: морфин, декстран, метилдофа, витамин А.