

# Гематологические анализаторы

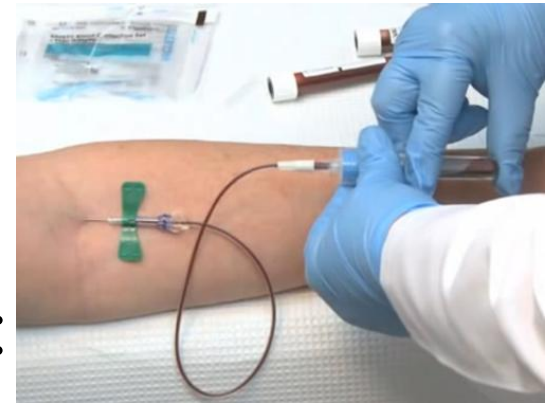
## Основные параметры



# Подготовка пациента к взятию крови

При плановом назначении общего анализа крови кровь следует брать:

- натощак (желательно после 12-часового голодания, но не менее 8 часов);
- пациенту рекомендуется воздерживаться от принятия алкоголя и курения накануне взятия крови;
- оптимально забор крови выполнять между 7 и 9 часами утра;
- при минимальной физической нагрузке пациента, в положении лежа или сидя.



# Взятие крови для гематологического исследования. Капиллярная кровь.

- Капли крови должны свободно вытекать из раны.
- Для сбора крови используют современные системы для забора капиллярной крови (капилляр+микропробирка).



## Капиллярная кровь берется при:

- при необходимости ежедневного мониторинга показателей крови
- при ожогах большой площади поверхности тела пациента;
- при наличии мелких или труднодоступных вен;
- при выраженном ожирении пациента
- при установленной склонности к венозному тромбозу
- У новорожденных (из пятки)

# Взятие крови для гематологического исследования.

- Предпочтительно использовать для взятия венозную кровь! Нет примеси тканевой жидкости, лучше воспроизводимость результатов.
- Калиевые соли ЭДТА (дву или трикалийевый этилендиаминтетраацетат) – это предпочтительный антикоагулянт (как правило специальные пробирки маркированы крышкой сиреневого цвета).



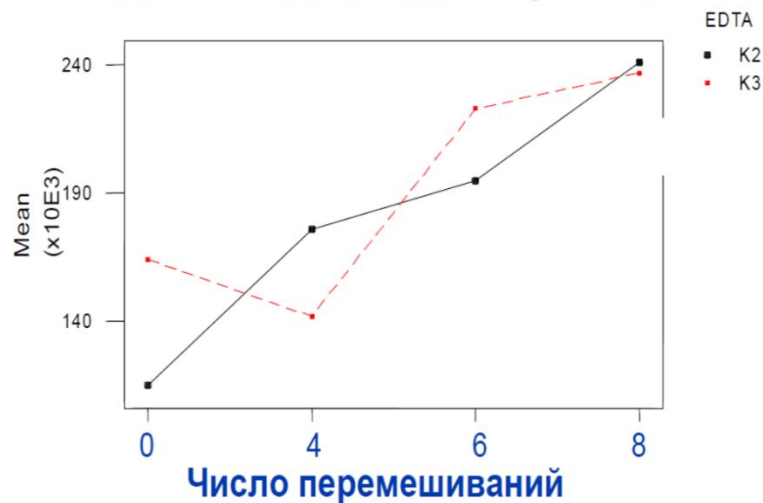
- Важно соблюдать соотношение кровь: антикоагулянт (контроль наполнения пробирок строго до метки!!!), поскольку недостаток антикоагулянта приводит к микросвертыванию крови, а избыток ведет к сморщиванию клеток.

# Перемешивание крови

- Важно после взятия крови немедленно плавно, без резких движений, перемешать пробу не менее 10 раз.
- Недостаточное перемешивание ведет к образованию микросгустков.

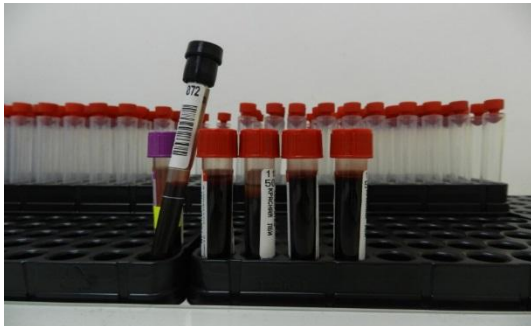
Эффект недостаточного перемешивания пробы

К2ЭДТА и К3ЭДТА, подсчет тромбоцитов



# Время хранения проб крови до исследования.

- Хранить венозную кровь можно **максимум 6 часов при комнатной температуре** (остаются стабильными в этих условиях концентрация гемоглобина и количество тромбоцитов).
- При температуре **+4 – 8<sup>0</sup>С** венозную кровь можно хранить **24 часа**. **НО!** при этом происходит набухание клеток, патологические клетки могут разрушиться за время хранения.
- Капиллярную кровь следует хранить при комнатной температуре и анализировать **в течение 4 часов после взятия**.

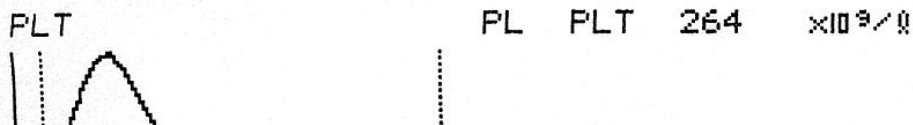
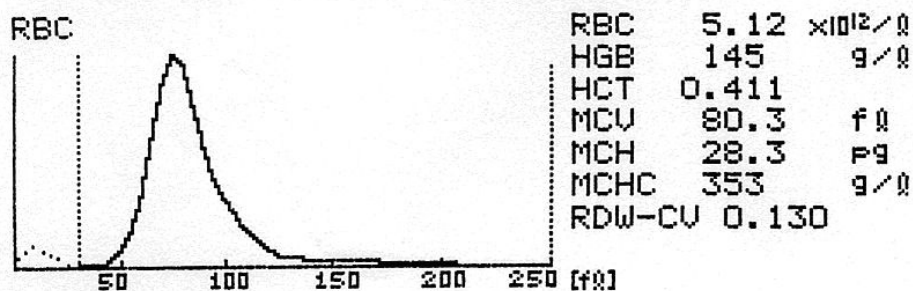
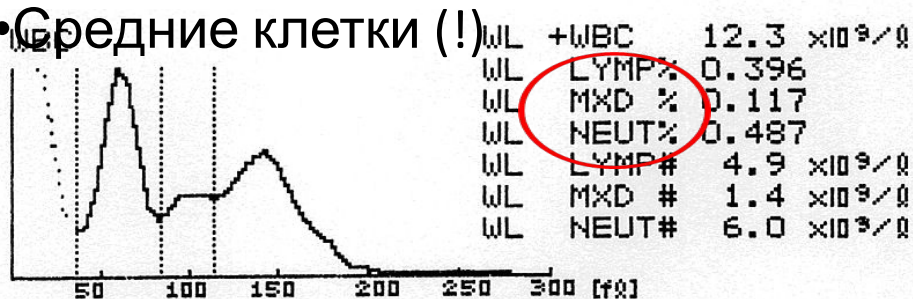


# Гематологические анализаторы

## 3-diff

Разделяют лейкоциты на 3 популяции:

- Нейтрофилы;
- Лимфоциты;
- Средние клетки (!)



## 5-diff

Разделяют лейкоциты на 5 популяций:

- Нейтрофилы;
- Лимфоциты;
- Моноциты;
- Эозинофилы;
- Базофилы.

WBC	5.65		
RBC	4.21		
HGB	106		
HCT	30.0		
MCV	71.3		
MCH	25.2		
MCHC	353		
PLT	303		
RDW-SD	46.2		
RDW-CV	18.4		
PDW	13.8		
MPV	11.5		
P-LCR	36.3	[%]	
PCT	0.35	[%]	
NEUT	1.59	$[10^3/uL]$	28.1 - [%]
LYMPH	3.05	$[10^3/uL]$	54.0 + [%]
MONO	0.83 +	$[10^3/uL]$	14.7 + [%]
EO	0.13	$[10^3/uL]$	2.3 [%]
BASO	0.05	$[10^3/uL]$	0.9 [%]
RET		[%]	$[10^6/uL]$
IRF		[%]	
LFR		[%]	
MFR		[%]	
HFR		[%]	

# Нв (гемоглобин)

- Единицы измерения - г/л или г/дл
- референсные интервалы:

мужчины 130 – 160 г/л

женщины 120 – 140 г/л



Диагностика эритремии (онкогематологическое

заболевание) Редакция 2008 г	Редакция 2016
<p><b>Большие критерии:</b></p> <p>1. Нв: &gt;185 г/л (для мужчин) &gt; 165 г/л (для женщин) или другие доказательства увеличения объема циркулирующих эритроцитов</p> <p>2. Наличие мутации JAK2 V617F или JAK2 в экзоне 12.</p>	<p><b>Большие критерии:</b></p> <p>1. Нв: <b>&gt;165 г/л (для мужчин)</b> <b>&gt; 160 г/л (для женщин)</b> или Hct: &gt;49% (для мужчин) &gt;48% (для женщин)</p> <p>2. В костном мозге 3-линейная миелопролиферация с полиморфными мегакариоцитами</p> <p>3. Наличие мутации JAK2 V617F или JAK2 в экзоне 12.</p>



# RBC (red blood cell), эритроциты

$\times 10^{12} / \text{л}$

референсные интервалы:

мужчины  $4,0 - 5,0 \times 10^{12} / \text{л}$

женщины  $3,9 - 4,7 \times 10^{12} / \text{л}$



Референсные интервалы содержания эритроцитов в периферической крови согласно «Клиническому руководству по лабораторным тестам» под ред. У. Тица

18-44 года м:  $4,3 \div 5,7 \times 10^{12} / \text{л}$ , ж:  $3,8 \div 5,1 \times 10^{12} / \text{л}$

45-64 года м:  $4,2 \div 5,6 \times 10^{12} / \text{л}$ , ж:  $3,8 \div 5,3 \times 10^{12} / \text{л}$

# Эритроцитоз - это

**Увеличение массы циркулирующих эритроцитов более 125% от ожидаемого числа для пациента определенной массы тела**

(M.F. McMullin Diagnoses and management of congenital and idiopathic erythrocytosis. // Ther Adv Hematol. – 2012. – Vol. 3. – №6. – p. 391-398.)

(для определения массы циркулирующих эритроцитов используется радиоизотопный метод с радиоактивным хромом ( $^{51}\text{Cr}$ ))

**MCV** (mean corpuscular volume), **средний объем эритроцитов**, фл

fl, фл –  
фемтолитр,  
 $10^{-15}$  л

**Референсный интервал для взрослых 80-95 фл**

Новорожденные - 128 фл;

1-ая неделя – 100-112 фл;

6 месяцев – 78 фл;

12 месяцев – 77-79 фл;

4-5 лет – 80 фл.

Анемии делят по величине среднего объема

(MCV):

- микроцитарные  $MCV < 80$  фл;
- макроцитарные  $MCV > 95$  фл;
- нормоцитарные  $MCV 80 \div 95$  фл

# Классификации анемий по объему эритроцитов (МСV) для детей в возрасте менее 18 месяцев

1. Микроцитарная  $MSV < 70$  фл
2. Нормоцитарная  $MSV - 72 \div 79$  фл
3. Макроцитарная  $MSV > 85$  фл

# Возрастные особенности изменения показателя MCV

1. Медиана **MCV=100,4** фл (97÷105,3\* фл) – дети раннего неонатального периода
2. Медиана **MCV=78** фл (75,8÷80,5\* фл) дети в возрасте 4-6 месяцев
3. Медиана **MCV=77,4** фл (75,8÷79,2\* фл) дети в возрасте 7-11 мес
4. Медиана **MCV=78,2** фл (75,7÷80,3\* фл) дети в возрасте 1-2 года
5. Медиана **MCV=79,9** фл (78,5÷82,2\* фл) дети в возрасте 2-5 лет

Данные доклада Семикиной Е.Л. с соавтрами Современные показатели автоматизированного анализа клеток эритроидного роста: диагностические возможности и актуальные вопросы практического применения в педиатрии. (ФГБНУ Научный центр здоровья детей)

XX Всероссийская юбилейная научно-практическая конференция «Достижения и перспективы развития лабораторной

Службы России» 24-26 марта 2015

\*- 1 и 3 квартили

**МСН** (mean corpuscular hemoglobin) –  
среднее содержание гемоглобина в  
эритроците, пг.

На эту величину влияют интенсивность синтеза гемоглобина и  
размер эритроцита.

расчетный показатель

$$\text{МСН} = \frac{\text{гемоглобин г/л}}{\text{число эритроцитов млн/мкл}}$$

**Референсный интервал – 27-31 пг**

**Цветовой (цветной) показатель нет необходимости  
рассчитывать при наличии МСН!!!**

**МСН** (mean corpuscular hemoglobin).

Клиническое значение.

По значению МСН анемии делятся на:

1. гипохромные МСН < 26 пг;

2. гиперхромные МСН > 32 пг;

3. нормохромные МСН 26 ÷ 32 пг

# Классификации анемий по содержания гемоглобина в эритроците (МСН) для детей

1. Гипохромная МСН < 27 пг
2. Нормохромная МСН – 27-31 пг
3. Гиперхромная МСН > 31 пг

Диагностика и лечение железодефицитной анемии у детей и подростков. Пособие для врачей под ред.

ак. РАН, проф. А.Г. Румянцева, проф. Захаровой, М., 2015



**МСНС** (mean corpuscular hemoglobin concentration)

средняя концентрация гемоглобина в эритроците, г/л;

г/дл или г%,

отражает истинное насыщение эритроцитов гемоглобином.

Эта величина зависит от интенсивности синтеза гемоглобина и

не зависит от величины клетки.

$$\text{МСНС} = \frac{\text{гемоглобин г/дл}}{\text{Ht \%}} \times 100 \quad \text{расчетный показатель}$$

**Референсный интервал: 30÷38 г/дл; 300-380 г/л**

**МСНС снижается при нарушении продукции гемоглобина**

# **RDW** (red cell distribution width)

**показатель гетерогенности популяции эритроцитов по объему**, характеризует степень анизоцитоза.

Может обозначаться в

расчетный показатель

распечатке

анализатора как RDW-CV (%)

или при

использовании приборов

Sysmex и некоторых других –

RDW-SD (фл)

$$\mathbf{RDW} = \frac{\mathbf{SD}}{\mathbf{MCV}} \times 100$$

SD – стандартное среднеквадратическое отклонение объема эритроцита от среднего значения

**Референсный интервал: 11,5÷14,5%**

# Примеры бланков, полученных с геманализаторов

Test	Result	Flags	Units
WBC	7.8	R	10 <sup>9</sup> /L
UWBC	16.1	R H	10 <sup>9</sup> /L
RBC	1.60	L	10 <sup>12</sup> /L
HGB	64	c L	g/L
HCT	0.208	a L	L/L
MCV	129.8	c H	fL
MCH	40.2	a H	pg
MCHC	309	a L	g/L
@ LHD	39.3		%
RDW	14.1		%
RDW-SD	62.1	H	fL

В данном случае более чувствительный показатель RDW-SD (более 60 фл), что свидетельствует о наличии анизоцитоза.

WBC	5.65	[10 <sup>9</sup> /L]
RBC	4.21	[10 <sup>12</sup> /L]
HGB	106 -	[g/L]
HCT	30.0 -	[%]
MCV	71.3 -	[fL]
MCH	25.2 -	[pg]
MCHC	353 +	[g/L]
PLT	303	[10 <sup>9</sup> /L]
RDW-SD	46.2	[fL]
RDW-CV	18.4 +	[%]

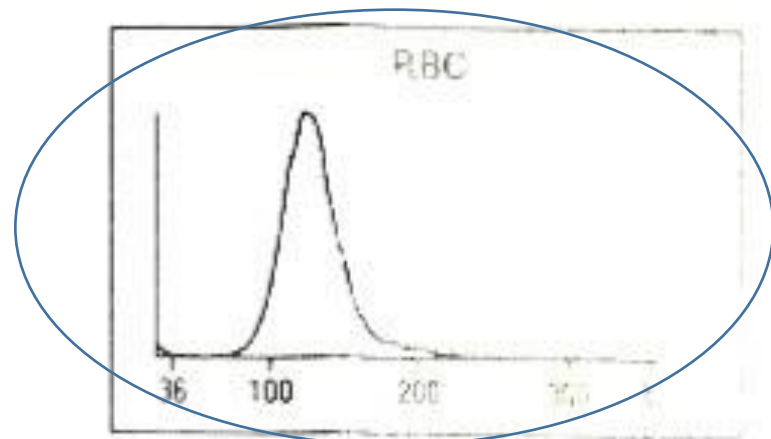
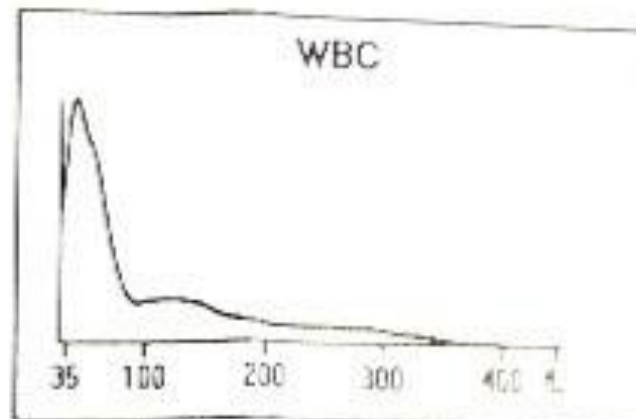
В данном случае более чувствительный показатель RDW-CV (более 14,5%), что свидетельствует о наличии анизоцитоза.

[%]  
[%]  
[%]  
[%]  
[%]  
[10<sup>6</sup>/uL]

MFR [%]  
HFR [%]

# Связь показателей RDW и MCV

<u>Test</u>	<u>Result</u>	<u>Flags</u>	<u>Units</u>
WBC	7.8	R	10 <sup>9</sup> /L
UWBC	16.1	R H	10 <sup>9</sup> /L
RBC	1.60	L	10 <sup>12</sup> /L
HGB	<b>64</b>	c L	g/L
HCT	0.208	a L	L/L
<b>MCV</b>	<b>129.8</b>	c H	fL
MCH	40.2	a H	pg
MCHC	309	a L	g/L
@ LHD	39.3		%
<b>RDW</b>	<b>14.1</b>		%



При наличии в крови популяции эритроцитов с измененным, но достаточно однородным размером (например, микроциты или макроциты), значения RDW могут быть в пределах нормы (11,5-14,5%).

# Связь показателей RDW и MCV

UWBC	8.8
RBC	3.77
HGB	115
HCT	0.313
MCV	82.9
MCH	30.5
MCHC	368
RDW	21.8

При смешанном анизоцитозе  
(микроциты и макроциты)  
показатель  $MCV \approx N$ , а  $RDW > N$ .

Анемии делятся на гомогенные ( $RDW = N$ )  
гетерогенные ( $RDW > N$ ).

**Гематокрит, % (HCT)** - отражает  
долю эритроцитов в общем объеме  
крови.

В геманализаторах представлен суммой  
прямо измеренных объемов эритроцитов в  
объеме крови.

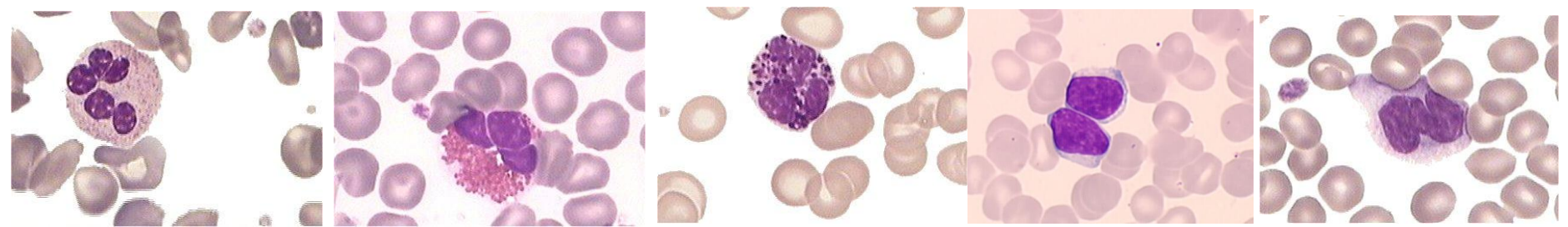
# **WBC** (white blood cell) лейкоциты

Метод измерения прямой

**Референсный интервал  $4-9 \times 10^9/\text{л}$ .**

К лейкоцитам относятся

- гранулоциты (нейтрофилы, эозинофилы, базофилы)
- агранулоциты (лимфоциты и моноциты).



# WBC (white blood cell) лейкоциты

- Большинство анализаторов не выполняет отдельно подсчет числа нормобластов. Они подсчитываются вместе с лейкоцитами.
- Если число нормобластов превышает 20 на 100 лейкоцитов при микроскопическом исследовании мазка крови, то пересчитывается истинное количество лейкоцитов (выполняет врач КЛД).
- В бланке появляется дополнительный показатель – истинное число лейкоцитов, именно его необходимо интерпретировать



# WBC (white blood cell)

- Некоторые модели анализаторов осуществляют подсчет нормобластов отдельно, поэтому автоматически рассчитывают истинное число лейкоцитов;
- появляется 2 параметра:
  1. UWBC – uncorrected white blood cell  
(лейкоциты+нормобласты)
  2. WBC – истинное число лейкоцитов.

# Пример бланка с автоматизированным счетом числа нормобластов

NRBC	27.2	c H	/100WBC
NRBC#	2.12	Rc H	10 <sup>9</sup> /L
RET	0.23	L	%
RET#	0.0036	L	10 <sup>12</sup> /L

## Пример бланка-распечатки результатов.

<u>Test</u>	<u>Result</u>	<u>Flags</u>
WBC	4.4	
UWBC	4.4	
RBC	2.51	

В данном случае нормобластов практически не было – всего  $0,03 \times 10^9/\text{л}$ , поэтому параметры WBC и UWBC совпадают.

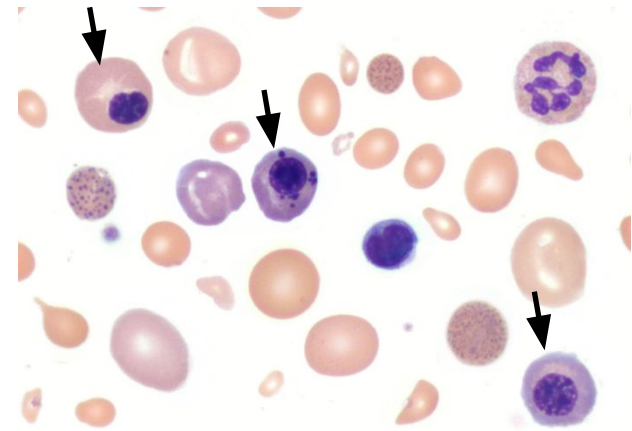
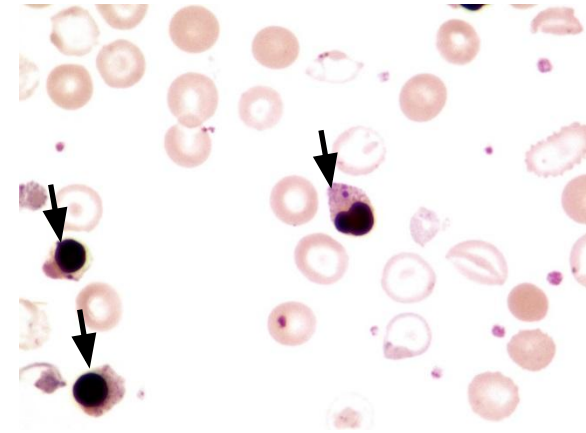
<u>Test</u>	<u>Result</u>
WBC	7.8
UWBC	16.1
RBC	1.60

Параметры WBC и UWBC не совпадают, число нормобластов было велико  $10^6$  на  $10^9$  лейкоцитов.

# Нормобласты (ядросодержащие клетки системы эритрона)

- Автоматизированный способ подсчет числа нормобластов, с большей точностью определяется их количество при низком содержании в периферической крови.
- Нормобласты появляются в большом количестве ( $\approx >20:100L$ ) при следующих патологических состояниях:

1. талассемия,
2. миелодиспластический синдром,
3. острый эритромиелоз,
4. первичный миелофиброз,
5. метастазы рака в костный мозг,
6. терминальные состояния.



# Дифференцированный подсчет лейкоцитов (лейкоцитарная формула)

1. Осуществляется методом световой микроскопии в окрашенных мазках крови.
2. Анализаторы класса 5-diff осуществляют автоматизированный подсчет лейкоцитарной формулы.

# Какой метод лучше – автоматизированный или «ручной»?

## Диапазон значений процентного содержания клеток при счете 100 или 200 клеток

%	100	200
0	0 - 4	0 - 2
1	0 - 6	0 - 4
2	0 - 8	0 - 6
3	0 - 9	1 - 7
4	1 - 10	1 - 8
5	1 - 12	2 - 10
6	<u>2 - 13</u>	3 - 11
7	2 - 14	3 - 12
8	3 - 16	4 - 13
9	4 - 17	5 - 15
10	4 - 18	6 - 16
15	8 - 24	10 - 21
20	12 - 30	14 - 27
25	16 - 35	19 - 32
30	21 - 40	23 - 37
35	25 - 46	28 - 43



Ошибка  
анализатора  
**2%**

Ошибка при подсчете анализатором лейкоцитарной формулы меньше.

В случае существенных изменений лейкоцитарной формулы, появлении патологических клеток –

автоматизированный счет полностью не заменяет микроскопического исследования крови.

Вопрос нужно ли в данном конкретном случае морфологический контроль (подсчет лейкоцитарной формулы в окрашенных мазках) решает врач КЛД на основании данных анализатора, предполагаемого диагноза, анализа полученных результатов.

# Дифференцированный подсчет лейкоцитов

- С точки зрения интерпретации результатов исследования большее диагностическое значение имеет абсолютное число содержания различных типов клеток белого ряда, а не их процентное содержание.
- Для выявления любого вида «пениии» или «цитоза» руководствуйтесь в основном абсолютным числом клеток.

# Пример подсчета абсолютного числа клеток

При микроскопическом исследовании мазка были получены следующие результаты:

Лейкоцитарная формула:

Нейтрофилы:

п/я – 1%

с/я – 61%

лимфоциты 14%

**МОНОЦИТЫ – 19%**

эозинофилы – 4%

базофилы – 1%

$3,5 \times 10^9 / \text{л} - 100\%$

$x - 19\%$

При решении пропорции

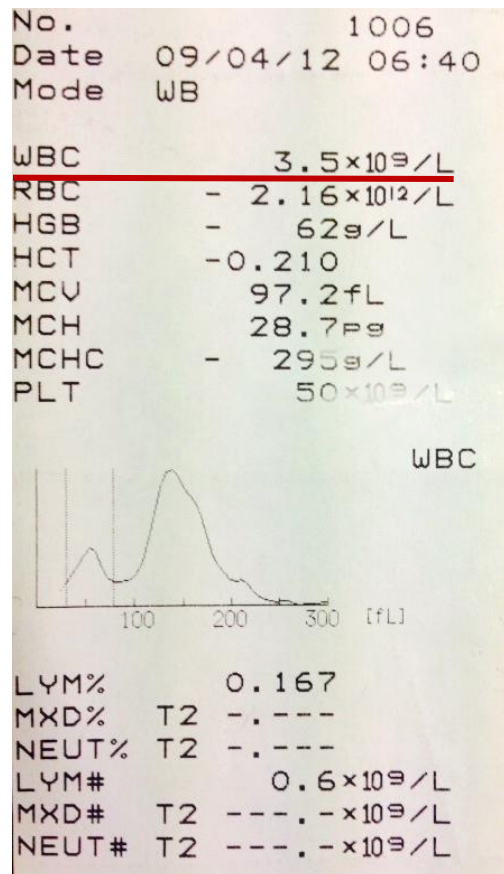
получаем, что  $x = 0,67 \times 10^9 / \text{л}$

$x$  – это абсолютное число моноцитов

В данном случае у пациента абсолютное число моноцитов в пределах референсных интервалов ( $0,09 \times 10^9 / \text{л} - 0,7 \times 10^9 / \text{л}$ ),

таким образом моноцитоз

ТОЛЬКО ОТНОСИТЕЛЬНЫЙ.





# Клинический пример.

Больная С., 60 лет.  
ИБС: стенокардия напряжения.  
Показано для лечения  
проведение  
кардиохирургической операции.

## ОАК перед операцией.

Нв - 122 г/л

Эритроциты –  $3,83 \times 10^{12}/л$

Лейкоциты –  $4,6 \times 10^9/л$

Тромбоциты -  $129 \times 10^9/л$

МСН – 31,9 пг;

п/я нейтрофилы – 1%

с/я нейтрофилы – 30%

Эозинофилы – 2%

лимфоциты - 50%,

моноциты -17%,

**нейтропения –  $1,4 \times 10^9/л$ .**

Больная С., выполнена  
Операция маммарокоронарного  
шунтирования  
правой межжелудочковой ветви и  
аутовенозное  
аорто-коронарное шунтирование  
диагональной  
артерии.

**8 сутки** после оперативного вмешательства.

## ОАК.

Нв - 98 г/л

Эритроциты –  $3,16 \times 10^{12}/л$

Лейкоциты –  $9,7 \times 10^9/л$

Тромбоциты -  $74 \times 10^9/л$

МСН – 31,0 пг;

**Бласты – 4%**

п/я нейтрофилы – 1%

с/я нейтрофилы – 40%

промоноциты – 7%

моноциты -18%,

лимфоциты - 29%,

Плазматические клетки – 1%

**Манифестаци  
я  
острого  
лейкоза**

# Пример бланка, полученный с анализатора 5-diff

Report Name

All Parameters # - обозначается

WBC	3.19	L	$10^9/L$	<b>абсолютное число</b>
NE %	90.61	H	%	<b>КЛЕТОК</b>
LY %	3.85	L	%	В некоторых случаях знака # нет, но указаны
MO %	5.50		%	
EO %	0.04	L	%	единицы измерения $10^9/L$ , $10^3/мкл.$
BA %	0.00	L	%	
NE #	2.89		$10^9/L$	В данном случае у пациента лейкопения,
LY #	0.12	L	$10^9/L$	
MO #	0.18	L	$10^9/L$	
EO #	0.00	L	$10^9/L$	
BA #	0.00		$10^9/L$	

@ For Research Use Only. Not абсолютная лимфоцитопения.

# Пример бланка, полученный с анализатора 5-diff

WBC	5.65	[10 <sup>9</sup> /L]		
RBC	4.21	[10 <sup>12</sup> /L]		
HGB	106 -	[g/L]		
HCT	30.0 -	[%]		
MCV	71.3 -	[fL]		
MCH	25.2 -	[pg]		
MCHC	353 +	[g/L]		
PLT	303	[10 <sup>9</sup> /L]		
RDW-SD	46.2	[fL]		
RDW-CV	18.4 +	[%]		
PDW	13.8	[fL]		
MPV	11.5	[fL]		
P-LCR	36.3	[%]		
PCT	0.35	[%]		
NEUT	1.59	[10 <sup>3</sup> /uL]	28.1 -	[%]
LYMPH	3.05	[10 <sup>3</sup> /uL]	54.0 +	[%]
MONO	0.83 +	[10 <sup>3</sup> /uL]	14.7 +	[%]
EO	0.13	[10 <sup>3</sup> /uL]	2.3	[%]
BASO	0.05	[10 <sup>3</sup> /uL]	0.9	[%]
RET		[%]		[10 <sup>6</sup> /uL]
IRF		[%]		
LFR		[%]		
MFR		[%]		
HFR		[%]		

В данном случае у пациента:

1. Относительная (28,1%) - нейтропения
2. абсолютная нейтропения (1,59 x10<sup>9</sup>/л);
3. Относительный лимфоцитоз (54%),
4. абсолютное содержание лимфоцитов на верхней границе референсного интервала (3,0x10<sup>9</sup>/л),
5. Относительный (14,5%) моноцитоз
6. абсолютный моноцитоз – 0,83 x10<sup>9</sup>/л).

# Как разобраться с изменениями в лейкоцитарной формуле?

- Всегда помнить **основные функции клеток крови**.
- Реактивные изменения будут связаны с увеличенной потребностью организма в каком-то виде клеток для выполнения ими своей функции (паразитарные заболевания – увеличение числа эозинофилов – основная функция участие в обеспечении противогельминтного иммунитета).
- Или же изменения могут связаны с гематологическим заболеванием.
- Недостаток какого-то вида клеток (количественный или качественный дефект) будет проявляться в виде отсутствия выполнения определенной функции (фагоцитоза, продукции антител и т.д.).

# Лимфоциты. Основные функции

- Т-лимфоциты – цитотоксический ответ и реакция гиперчувствительности замедленного типа.
- Т-хелперы помогают развитию клеточного и гуморального иммунного ответа
- Плазматические клетки (один из конечных этапов дифференцировки В-лимфоцитов) – синтез и секреция иммуноглобулинов (гуморальный иммунитет)

**ЛИМФОЦИТОЗ,  
лимфоцитов более  
 $3 \cdot 10^9/\text{л}$**

**При инфекциях**  
(реактивный лимфоцитоз,  
поликлональный)

**Вирусные:**

- инфекционный мононуклеоз,
- инфекционный лимфоцитоз,
- ветряная оспа,
- корь,
- коклюш
- краснуха,
- цитомегаловирусная инфекция
- вирусные гепатиты

**Бактериальные**  
(хронические,  
сопровождающиеся  
образованием  
эпителиоидноклеточной  
гранулемы)

- туберкулез
- сифилис
- бруцеллез

**Протозойные:**

- токсоплазмоз

**Опухолевый  
лимфоцитоз**  
(моноклональный)

**Лимфопролиферативные  
заболевания:**

- Хронический лимфолейкоз
- При генерализации лимфом

# Атипичные мононуклеары

- В бланке указывается число (%) лимфоцитов, а в дополнительной графе или рядом - % атипичных мононуклеаров от общего числа лейкоцитов.
- Диагностически значимое число более 10% от всех лейкоцитов.
- Появляются при инфекционном мононуклеозе и многих других вирусных инфекциях, онкологических и аутоиммунных заболеваниях.
- При инфекционном мононуклеозе количество мононуклеаров только увеличивается до 14 дня болезни, долго циркулируют, снижается их число медленно.

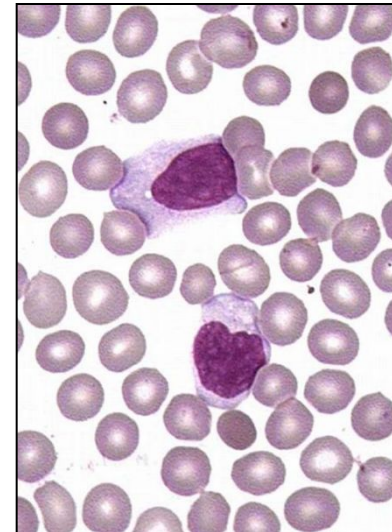
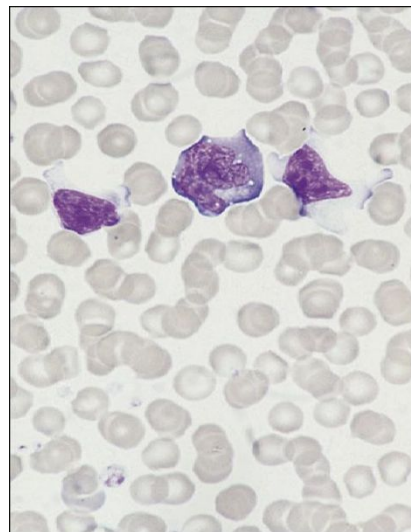
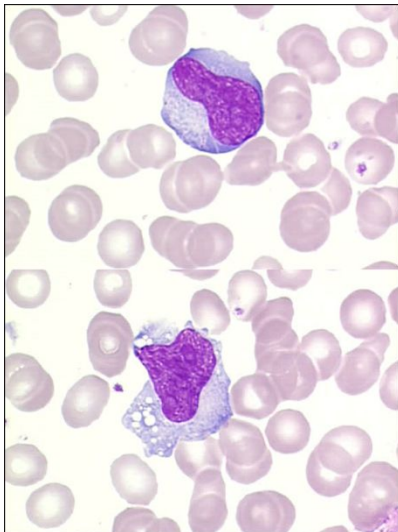
# Инфекционный мононуклеоз

- Вирус Эпштейна-Барр - это В-лимфотропный вирус, инфицирует В-лимфоциты через поверхностные антигены CD21, вызывая их пролиферацию.
- На вирусинфицированные клетки реагируют цитотоксические Т-лимфоциты (CD8+) и NK-клетки, которые в значительном количестве циркулируют в крови и находятся в лимфоидной ткани в виде активированных (реактивных) лимфоцитов.



# Есть ли у здоровых людей активированные (реактивные) лимфоциты?

- **ДА!!!**
- У здорового человека их количество составляет **до 1/6** от числа лимфоцитов ( $\approx$  до 6%)



# Нейтрофилы. Основные функции

1. Самая главная функция – борьба с микроорганизмами путем фагоцитоза
2. Участвуют в воспалительной реакции, продуцируя цитокины и адгезивные молекулы, например, ИЛ-1 и ФНО- $\alpha$ .
3. Нейтрофилы – это первая линия защиты от повреждающих организм агентов, они обеспечивают постоянство внутренней среды организма.

**ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИТЕЛЬНЫЙ:**

- .Физическая нагрузка
- .Физиотерапевтические процедуры
- .Воздействие температуры (высокой или низкой), например горячие ванны
- .Боль
- .Прием пищи
- .Стресс
- .Прием глюкокортикоидных препаратов

**ИНФЕКЦИИ:**

- 1.бактериальные,
- 2.грибковые,
- 3.спирохетные,
- 4.риккетсиозные,
- 5.Паразитарные

генерализованные или локализованные

**ВОСПАЛЕНИЕ:**

- 1.Ревматоидный артрит,
- 2.тиреоидит,
- 3.дерматиты,
- 4.миозиты,
- 5.интерстициальный нефрит и т.д.

**ПОВРЕЖДЕНИЕ, НЕКРОЗ ТКАНИ:**

- 1.травмы,
- 2.операционная травма,
- 3.инфаркты
- 4.ожоги
- 5.обморожения

**НЕЙТРОФИЛЕЗ**  
нейтрофилов более  $6 \times 10^9/\text{л}$

**ЛЕЙКОЗЫ**  
ХМПЗ

**ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫЕ НОВООБРАЗОВАНИЯ**

различной локализации и генеза

**ГИПОКСИЯ:**

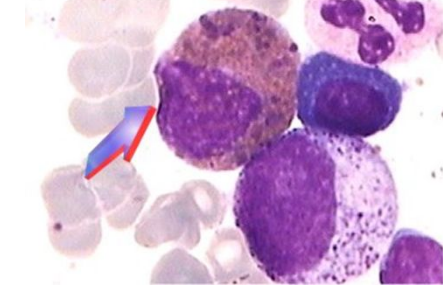
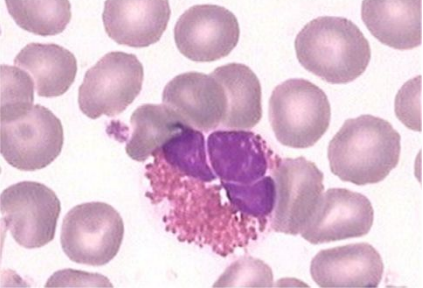
- 1.Острые постгеморрагические
- 2.Гемолитические анемии

**ИНТОКСИКАЦИЯ:**

- 1.ацидоз,
- 2.уремия;
- 3.подагра,
- 4.эклампсия
- 5.печеночная недостаточность

# Эозинофилы. Основные функции

1. Участие в противогельминтном иммунитете (внеклеточный цитолиз, повреждение и гибель личинки гельминтов)
2. Слабая фагоцитарная активность (бактерии, грибы, продукты распада, иммунные комплексы).
3. Участие в реакциях гиперчувствительности немедленного типа (инактивация гистамина, гепарина, угнетение дегрануляции тучных клеток)



# Моноциты и макрофаги.

## Основные функции

1. Фагоцитоз (микроорганизмы, циркулирующие иммунные комплексы, апоптотические тельца, элементы разрушенных клеток и др.)
2. Являются антигенпрезентирующими клетками – захват и особая переработка антигена макрофагом – это начало специфического иммунного ответа.
3. Активированные макрофаги продуцируют огромное количество цитокинов, запускающих воспалительный процесс (ИЛ-1, ИЛ-6, ИЛ-8, ИЛ-12, ФНО- $\alpha$  и др.)

# Моноциты и макрофаги.

## Основные функции

4. Регулируют гемопоз (особенное участие принимают в эритропоэзе)
5. Поддерживают постоянный уровень железа в организме, обеспечивают рециркуляцию железа, в этих клетках хранятся основные запасы железа в виде ферритина.
6. Макрофаги участвуют в регуляции гемостаза – активированные клетки синтезируют прокоагулянтные факторы, одним из которых является тканевой тромбопластин.
7. Макрофагам отводится существенная роль в процессах репарации и заживления ран.

# МОНОЦИТОЗ

моноцитов более  
 $0,7 \times 10^9 / \text{л}$   
(или  $1 \times 10^9 / \text{л}$ )

## Гемобластозы:

- ОМЛ – М4, М5
- ХММЛ

### Инфекционные заболевания:

- вирусные
- грибковые
- риккетсиозные
- протозойные

### Хронические инфекционные заболевания, сопровождающиеся образованием гранул:

- туберкулез
- бруцеллез
- сифилис
- саркоидоз
- неспецифический язвенный колит

### Системные заболевания соединительной ткани:

- системная красная волчанка,
- ревматоидный артрит,
- узелковый периартериит

### Опухолевые заболевания:

- рак,
- миеломная болезнь
- лимфомы

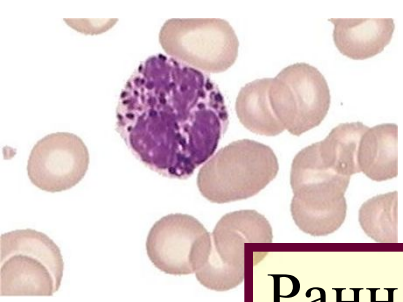
длительная персистенция антигена



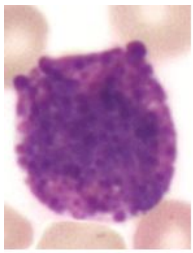
# Базофилы и тучные клетки.

## Основные функции

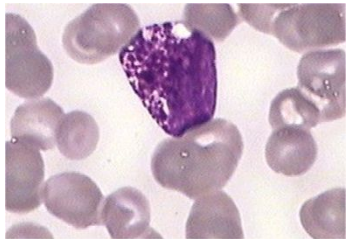
1. Участие в реакции гиперчувствительности немедленного типа: в гранулах этих клеток содержатся гистамин, гепарин, серотонин, многочисленные ферменты - результат их действия – это дилатация и повышение проницаемости сосудов, гиперемия, зуд, гиперпродукция слизи и т.д.
2. Базофилы и тучные клетки также способны к фагоцитозу (слабая активность).
3. Тучные клетки выполняют пластическую функцию – обеспечивают нормальную структуру соединительной ткани за счет синтеза гликозаминогликанов (часть межклеточного вещества)



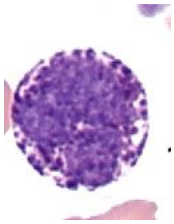
Ранняя фаза  
ревматизма



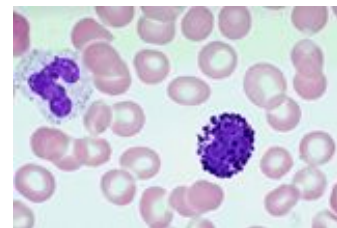
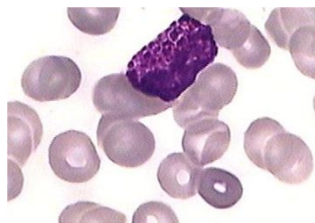
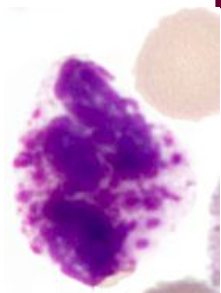
Аллергические заболевания



Базофилия  $>0,1 \times 10^9$  /л



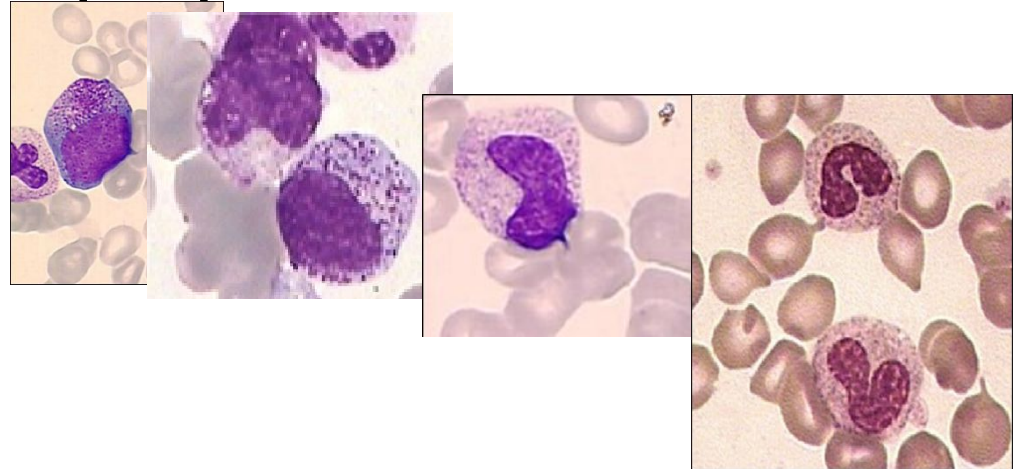
Хронические миелопролиферативные заболевания  
(хронический миелолейкоз, эритремия и др.)



# Сдвиг влево лейкоцитарной формулы

Появление в лейкоцитарной формуле молодых форм нейтрофилов:

- промиелоцитов,
- миелоцитов,
- метамиелоцитов,
- палочкоядерных



Сдвиг влево ←      Сдвиг вправо →

Базо-филы	Эозино-филы	Нейтрофилы				Лимфо-циты	Моно-циты
		Миело-циты	Юные	Палочко-ядерные	Сегменто-ядерные		
0—1% или 0— $0,088 \times 10^9 / л$	0,5—5,0% или 0,020— $0,440 \times 10^9 / л$	0%	0%	2—4% или 0,080— $0,350 \times 10^9 / л$	47—67% или 2,000— $5,900 \times 10^9 / л$	25—35% или 1,000— $3,000 \times 10^9 / л$	2—6% или 0,080— $0,530 \times 10^9 / л$

# Почему появляется сдвиг влево?

- У здорового человека продолжительность жизни нейтрофилов всего 2-3 дня в тканях.
- Зрелые нейтрофилы задерживаются в костном мозге на 3-4 дня. Часть из них (30%) гибнет путем апоптоза.
- Костномозговой резерв – число нейтрофилов в костном мозге превышает их содержание в кровотоке в 10-20 раз.

# Почему появляется сдвиг влево?

- При наличии повреждающих агентов, например, бактериальной инфекции, потребность в нейтрофилах многократно возрастает.
- Костномозговой резерв постепенно истощается в кровь начинают выходить молодые формы нейтрофилов.

# Интерпретация сдвига лейкоцитарной формулы влево

Лейкоциты  $-3,5 \times 10^9 / \text{л}$

Пациент 71 год, находится в реанимационном отделении.

Полиорганная

недостаточность.

Лейкоцитарная формула:

Подобная лейкоцитарная

Нейтрофилы:

формула настораживает:

Миелоциты 12%

Метамиелоциты 4%

свидетельствует об истощении

п/я – 34%

гранулоцитарного резерва.

с/я – 32 %

лимфоциты 11%

Есть угроза развития

моноциты – 7%

нейтропении

эозинофилы – 0%

и в дальнейшем

базофилы – 0%

Число нейтрофилов –  $2,87 \times 10^9 / \text{л}$

# Нейтропения

- Нейтропенией называется снижение числа нейтрофилов в периферической крови ниже  $1,5-1,8 \times 10^9$  /л
- **Агранулоцитоз** – это состояние, когда число нейтрофилов в периферической крови снижается до  $0,5 \times 10^9$  /л и менее
- Прямую угрозу для жизни представляет снижение числа нейтрофилов до  $0,2$  ( $0,1$ ) $\times 10^9$  /л

# Нейтропении

Приобретенные

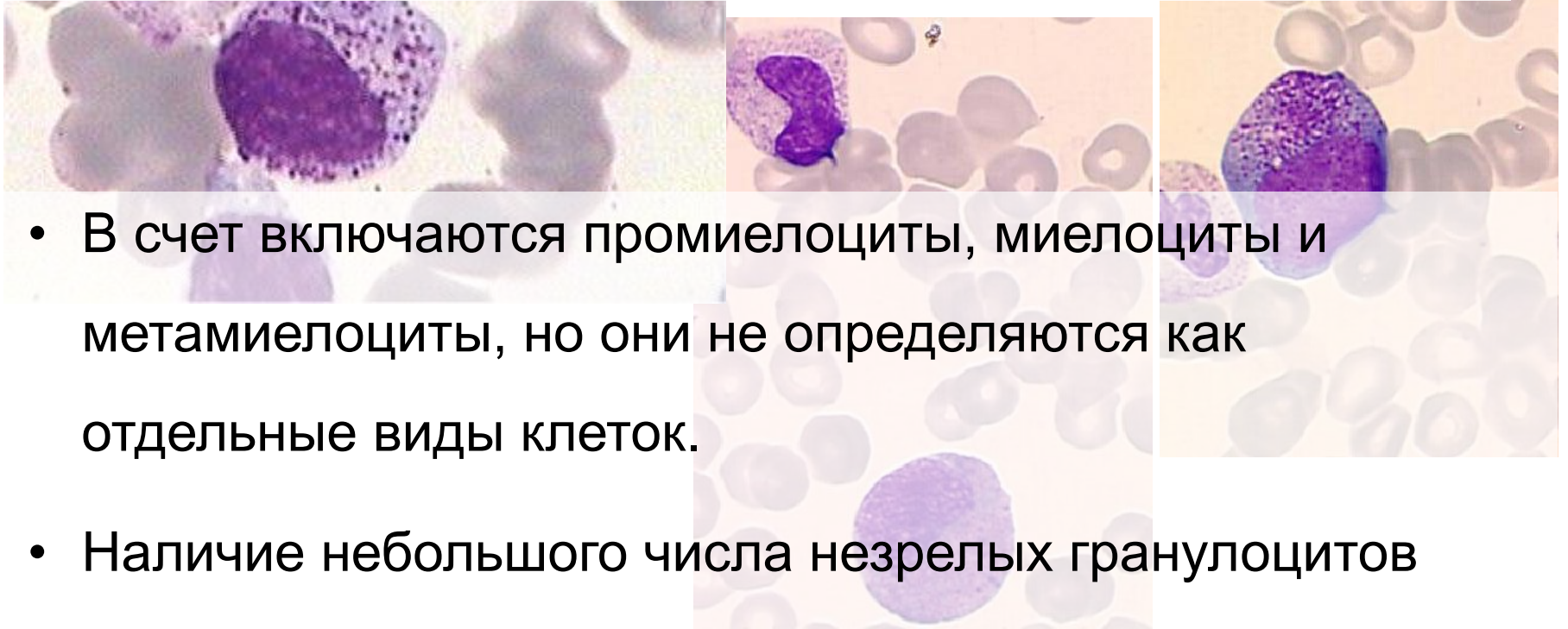
Наследственные

## *Нейтропении, обусловленные действием лекарств:*

- Цитостатические препараты (метотрексат, рубомицин, фторурацил)
- этанол
- Противовоспалительные средства: аминофеназон, фенилбутазон, бутадион, редко ацетилсалициловая кислота; индометацин
- Противопрозоидные: метронидазол
- Противовирусные препараты: рекомбинантные интерфероны- $\alpha, \beta, \gamma$ ; азидотимидин, ганцикловир
- Антимикробные: группа пенициллина, цефалоспорины, аминогликозиды, производные нитрофурана, сульфаниламиды;
- Противосудорожные: фенитоин, фенобарбитал, дифенин, метилоксазолидон;
- Сердечно-сосудистые средства: каптоприл, метилдопа, хинидин, пропранолол.
- Диуретики: гипотиазид, диакарб



**IG** (immature granulocytes) – незрелые гранулоциты – параметр геманализатора, который позволяет оценить сдвиг влево без подсчета лейкоцитарной формулы в мазке



- В счет включаются промиелоциты, миелоциты и метамиелоциты, но они не определяются как отдельные виды клеток.
- Наличие небольшого числа незрелых гранулоцитов более надежно обнаруживается при автоматическом подсчете по сравнению с ручным методом.



# Причины сдвига вправо и появления гиперсегментации нейтрофилов

- При инфекционных заболеваниях и ограниченных воспалительных процессах сдвиг вправо нейтрофилов обычно указывает на благоприятное течение болезни.
- При лечении цитостатиками (винкристин, гидрооксимочевина, 6-меркаптопурин, цитозар) и преднизолоном;
- характерно для больных с дефицитом фолиевой кислоты и витамина В12;
- Встречается также наследственная гиперсегментация нейтрофилов (передается аутосомно-доминантно; функция нейтрофилов не нарушена).



# Возрастные особенности лейкоцитарной формулы

У здоровых доношенных новорожденных:

1. Физиологический лейкоцитоз – 10 до  $30 \times 10^9$ /л.
2. Абсолютный нейтрофилез (до 70%) со сдвигом влево до миелоцитов;
3. Относительная лимфоцитопения (16-34%)
4. **«Первый перекрест»** – на **4-5-7** день жизни число нейтрофилов и лимфоцитов выравнивается – соотношение 1:1.

# Первый и второй перекресты кривых содержания нейтрофилов и лимфоцитов у детей первых лет жизни



# Возрастные особенности лейкоцитарной формулы

- К 10 дню жизни нейтрофилы составляют  $\approx 30\%$ , лимфоциты  $\approx 55-60\%$ . Соотношение нейтрофилы: лимфоциты составляет 1:2.
- Первые 2 недели жизни может быть: сдвиг влево, встречаются плазматические клетки.
- К концу первого месяца жизни полностью уходит сдвиг влево, число п/я нейтрофилов становится  $\approx 4-5\%$ .
- Минимальное значения с/я нейтрофилов и максимальное число лимфоцитов определяются в возрасте 5-6 месяцев у доношенных детей.

# Возрастные особенности лейкоцитарной формулы

1. К началу 2 года жизни число нейтрофилов постепенно увеличивается и начинает расти на 3-4% в год в дальнейшем.
2. **«Второй перекрест»** – в 4-5 лет число нейтрофилов и лимфоцитов выравнивается – соотношение 1:1.
3. После 5 лет число нейтрофилов нарастает по 2-3% в год и к 10-12 годам достигает величин, характерных для взрослых. Соотношение нейтрофилы:лимфоциты  $\approx$  2:1.

# Первый и второй перекресты кривых содержания нейтрофилов и лимфоцитов у детей первых лет жизни





# Возрастные особенности лейкоцитарной формулы

Возраст	Лейкоциты, $10^9/л$	Лейкоцитарная формула, %								
		Нейтрофилы				лимфоциты	моноциты	эозинофилы	базофилы	плазматические клетки
		миелоциты	метамиелоциты	палочкоядерные	сегментоядерные					
Новорожденный	30,0	0,5	4,0	26,0	34,5	24,0	9,0	2,0	0	0
1-й день	29,3	0,5	4,0	25,5	34,0	24,0	9,4	2,0	0,25	0,25
3-й »	13,6	0,5	2,5	9,0	43,0	30,5	11,0	3,0	0	0,5
5-й »	11,2	0	4,5	6,0	34,0	40,5	11,0	3,0	0	0,5
7-й »	12,9	0	1,5	4,5	29,5	49,0	11,0	3,5	0,5	0,5
1-й месяц	12,1	0	0,5	2,5	22,0	61,5	10,0	2,5	0,5	0,5
3-й »	11,9	0	1,0	3,5	23,0	59,0	10,0	2,5	0,5	0,5
5-й »	10,9	0	0,5	3,5	23,0	58,0	10,5	3,0	0,5	0,5
8-й »	11,5	0	0,5	3,0	22,5	60,0	11,0	2,0	0,5	0,5
12-й »	10,5	0	0	3,5	28,5	54,5	11,5	1,5	0,5	0
2 года	11,0	0	0,5	3,5	32,5	51,0	10,0	1,5	0,5	0
4 »	10,2	0	0,5	4,0	41,0	44,0	9,0	1,0	0,5	0
6 лет	9,8	0	0,25	3,5	42,5	42,0	9,5	1,0	0,5	0
8 »	8,2	0	0,25	3,5	45,75	39,5	8,5	2,0	0,5	0
10 »	8,1	0	0	2,5	48,5	36,5	9,5	2,5	0,5	0
14 и старше	7,6	0	0	2,5	58,0	28,0	9,0	2,0	0,5	0

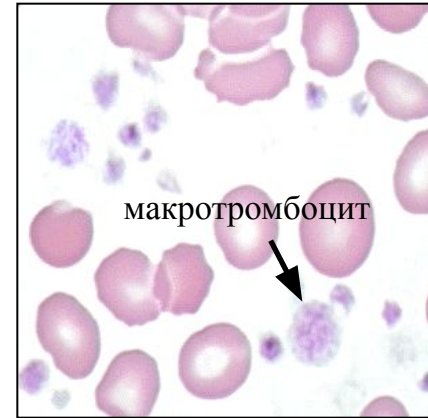
# PLT (platelet) тромбоциты ( $180-320 \times 10^9/\text{л}$ )

\*пределы допустимых колебаний соответствуют 95% доверительному интервалу

- Метод измерения - прямой
- Число тромбоцитов выше  $450 \times 10^9/\text{л}$  не может быть вариантом индивидуальной нормы для взрослых, поскольку с этого значения начинает расти тромбоцитарная масса, увеличивается риск развития тромбозов.
- Снижение количества тромбоцитов ниже  $50-30 \times 10^9/\text{л}$  ведет к появлению геморрагического синдрома.

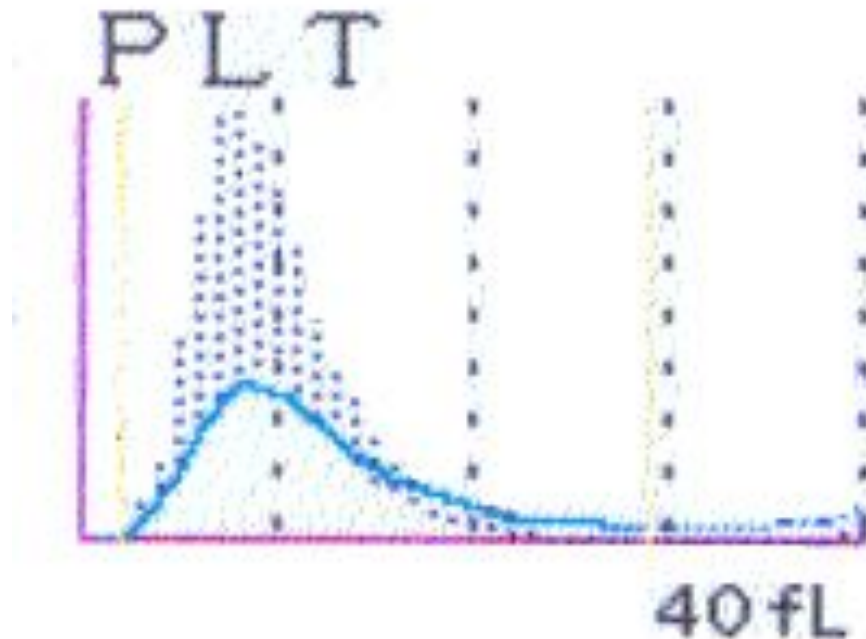
# MPV (mean platelet volume) – **средний объем тромбоцитов, фл**

- **В норме варьирует от 7,4 до 10,4 фл.**
- «Молодые» тромбоциты имеют больший объем, поэтому при ускорении тромбоцитопоэза MPV возрастает.
- Увеличение наблюдается при идиопатической тромбоцитопенической пурпуре, гипертиреозе, атеросклерозе, сахарном диабете, у курильщиков и лиц, страдающих алкоголизмом, при миелопролиферативных заболеваниях.
- Уменьшение отмечается при синдроме Вискотта-Олдрича, после спленэктомии.



# Тромбоцитарная гистограмма

- Характеризуется асимметричностью.
- Начинается на базовой линии в области значений менее 2 фл и заканчивается в зоне 20-30 фл.

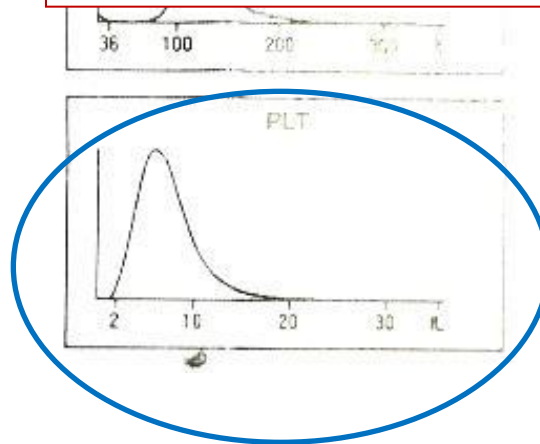


# Пример бланка ОАК

В данном случае у больного тромбоцитоз, но число тромбоцитов измерено правильно, нет никаких ошибок измерения.

Нет необходимости назначать подсчет тромбоцитов по Фонио («вручную», «глазами»). Ошибки в подсчете тромбоцитов анализатором бывают, но контроль аналитического этапа работы – зона компетенции врача КЛД. Выдать результат подсчета тромбоцитов, если есть ошибка в работе анализатора врач КЛД не имеет права.

	RDW	14.1		%
	RDW-SD	62.1	H	fL
@	MAF	8.4		
	PLT	946	c H ✓	10 <sup>9</sup> /L
	MPV	6.7	L	fL
@	PCT	0.634		%
@	PDW	15.0		
	NE	29.9	L	%
	LY	49.0	H	%
	MO	16.3	H	%
	EO	4.4		%
	BA	0.4		%



**Число тромбоцитов >**

**$450 \times 10^9 / \text{л}$**

Определение концентрации белков острой фазы (СРБ, фибриногена),

уровень СОЭ

Повышен уровень белков острой фазы

↓

**Реактивный**

**тромбоцит**

Повторить ОАК через 3-4 недели

Нормальная концентрация белков острой фазы

Повторить ОАК через 3-4 недели

Исследование обмена железа (концентрация ферритина, сывороточного железа и других

маркеров)

Дефицит железа

Лечение дефицита железа

Повторить ОАК после восполнения дефицита железа

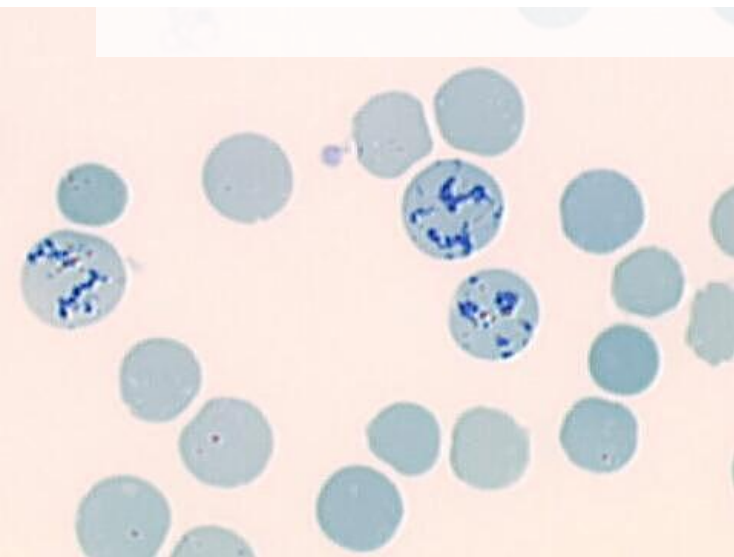
**Повышен уровень тромбоцитов >**

**$450 \times 10^9 / \text{л}$**

Вторичный тромбоцитоз исключен

Опухолевый тромбоцитоз

# Ретикулоцитарные параметры



Классические параметры ретикулоцитов:

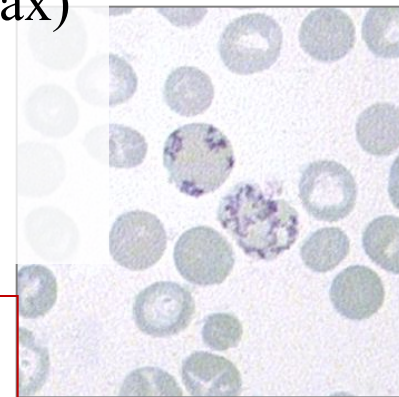
**RET%** - относительное количество ретикулоцитов в % или ‰;

**RET#** - абсолютное количество ретикулоцитов  $\times 10^9/\text{л}$

## Референсный интервал 2-12‰

(при микроскопическом методе подсчета в окрашенных мазках)

Референсный интервал автоматизированного метода может отличаться, верхняя граница обычно 20‰

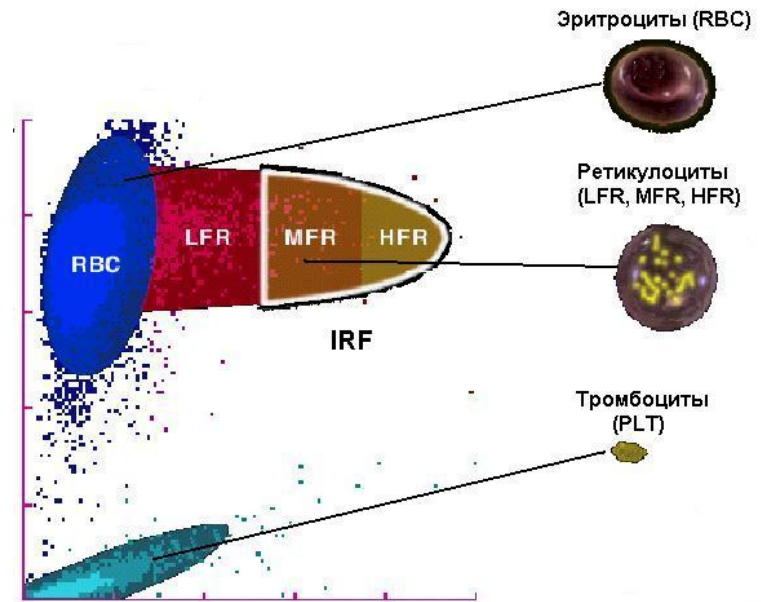


**Число ретикулоцитов абсолютно необходимо для диагностики анемий**

# Параметры, характеризующие степень зрелости ретикулоцитов

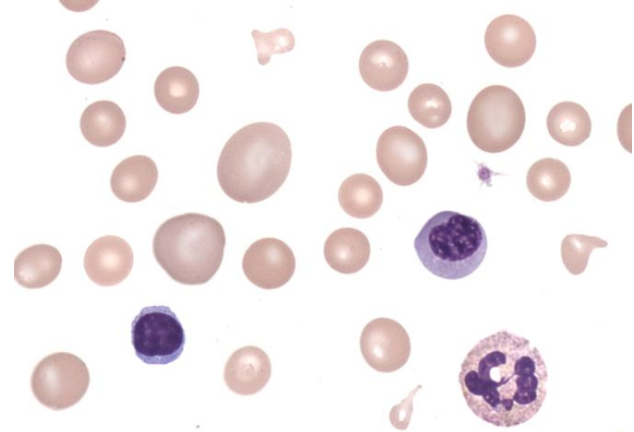
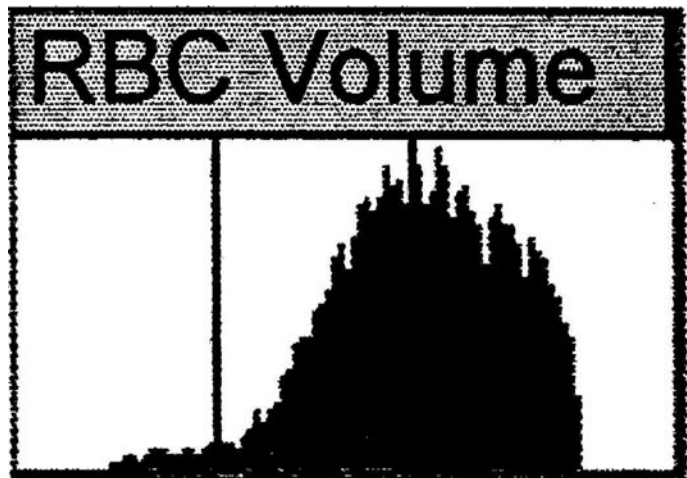
- **LFR%** - популяция ретикулоцитов с низкой флуоресценцией (87-99%);
- **MFR%** - популяция ретикулоцитов со средней флуоресценцией (2-12%);
- **HFR%** - популяция ретикулоцитов с высокой флуоресценцией.

**$MFR\% + HFR\% = IFR$**  (immature reticulocyte fraction) – **фракция незрелых ретикулоцитов (норма 2-14%)** Служит индикатором активности эритропоэза.





*Благодарю за  
внимание!*



# Вопросы?

