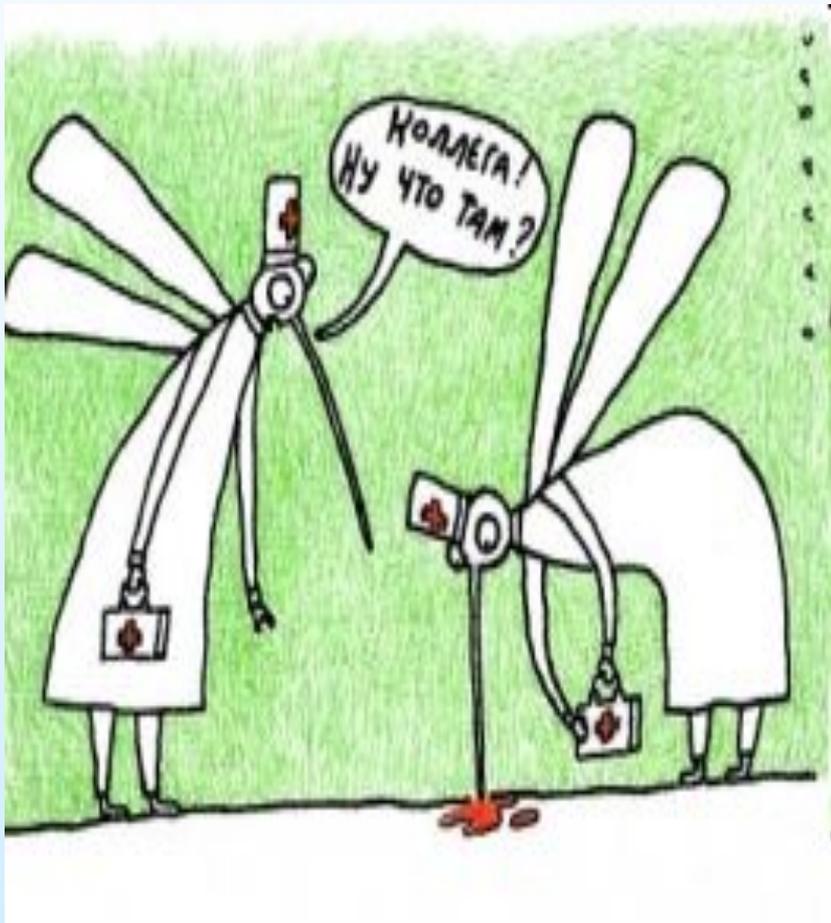


The background of the slide is a microscopic image of a blood smear. It shows a variety of white blood cells (leukocytes) stained with a purple dye. The cells exhibit different morphologies, including some with multi-lobed nuclei and others with more rounded, smooth nuclei. The overall appearance is that of a typical peripheral blood smear used for clinical analysis.

ОБЩИЙ АНАЛИЗ КРОВИ

ОБЩИЙ АНАЛИЗ КРОВИ



ИСТОРИЯ ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ АНАЛИЗАТОРОВ

В 1963 году на рынок был представлен гематологический анализатор СС-1001 (счетчик частиц крови).

С этого продукта начался длительный и успешный путь в развитии автоматизированных гематологических анализаторов стандартов высокого качества.

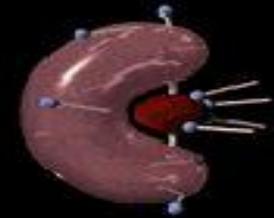
ПРЕИМУЩЕСТВА ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ АНАЛИЗАТОРОВ

Для лаборатории

- Полная автоматизация всего процесса
- Высокая точность и надежность результатов
- Стандартизация процесса исследования
- Экономия средств и времени
- Высокая пропускная способность
- Автоматический встроенный контроль качества
- Биобезопасность
- Отсутствие «ошибок человеческого фактора»

Для клиницистов

- Новые диагностические параметры позволяющие расширить понимание процессов, происходящих в крови в норме и при патологии
- Скорость и надежность результатов исследования



Основные технологии, используемые в гематологических анализаторах

1. Кондуктометрический метод с гидродинамическим фокусированием: эритроциты, тромбоциты, гематокрит
2. SLS-метод – бесцианидный метод (натрий лаурилсульфат): гемоглобин
3. Метод амплитудной дискриминации (3 DIFF), основанный на определении размеров лейкоцитов
4. Метод проточной цитофлуориметрии (5 DIFF), основанный на количественной оценке степени зрелости и метаболической активности клеток по содержанию нуклеиновых кислот
5. Радиочастотный метод: клетки предшественники

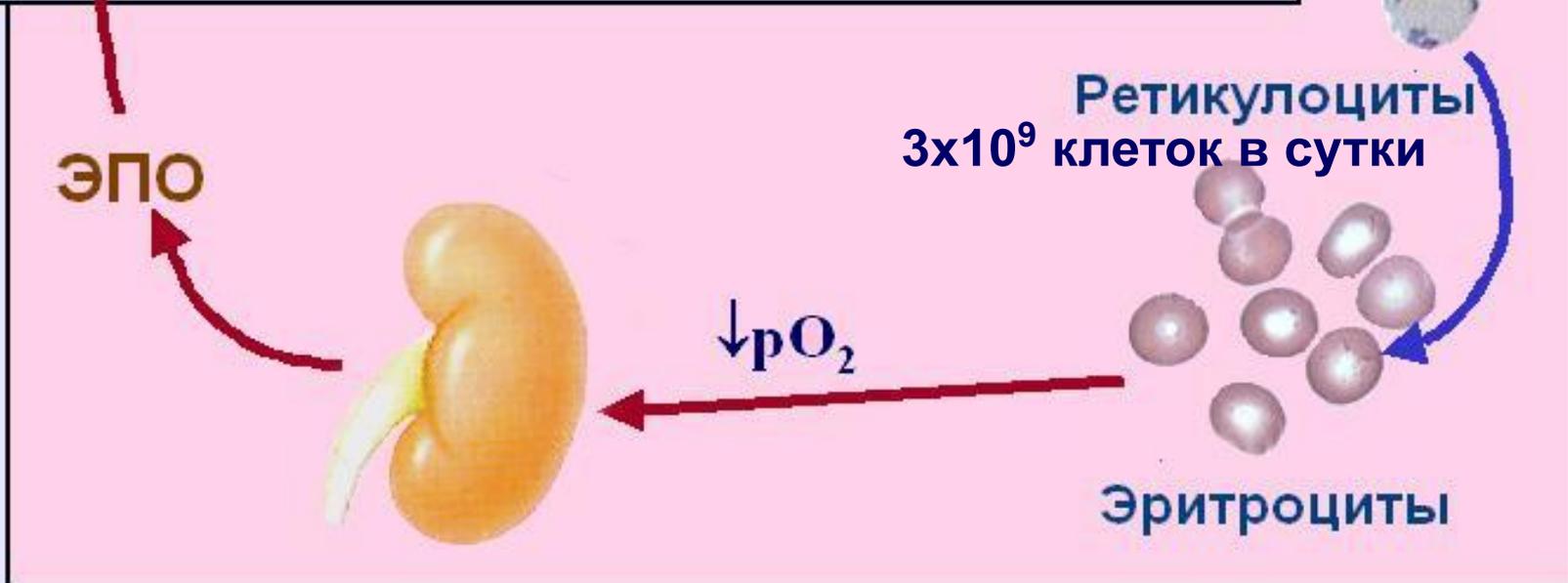
**Г
Е
М
А
Т
О
Л
О
Г
И
Ч
Е
С
К
И
Е**

**А
Н
А
Л
И
З
А
Т
О
Р
Ы**



Эритропоэз

A microscopic view of erythropoiesis, showing various stages of red blood cell development. The cells are stained purple and exhibit diverse shapes, including spherical forms and more irregular, star-like or spiky shapes, indicating the progression from early progenitors to mature erythrocytes.



Определяемые параметры

RBC



PLT



- Гистограмма распределения лейкоцитов по объему (WBC Histogram)
- гистограмма распределения тромбоцитов по объему (PLT Histogram)

Эритроцитарное звено гемограммы

Оценивается

1. По количеству эритроцитов (RBC)
2. Концентрации гемоглобина (HGB)
3. Гематокриту (HCT)
4. Эритроцитарным индексам (MCV, MCH, MCHC и RDW)

HGB (hemoglobin)

- **HGB (гемоглобин) – в норме м – 130...160 г/л;
ж – 120...140 г/л.**

**В крови человека имеется
несколько типов гемоглобина:**

Hb A1 96-98%

Hb A2 2-3%

Hb F 1-2%

У новорожденных преобладает Hb F - 60-80%



HCT (hematocrit)

- объемная фракция эритроцитов в цельной крови, которая зависит от количества и объема эритроцитов.

$$\text{HCT} = \frac{\text{V эритроцитов}}{\text{V плазмы}} * 100$$

В норме HCT у мужчин = 40-48 %
у женщин = 36-42 %

RBC (red blood cells)

Возраст	Женщины (x 10¹²/л)	Мужчины (x 10¹²/л)
1-3 дня	4,0-7,6	4,0-7,6
1-12 лет	3,5-4,7	3,9-5
12-39	3,5-5	3,5-5
40-59	3,6-5,1	4,0-5,6
60-65	3,5-5,2	3,9-5,3
Старше 65	3,4-5,2	3,1-5,7



MCV

**(mean corpuscular volume)
средний объем эритроцита**

Норма 80-100 фл, характеризует эритроцит как нормоцит, ниже 80 фл оценивается как микроцитоз, выше 95 фл – как макроцитоз.

Используется для характеристики типа анемии. Изменения MCV могут служить для определения нарушений водно-электролитного обмена.

Повышение свидетельствует о гипотоническом нарушении, тогда как понижение значения MCV рассматривается о гипертоническом нарушении.

МСН

(mean corpuscular hemoglobin)

среднее содержание гемоглобина в отдельном эритроците

измеряется в абсолютных единицах
(норма 27 - 31 пг).

- ❖ МСН аналогичен цветовому показателю, но является более объективным параметром

Изменения МСН лежат в основе разделения анемий на **нормохромные** (МСН – 27-31 пг) ,
гипохромные (МСН менее 27 пг)
гиперхромные (МСН более 31 пг)

МСНС

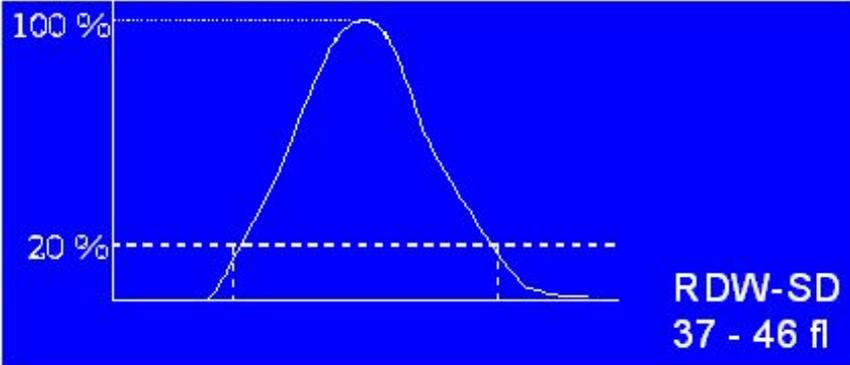
**(mean corpuscular hemoglobin concentration)
средняя концентрация гемоглобина в
эритроците**

**эта величина характеризует значение
концентрации гемоглобина внутри эритроцита
(норма 33 - 37 г/дл)**

**Снижение МСНС наблюдается при
заболеваниях, связанных с нарушением
синтеза гемоглобина.**

**Это самый стабильный, генетически
детерминированный гематологический
показатель.**

**Повышение МСНС выше 38 г/дл встречается
редко (врожденный сфероцитоз), холодовая
агглютинация эритроцитов**



RDW

**(red cell distribution width)
показатель анизоцитоза
эритроцитов**

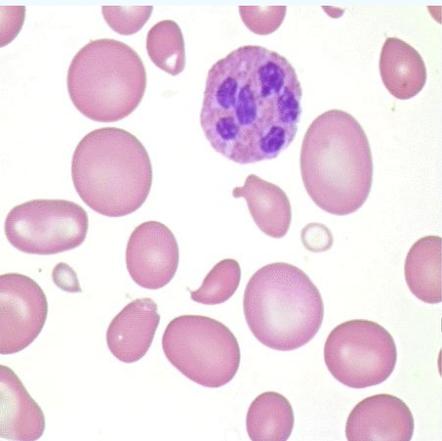
норма 11.5 – 14.5%

**RDW характеризует колебания объема
эритроцитов**

**повышенное значение RDW означает гетерогенность
популяции эритроцитов.**

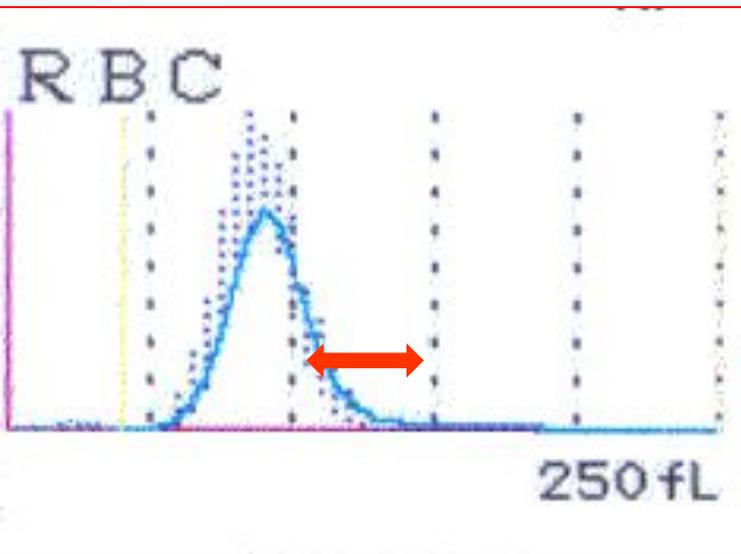
**Данный показатель следует анализировать
вместе с гистограммой эритроцитов.**

**RDW представляется важным дополнительным
критерием для диагностики и динамического
наблюдения за результатами лечения
пациентов с анемиями.**



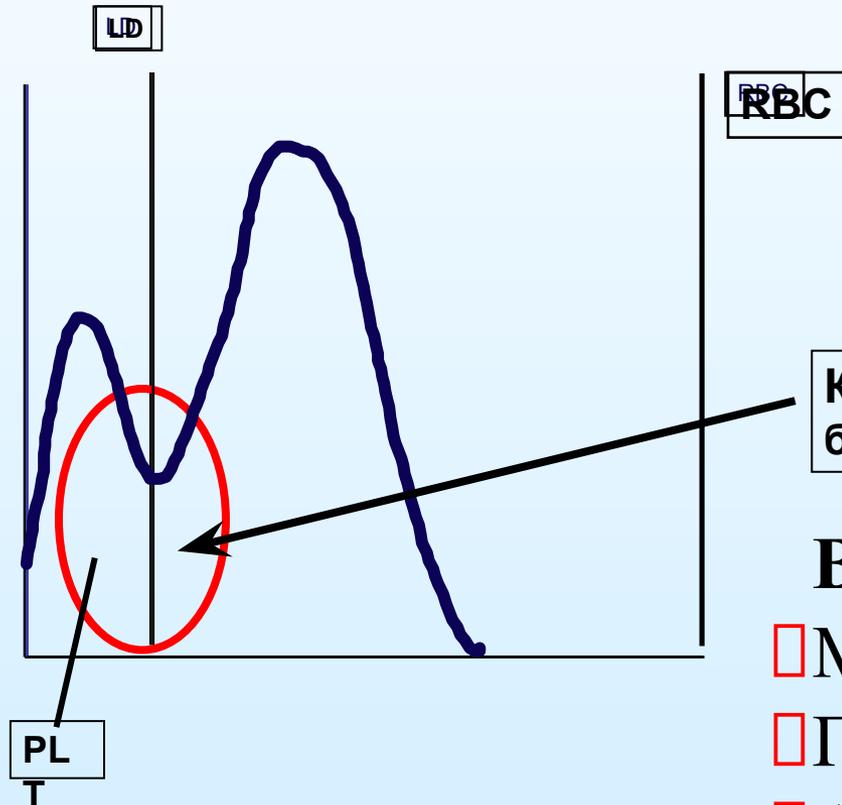
Гистограмма распределения эритроцитов в норме

(подсчет клеток от 36 до 250 фл)



- *Кривая начинается и заканчивается на базисной линии*
- *Кривая имеет симметричную (куполообразную) форму*
- *Разделение на субпопуляции отсутствует*

• Аномальное распределение эритроцитов



Кривая распределения RBC стартует не на базовой линии.

Возможные причины:

- Микроэритроциты
- Гигантские тромбоциты
- Агрегация тромбоцитов

• Аномальное распределение эритроцитов

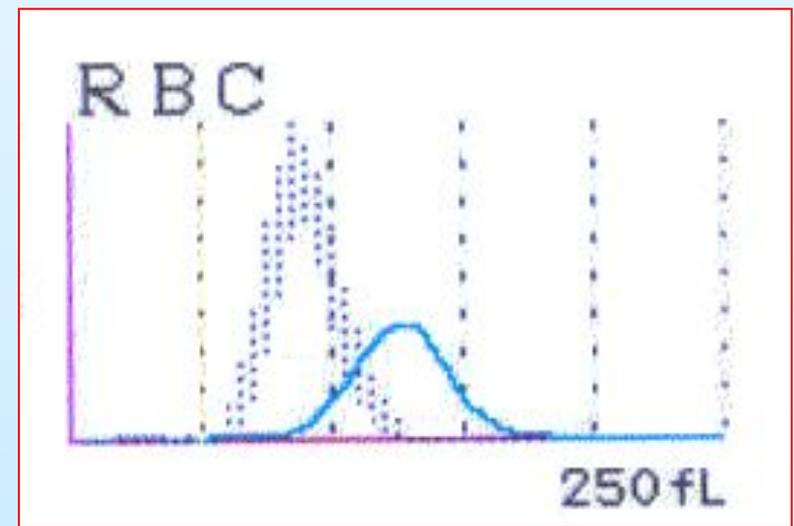
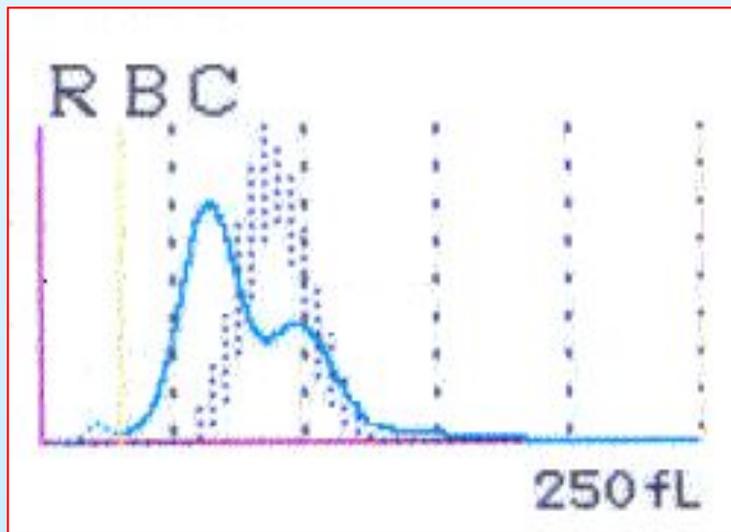
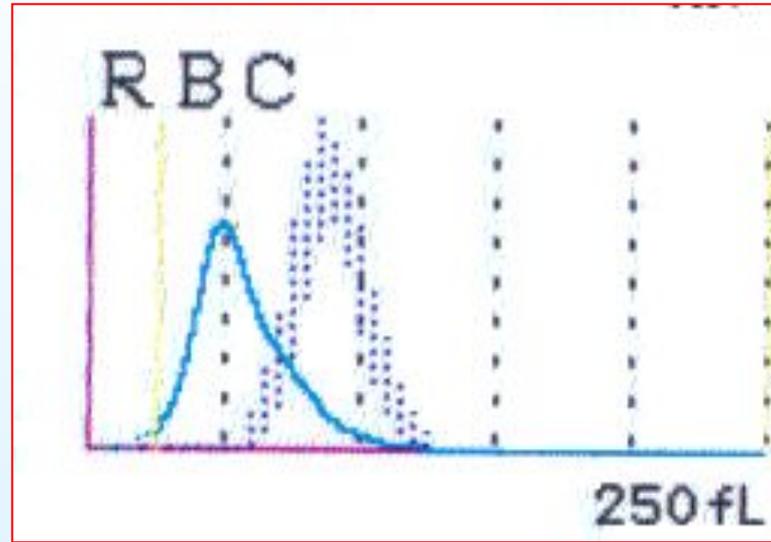


Кривая не заканчивается на базовой линии

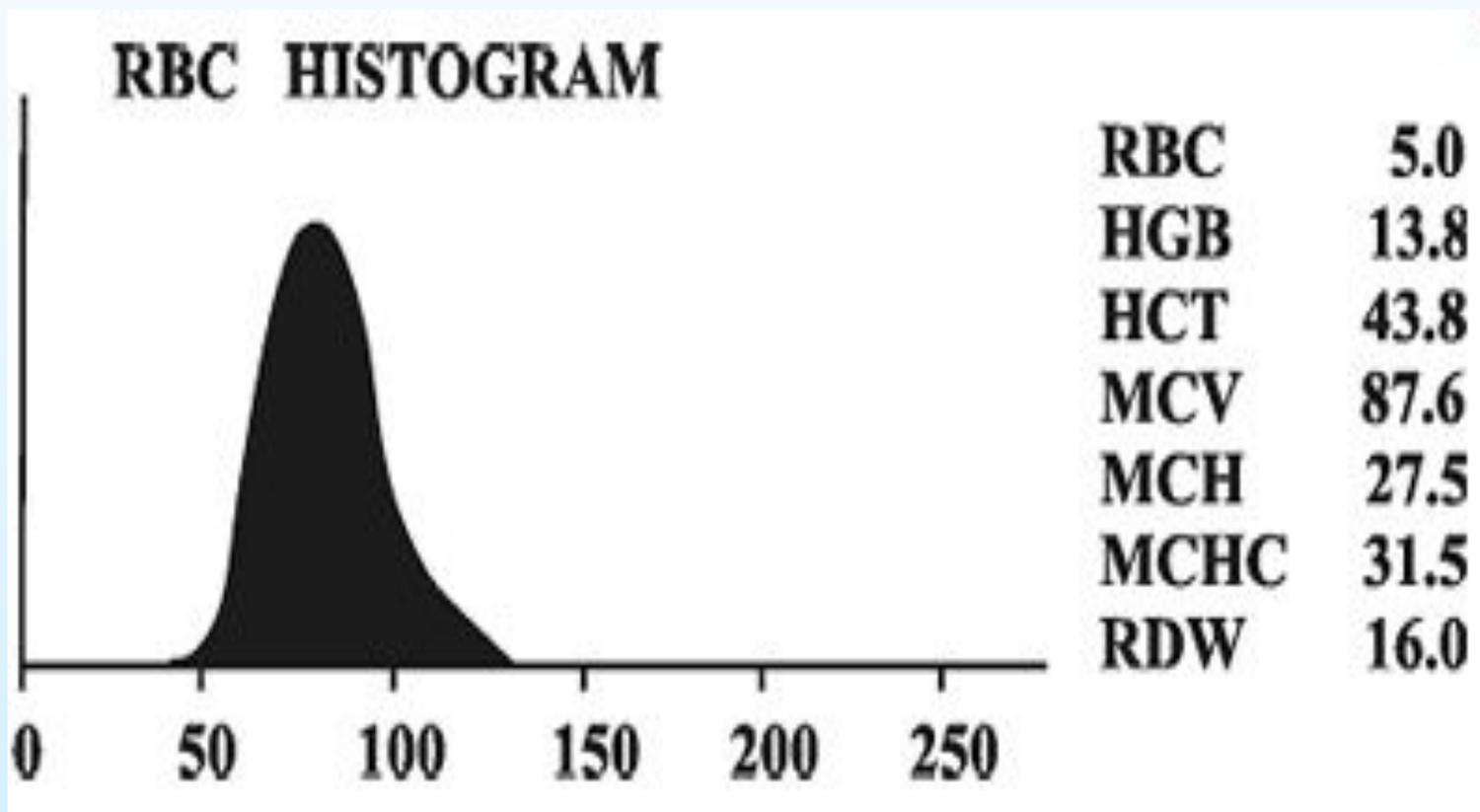
Возможные причины:

- ❑ Холодовая агглютинация
(проверить $MCHC \geq 40 \text{ g/dl}$, $MCV > N$, $MCH > N$)

Гистограммы распределения эритроцитов

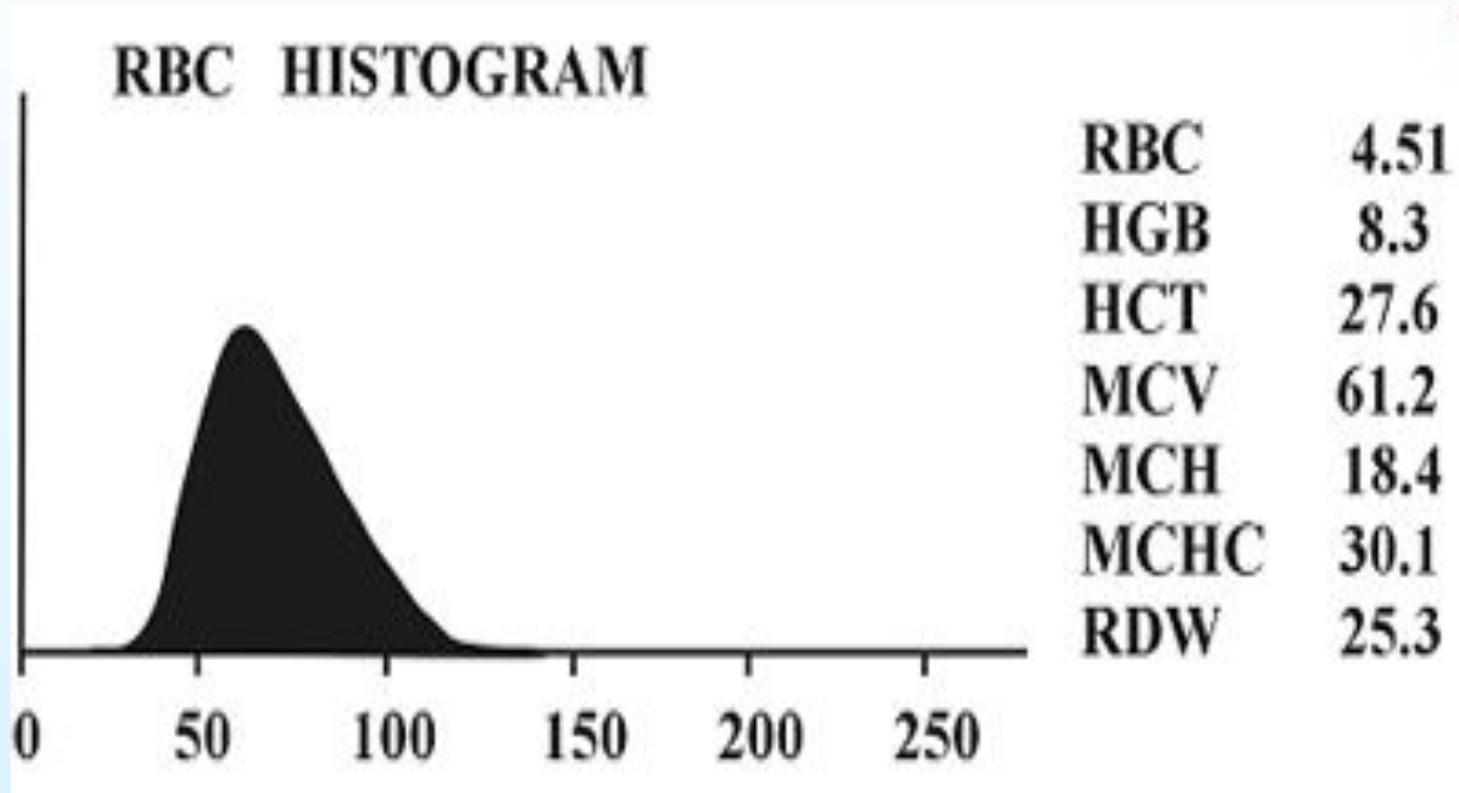


Начальная стадия железодефицитной анемии



Незначительное уширение эритроцитарной гистограммы. Повышение RDW

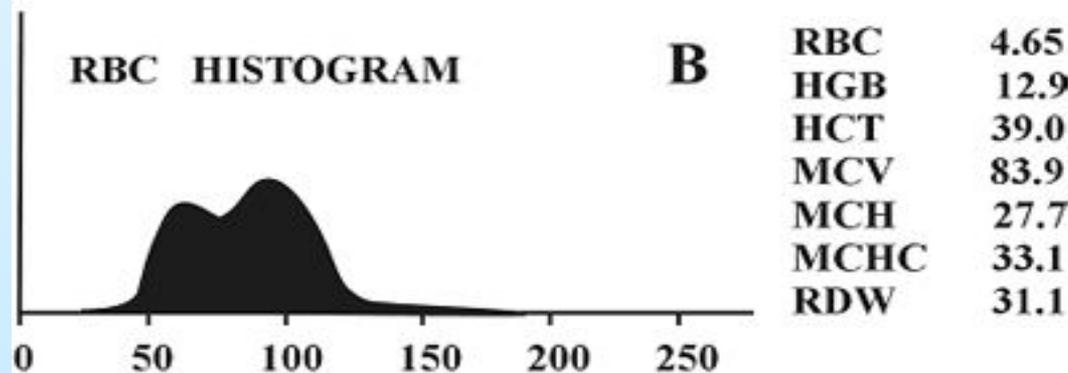
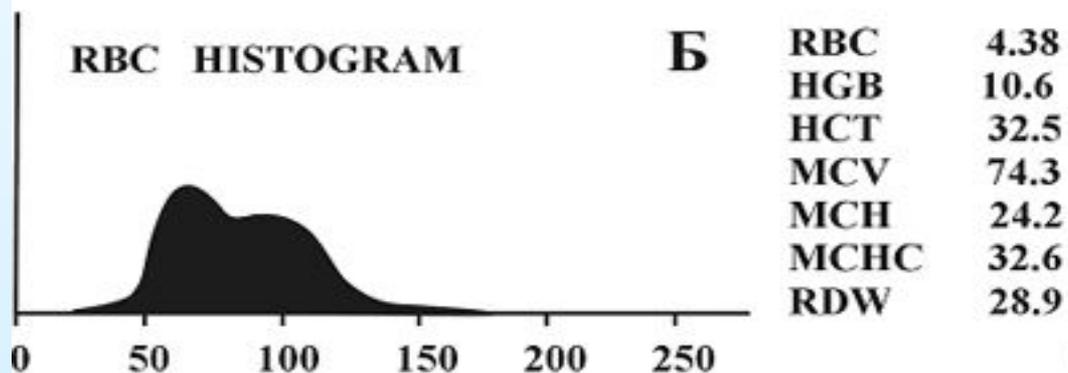
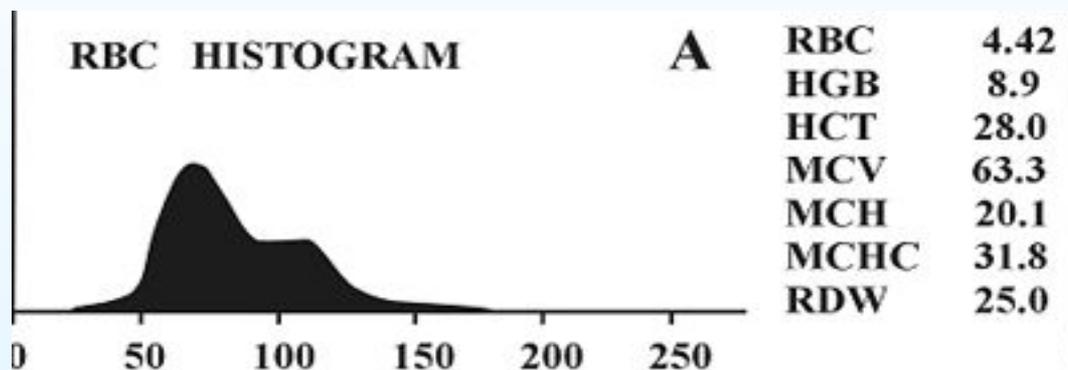
Нарастание дефицита железа



По мере нарушения гемоглобинообразования происходит снижение MCV, MCH, MCHC, увеличение RDW.

Эритроцитарная гистограмма существенно уширяется и значительно сдвигается влево

Динамика показателей красной крови у больного железodefицитной анемией в процессе лечения



Последним гематологическим показателем, который нормализуется при успешном лечении анемии, является RDW. Изменения гематологических показателей коррелируют с уровнем основных показателей обмена железа (содержанием сывороточного железа, ферритина, общей железосвязывающей способностью).

РЕТИКУЛОЦИТЫ

- **RET% - относительное количество ретикулоцитов**

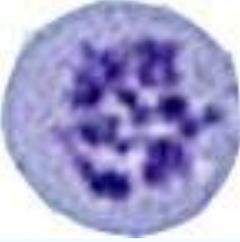
Норма - 0,67 – 1,92 % (мужчины)

0,59 – 2,07 % (женщины)

- **RET# - абсолютное количество ретикулоцитов**

Норма - 30,4 – 93,5x10⁹/л (мужчины)

22,4 – 82,9 x10⁹/л (женщины)

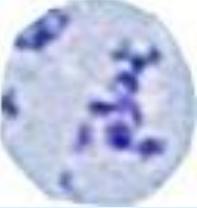


Параметры ретикулоцитов



□ *IRF* (фракция незрелых ретикулоцитов)

норма - 2-14%



□ *MRV* (средний объем ретикулоцитов),

норма - **101,1 – 128,8** фл;



□ **RET-Hb** (содержание Hb в

ретикулоцитах) – норма **28-36** пг

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕТИКУЛОЦИТАРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

 Сохраняющийся **ретикулоцитоз** может свидетельствовать о продолжающемся кровотечении. Допинг контроль у спортсменов (прием ЭПО)

 Сниженное образование в костном мозге - **ретикулоцитопения** (апластическая анемия, ПККА, метастазы рака в КМ, лейкозы, снижение уровня ЭПО)

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕТИКУЛОЦИТАРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

-  Фракция незрелых ретикулоцитов (IRF) – ранний и чувствительный показатель ответа при лечении витамином В12, фолиевой кислотой, рЭПО
-  Отсутствие увеличения IRF свидетельствует о недостаточной их дозе или резистентности к препарату

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕТИКУЛОЦИТАРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

- Фракция незрелых ретикулоцитов (IRF)- показатель нормализации синтеза ЭПО после трансплантации почки**
- Снижение RET-He свидетельствует о уменьшении концентрации гемоглобина в ретикулоцитах и необходимости назначения препаратов железа**

НОВЫЕ ЭРИТРОЦИТАРНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ

- **LHD** (low hemoglobin density),% - *гемоглобин низкой плотности* – новый параметр анализаторов Beckman-Coulter (LN750)
- Коррелирует с процентом гипохромных эритроцитов. При наличии более 10% гипохромных эритроцитов показатель LHD > 5,5%.
- **Показатель LHD является индикатором железодефицитного состояния**

Тромбоцитарное звено гемограммы

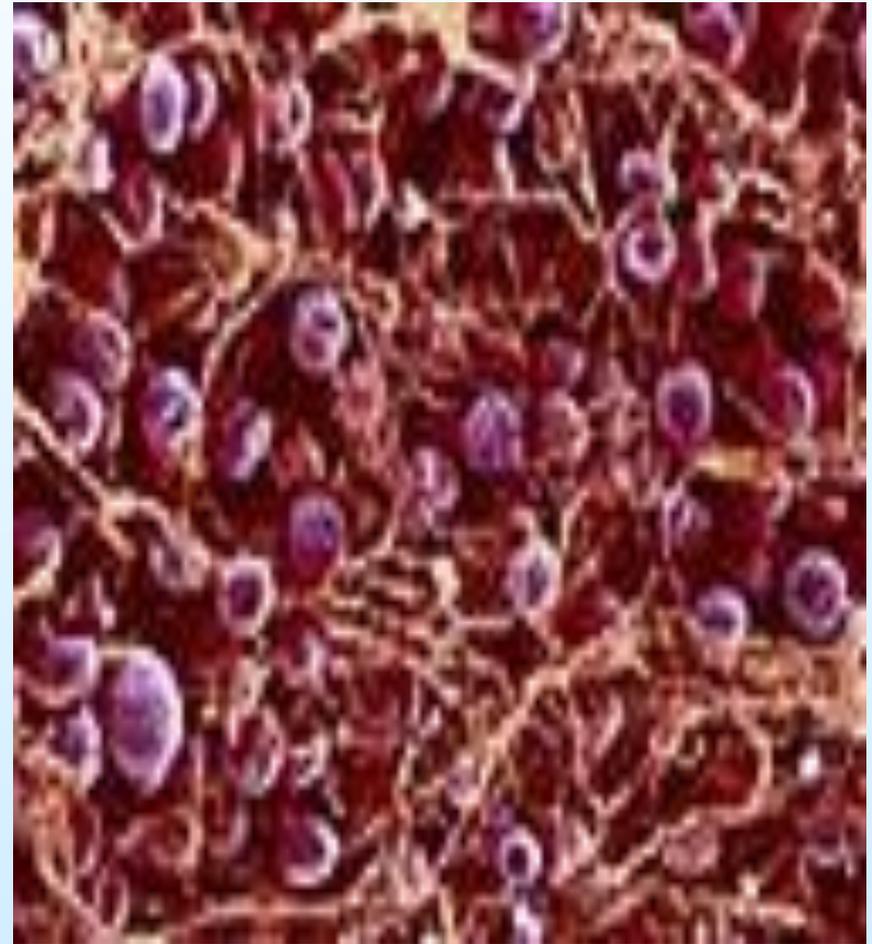
Оценивается

1. По количеству тромбоцитов (PLT)
2. Тромбоцитарным индексам (MPV, PDV)
3. Тромбоцитарной гистограмме
4. Тромбокриту (PCT)

PLT (platelets — кровяные пластинки)

PLT в норме:

- У новорожденных детей до 10 дня количество тромбоцитов в пределах $100-420 \times 10^9$ /л.
- У детей в возрасте до 1 года количество тромбоцитов в пределах $150-350 \times 10^9$ /л.
- У детей старше 1 года количество тромбоцитов в крови составляет, также как и у взрослых, $180-320 \times 10^9$ /л.



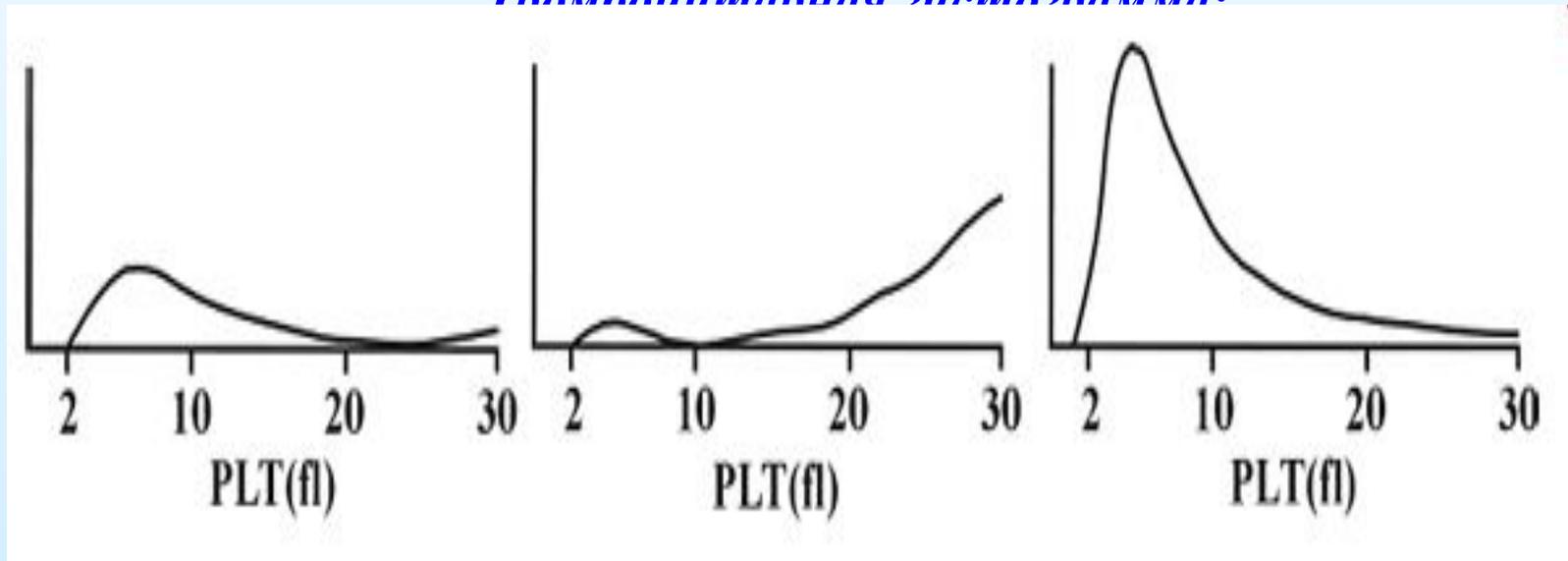
Тромбоцитарные индексы

MPV – средний объем тромбоцитов – у здоровых взрослых составляет 8,6-10,6 фл. Увеличение данного показателя свидетельствует об ускорении тромбоцитопоэза, так как «Молодые» кровяные пластинки имеют больший объем, что наблюдается у больных с идиопатической тромбоцитопенической пурпурой, тиреотоксикозом, сахарным диабетом, миелопролиферативными заболеваниями, атеросклерозом, у курильщиков и лиц, страдающих алкоголизмом. MPV снижается после спленэктомии, при синдроме Вискотта-Олдрича.

Тромбоцитарные индексы

PDW - ширина распределения тромбоцитов по объему - измеряется в процентах (1 — 20%) и количественно отражает гетерогенность популяции этих клеток по размерам (степень анизоцитоза тромбоцитов). Наличие в крови преимущественно молодых форм приводит к сдвигу гистограммы вправо, старые клетки располагаются в гистограмме слева.

Тромбоцитарная гистограмма.



- а) в норме; б) тромбоцитопения; в) гипертромбоцитоз, наличие макротромбоцитов

PCT (platelet crit)

тромбокрит является параметром, который отражает долю объема цельной крови, занимаемую тромбоцитами. Он аналогичен гематокриту и выражается в процентах.

В норме тромбокрит составляет 0,15 – 0,40%.

ЛЕЙКОЦИТАРНОЕ ЗВЕНО ГЕМОГРАММЫ

Оценивается по :

1. *Количеству WBC (white blood cells)*
2. *3 уровня дифференцировки лейкоцитов*

LYM %

LYM #

MID %

MID #

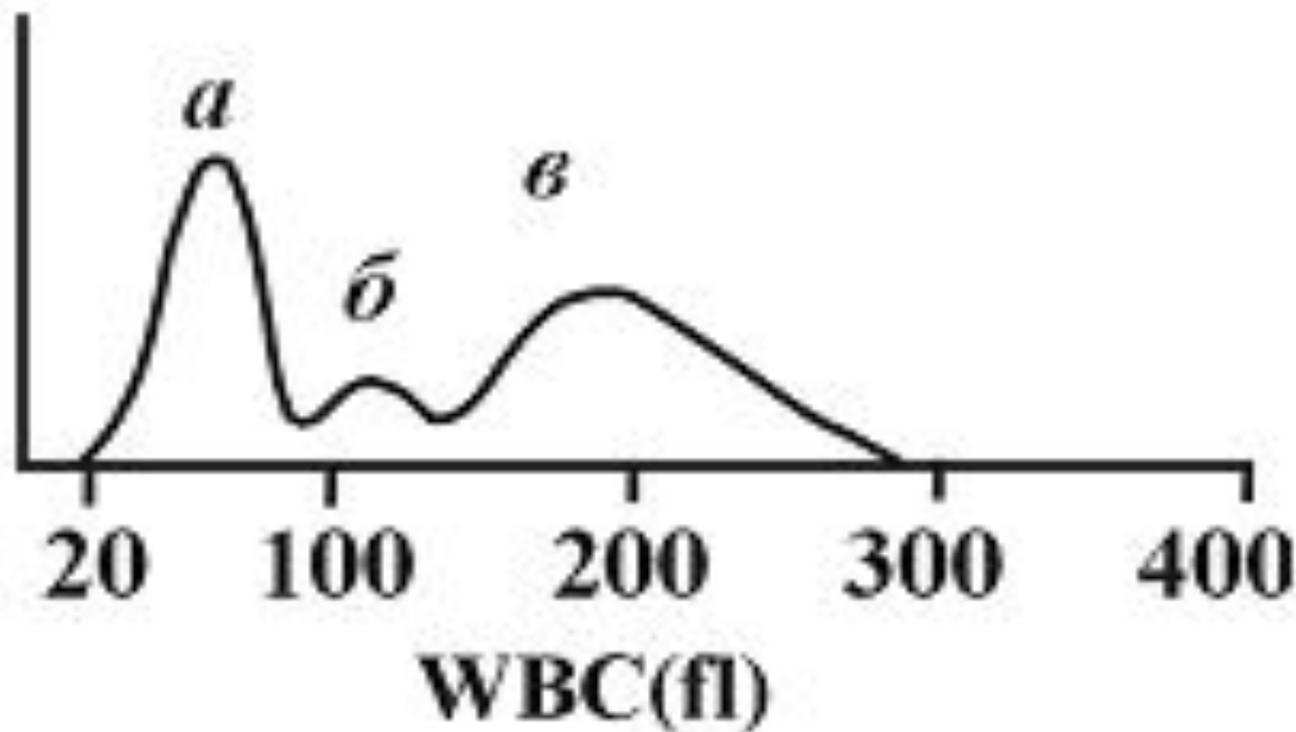
GRA %

GRA #

3 DIFF -анализаторы

Дифференцировка 3-х популяций

лейкоцитов: лимфоцитов (а),
гранулоцитов (в), «средних клеток» MID
(б).



3 DIFF -анализаторы

Средние клетки MID (моноциты, эозинофилы, базофилы).

Однако при измерении клеток кондуктометрическим методом в зону средних клеток могут попадать также базофилы и эозинофилы, особенно если они частично или полностью дегранулированы

Недостатки:

1. Недостаточная оценка лейкоцитарной формулы
2. Необходимость морфологического анализа лейкоцитарной формулы

ЛЕЙКОЦИТАРНАЯ ФОРМУЛА

Цель исследования лейкоцитарной формулы:

- оценить состояние иммунитета
- диагностика и дифференциальная диагностика лейкозов
- определить стадию и тяжесть инфекционного заболевания
- диагностика аллергических реакций и паразитарных инвазий и оценка их тяжести (количество эозинофилов)
- дифференциальная диагностика вирусных и бактериальных инфекций



Диагностическое значение лейкоцитарной формулы

заключается в том, что она дает представление о тяжести

заболевания и эффективности проводимого лечения

ПАРАМЕТРЫ ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ АНАЛИЗАТОРОВ

SYSMEX – 5 DIFF

Популяции лейкоцитов

NEUT-нейтрофилы

LYMPH-лимфоциты

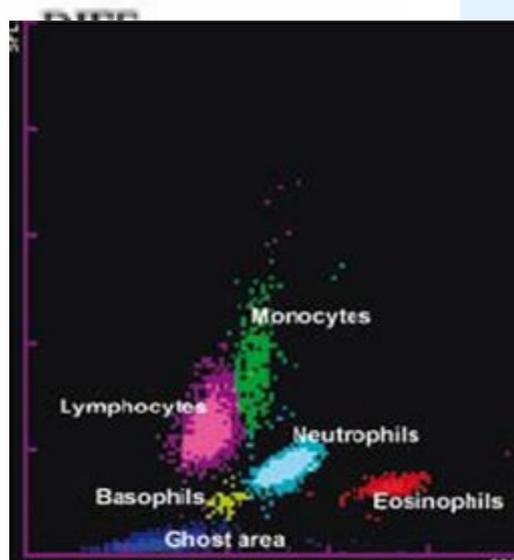
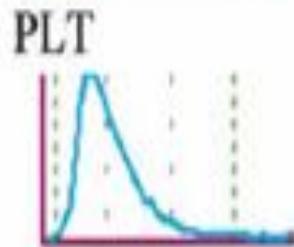
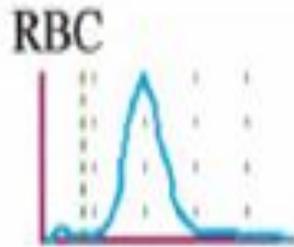
MONO-моноциты

EO-эозинофилы

BASO-базофилы

5 DIFF -анализаторы

WBC	8.45	[10 ⁹ /L]		
RBC	2.41	- [10 ¹² /L]		
HGB	75	- [g/L]		
HCT	24.0	- [%]		
MCV	99.6	[fL]		
MCH	31.1	- [pg]		
MCHC	313	[g/L]		
PLT	273	[10 ⁹ /L]		
RDW-SD	57.3	+ [fL]		
RDW-CV	17.0	+ [%]		
PDW	12.6	[fL]		
MPV	10.2	[fL]		
P-LCR	27.8	[%]		
PCT	0.28	[%]		
NEUT	5.92	• [10 ⁹ /L]	70.1	• [%]
LYMPH	0.96	• [10 ⁹ /L]	11.4	• [%]
MONO	1.33	• [10 ⁹ /L]	15.7	• [%]
EO	0.22	• [10 ⁹ /L]	2.6	• [%]
BASO	0.02	• [10 ⁹ /L]	0.2	• [%]



27
параметров
2
гистограммы
1
скеттограмма



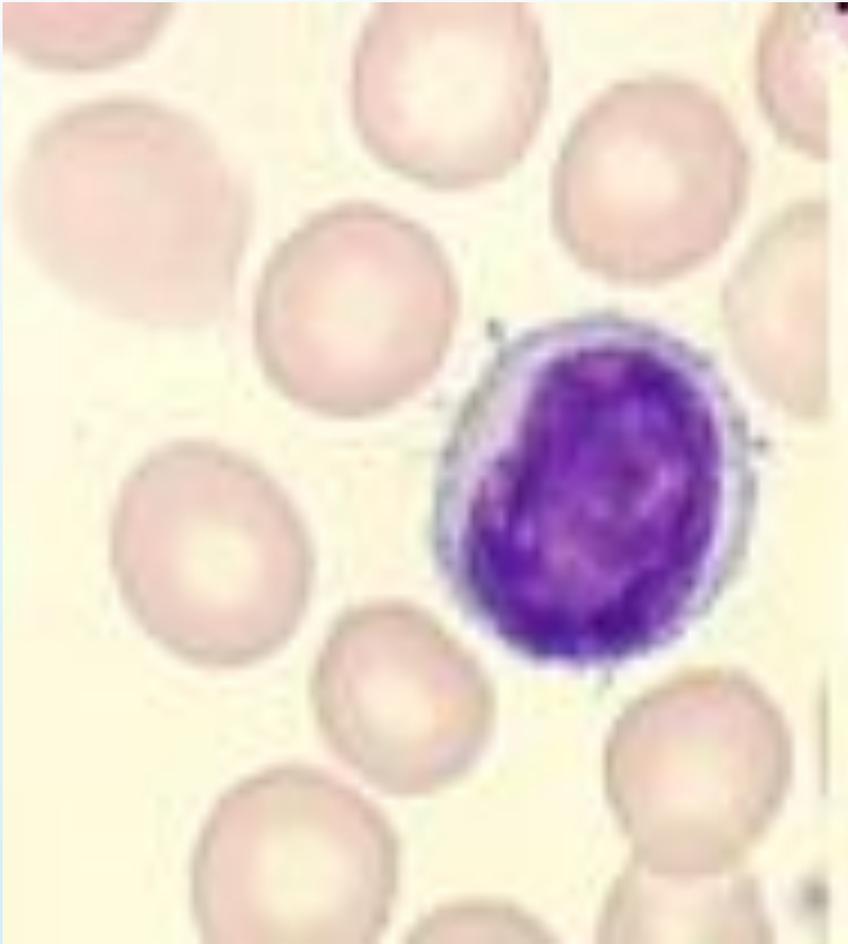
NEUT-нейтрофилы



Возраст	Предел колебаний, $\times 10^9$ /л	Процент нейтрофилов
1 год	1,8-8,5	30-50
7 лет	2,0-6,0	35-55
12 лет	2,2-6,6	40-60
Взрослые	1,8-6,5	45-70

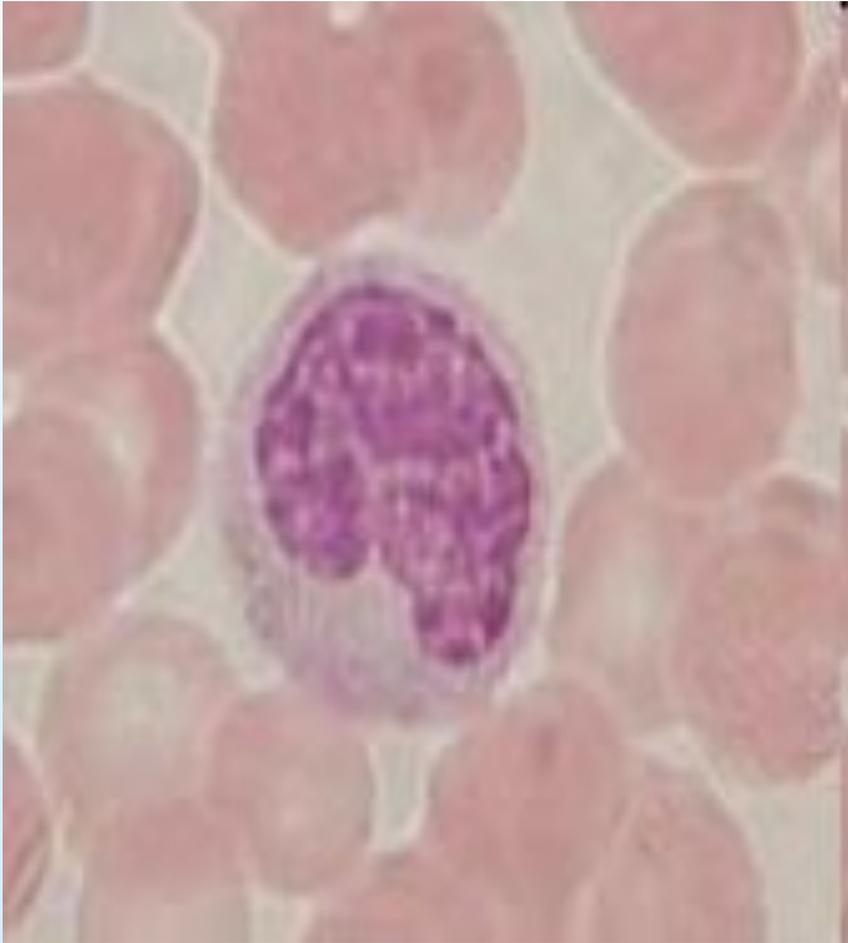
Палочкоядерные нейтрофилы в норме составляют 1-5% от общего количества нейтрофилов, остальные 40-68% составляют ***сегментоядерные нейтрофилы***.

LYMPH-лимфоциты



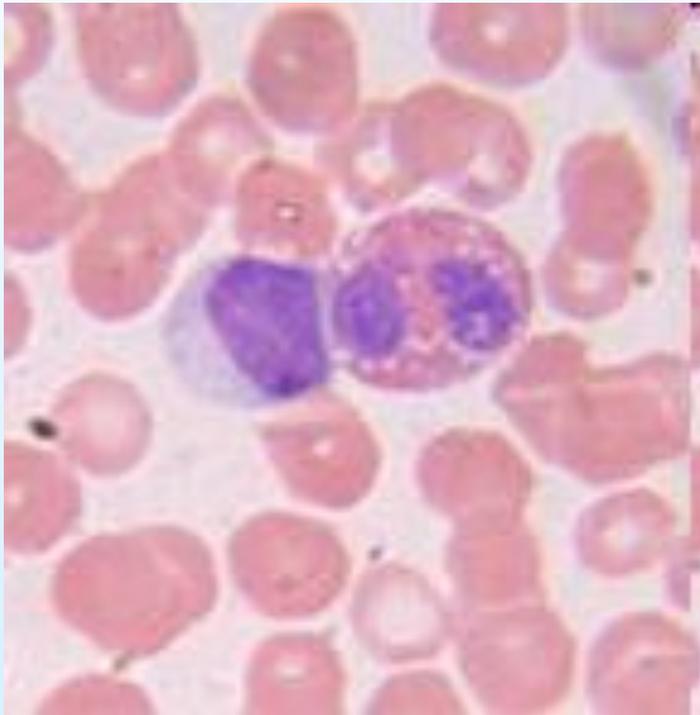
- У взрослого человека 19-37% или $1,2-3,0 \times 10^9 /л$
- В 1-й день от 12 до 36%
- В 1 месяц от 40 до 76%
- В 6 месяцев от 42 до 74%
- В 1 год от 38 до 72%
- До 6 лет от 26 до 60%
- До 12 лет от 24 до 54%
- У детей 13-15 лет количество лимфоцитов составляет от 22 до 50%.

МОНО-МОНОЦИТЫ

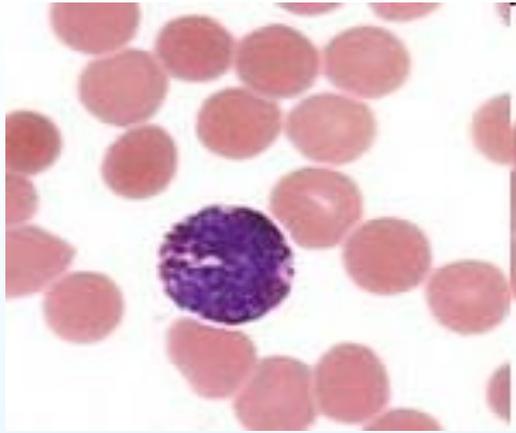


- У здорового взрослого человека и у детей старше 13 лет в норме количество моноцитов в крови составляет от 3 до 11% от количества всех лейкоцитов или от $0,1$ до $0,6 \times 10^9/л$.
- У детей до 13 лет составляют от 2 до 12% от общего количества лейкоцитов

ЕО-эозинофилы



Возраст	Предел колебаний, $\times 10^9$ /л	Эозинофилы, %
до 12 мес	0,05-0,7	1-5
от 1 года до 7 лет	0,02-0,7	1-5
от 8 лет до 16 лет	0-0,60	1-5
Взрослые	0-0,45	1-5



ВАСО-базофилы

Базофилы	взрослые	при рождении	1 месяц	1 год	12 лет
Отн. количество %	0,5-1	0,75	0,5	0,6	0,7

WBC	8.45	[10 ⁹ /L]	
RBC	2.41	- [10 ¹² /L]	
HGB	75	- [g/L]	
HCT	24.0	- [%]	
MCV	99.6	[fL]	
MCH	31.1	- [pg]	
MCHC	313	[g/L]	
PLT	273	[10 ⁹ /L]	
RDW-SD	57.3	+ [fL]	
RDW-CV	17.0	+ [%]	
PDW	12.6	[fL]	
MPV	10.2	[fL]	
P-LCR	27.8	[%]	
PCT	0.28	[%]	
NEUT	5.92	• [10 ⁹ /L]	70.1 • [%]
LYMPH	0.96	• [10 ⁹ /L]	11.4 • [%]
MONO	1.33	• [10 ⁹ /L]	15.7 • [%]
EO	0.22	• [10 ⁹ /L]	2.6 • [%]
BASO	0.02	• [10 ⁹ /L]	0.2 • [%]