

Особенности оценки общего анализа крови в общей врачебной практике



Молдабаева Алтын Кабдолловна
заведующая кафедры лабораторной
медицины к.б.н., доцент,
Медицинский университет Астана

2023г

Лабораторная диагностика - медицинская наука, является важным элементом доказательной медицины (evidence:based medicine).

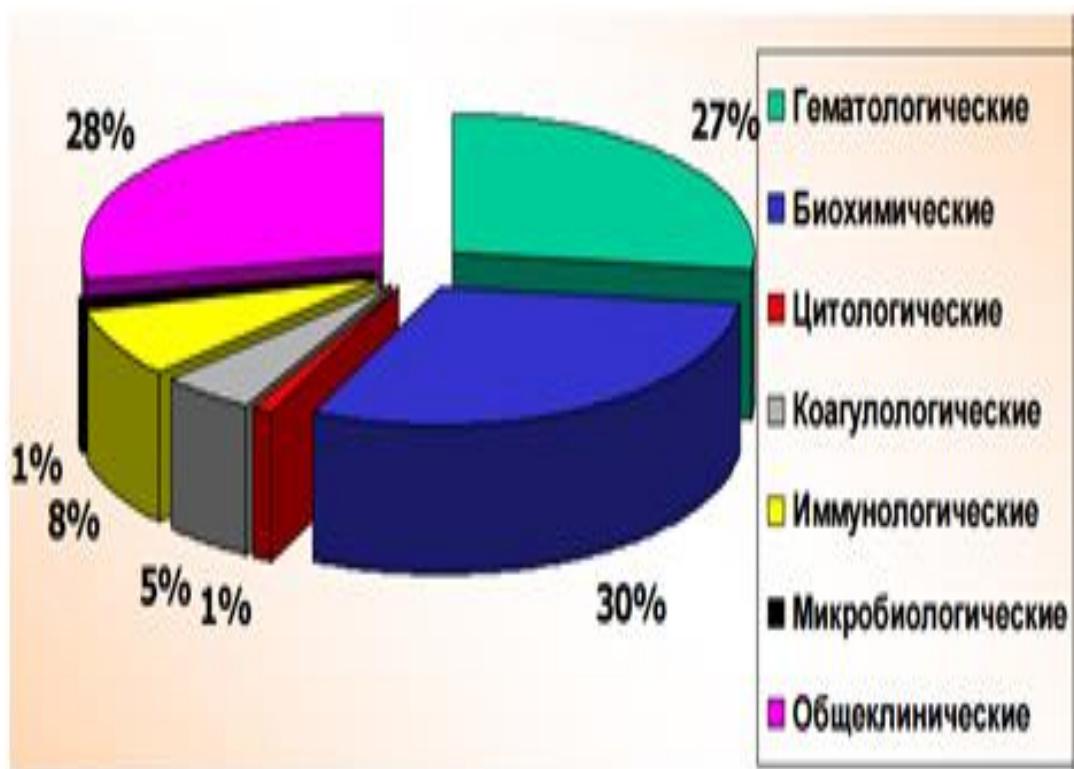
Основные задачи:

- повышение доступности и качества медицинской помощи
- внедрение высокотехнологичных методов диагностики
- оснащение лечебно-профилактических учреждений первичного звена современным диагностическим оборудованием
- совершенствование лабораторных анализаторов, что позволит существенно расширить спектр и повысит качество лабораторных исследований
- грамотное, профессиональное толкование полученных результатов основанно на наиболее современных результатах теоретических и прикладных клинических исследований.

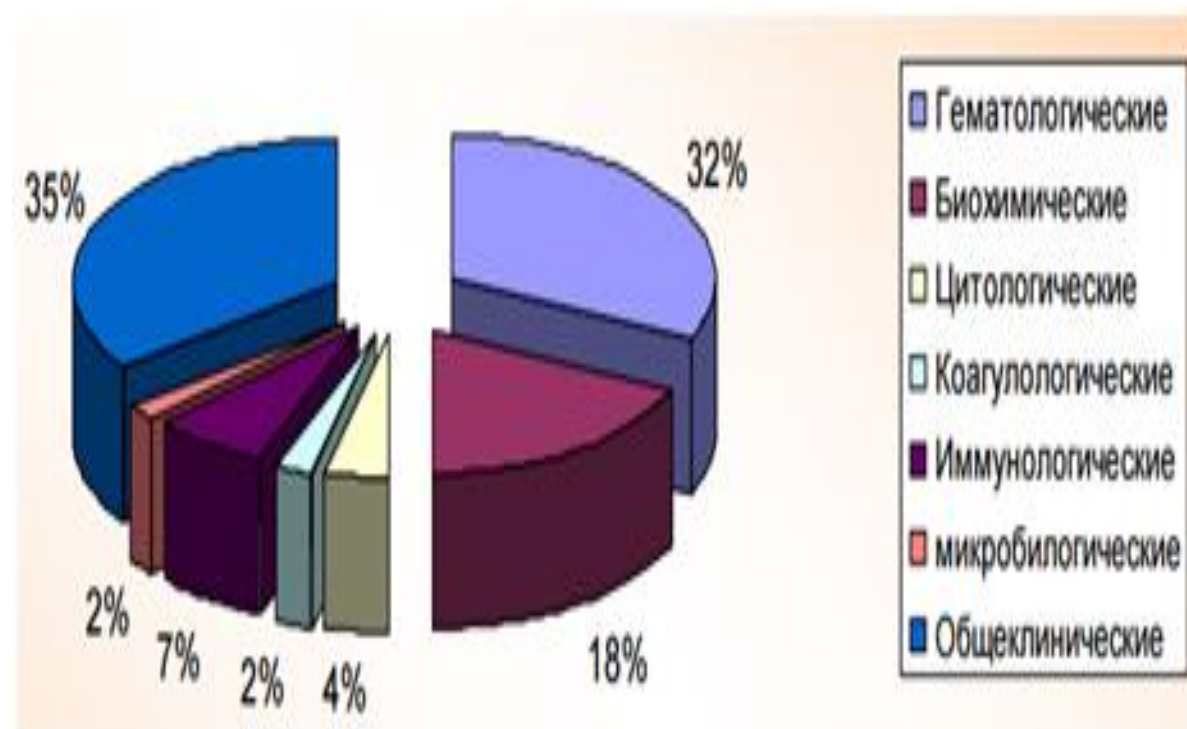
Самое распространенное исследование – **общий анализ крови**, является основным методом оценки форменных элементов крови и позволяет диагностировать большинство заболеваний крови (анемии, лейкозы и другие), а также оценить динамику воспалительного процесса, эффективность проводимого лечения, вовремя обнаружить развивающийся побочный эффект препарата.

Кровь – уникальная система организма, которая реагирует на малейшие изменения тела. У здорового человека клеточный состав крови постоянен. Особенности реакции нашего организма на многие патологические состояния складываются таким образом, что изменения в ОАК возникают задолго до того, как появляются какие-либо первые минимальные симптомы, что актуально на этапе периодических профилактических медицинских осмотров при условии правильной интерпретации полученных данных.

Структура лабораторных исследований в стационарах



Структура лабораторных исследований в поликлиниках



Органы кроветворения

```
graph TD; A[Органы кроветворения] --> B[Красный костный мозг]; A --> C[Тимус]; A --> D[Лимфатические узлы]; A --> E[Селезенка];
```

Красный костный
мозг

Тимус

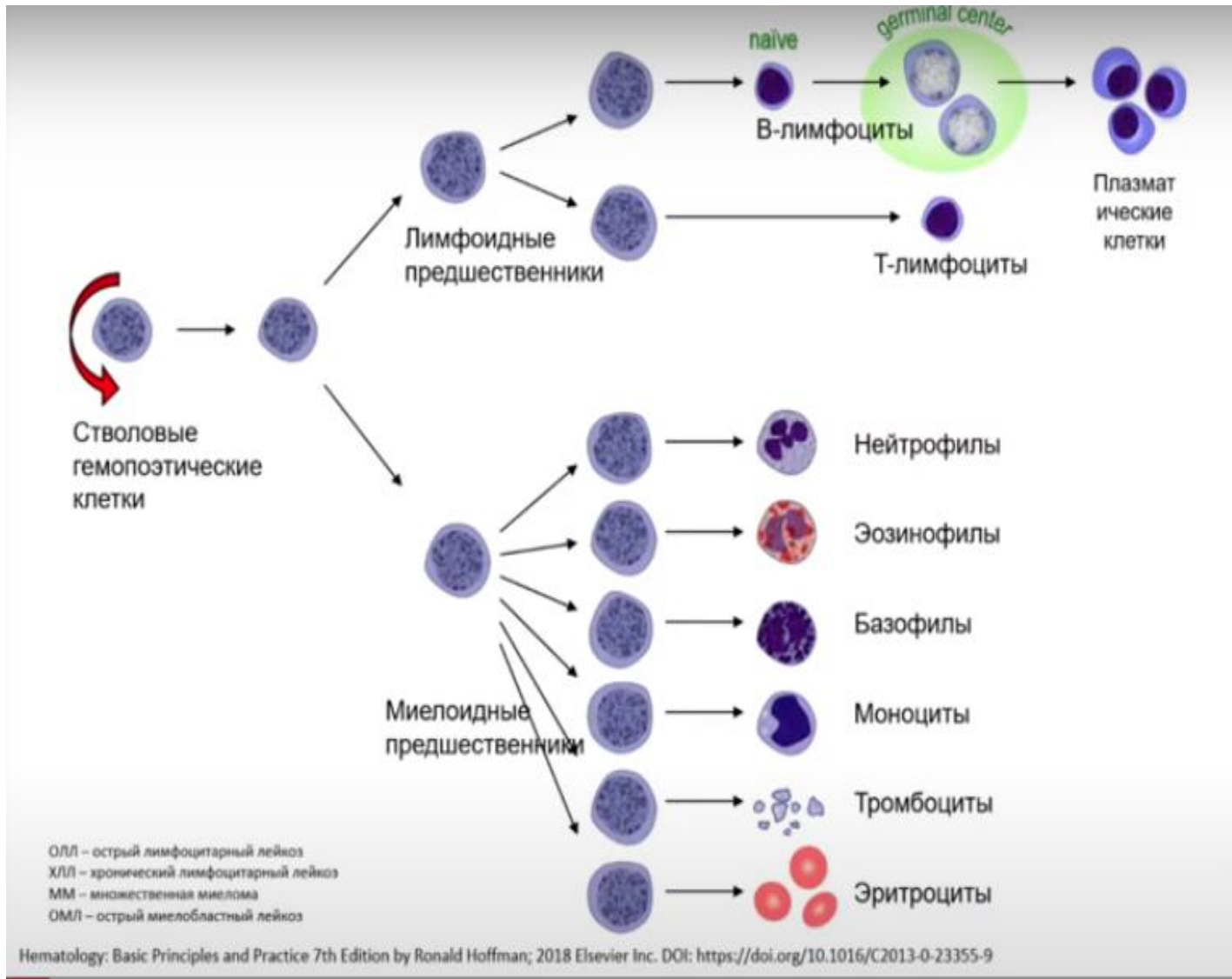
Лимфатические
узлы

Селезенка

Миелопоэз -эритроциты, тромбоциты, гранулоциты (нейтрофилы, эозинофилы, базофилы), моноциты их дифференцировка и выход в периферическую кровь.

Лимфопоэз-Т- и В-клетки, НК-клетки (естественные киллеры):
первичные лимфоидные органы - красный костный мозг, -тимус
вторичные лимфоидные органы – селезенка, периферические лимфоузлы, лимфоидная ткань ЖКТ

Схема кроветворения



Костный мозг состоит :

- красный росток кроветворения (эритроидный росток -эритроциты),
- мегакариоцитарный росток кроветворения (тромбоциты),
- белый росток кроветворения (гранулоциты - нейтрофилы, эозинофилы и базофилы) и моноциты,
- лимфоцитарный росток кроветворения (лимфоциты).

Ткань костного мозга, вырабатывающая кровяные клетки, называются миелоидной тканью.

Общий анализ крови (ОАК) – важный диагностический тест для клинических врачей, доступный, быстро выполнимый лабораторный тест позволяющий оценить изменения всех ростков системы кроветворения, и неспецифический маркер воспаления (СОЭ). Исследование может быть развернутым и сокращенным, с расчетом индексов и соотношений , и определение количественно и качественно клеточный состав крови.

Лейкоциты

WBC - abs

Neu - % , abc
Lym - % , abc
Mon - % , abc
Bas - % , abc
Eos - % , abc

Эритроциты (RBC)

Гемоглобин (HGB)

Гематокрит (HCT)

MCV-mean cell volume (средн. объем эритроц.)

MCH - mean corpuscular HGB (содержание гемоглобина в эритроците)

MCHN - Mean Cell Hemoglobin Concentration (средн. концентрация гемоглобина в эритроц.)

RDV-CV- Red cell Distribution Width (распределение эритроцитов по величине- процент распределения %)

RDV-SD- Red cell Distribution Width (распределение эритроцитов по величине- стандартное отклонение)

Тромбоциты (PLT)

MPV- Средний объем тромбоцитов (фл)

PDV -Ширина распределения тромбоцитов по объему (%)

PCT- тромбокрит (%)

P-LCC количество гигантских (>12 мкм) тромбоцитов (%)



AL Алекслаб
Вакуумные пробирки...

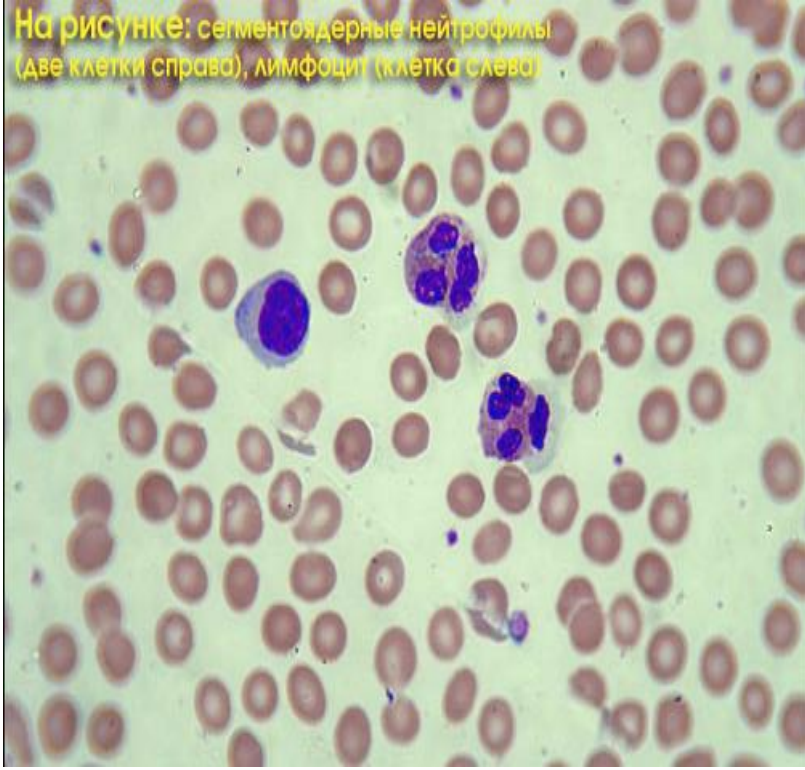


- **Венозная кровь** считается лучшим материалом для клинического исследования крови. При известной стандартизации процессов взятия, хранения, транспортировки венозной крови удастся добиться минимальной травматизации и активации клеток, примеси тканевой жидкости.
- **Капиллярная кровь** используется при ожогах, занимающая большую площадь поверхности тела пациента, наличие мелких, труднодоступных вен у пациента, выраженное ожирение, установленная склонность к венозному тромбозу, новорожденный - необходимость ежедневного мониторинга показателей крови). При взятии из пальца существует ряд методических особенностей, которые трудно стандартизировать (холодные, цианотичные, отежные пальцы), разброс в полученных результатах, повторные исследования. Выпускаемые фирмами калибровочные и контрольные материалы предназначены для калибровки и проведения контроля качества в венозной крови.
- Цельная венозная кровь и капиллярная кровь (с ЭДТА).
- Медперсонал не соблюдает правила подготовки пациента к забору материала
- Не достаточный объём биоматериала, микросгустки, условия транспортировки, температурный режим, хилез, гемолиз, иктеричность.

Подготовка пациента к сдаче общего анализа крови

1. Необходимо явиться на исследование утром натощак, между 8 и 10 часами.
2. При взятии крови на общий анализ в любое иное время суток на направлении нужно указать период времени, прошедший после последнего приема пищи.
3. Накануне исследования необходимо: - исключить физические и умственные нагрузки;
4. Избегать любые стрессовые ситуации;
5. Исключить прием алкоголя, курение;
6. Исключить прием лекарственных препаратов или при лечении в стационарных условиях, необходимо сдавать кровь на исследование до приема медикаментов;
7. Физиотерапевтические процедуры, а также рентгенологические, ультразвуковые исследования проводятся после взятия крови на анализ, т.к. воздействие низкочастотного или высокочастотных излучений могут изменить гематологические показатели крови (снижается концентрация лейкоцитов, гемоглобина).
8. Нецелесообразно проводить исследование ОАК на фоне инфузионной терапии.

На рисунке: сегментоядерные нейтрофилы
(две клетки справа), лимфоцит (клетка слева)



- **Эритроциты** - форменные элементы крови, содержащие гемоглобин, транспортирующие кислород и углекислый газ. Зрелые эритроциты не содержат ядра, имеют дисковидную форму. Средний срок жизни эритроцитов - 120 дней. Увеличение количества эритроцитов называется эритроцитозом. **Анемия**-снижение количества эритроцитов и гемоглобина.

Особенности:

- У новорожденных—эритроцитоз, как реакция на недостаточность снабжения плода кислородом в период внутриутробного развития и в родах. У новорожденных размер эритроцитов несколько больше, чем у взрослых.
- У женщин эритроцитов—ниже, чем у мужчин (в пожилом возрасте одинаково).

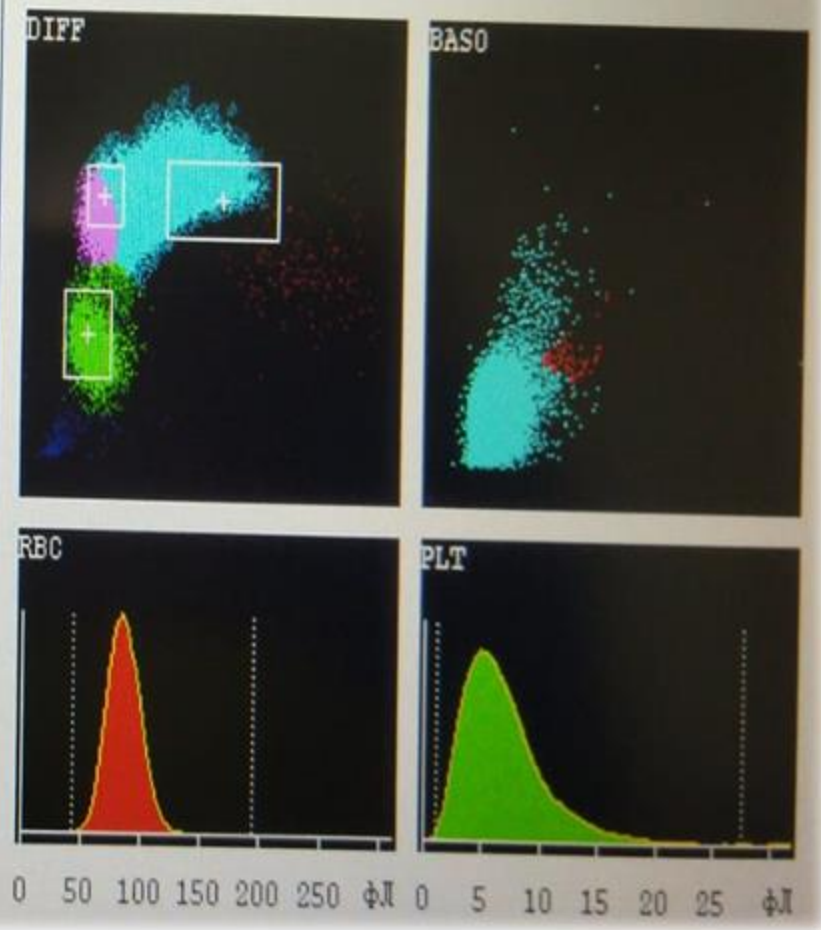
- Физическая нагрузка, усиленное потоотделение, голодание - увеличивает количество эритроцитов.
- Количество эритроцитов в лежачем положении на 5% ниже, чем стоя.
- Подъем на высоту - эритроцитоз (вследствие гипоксии).
- Стрессы- увеличивает количество эритроцитов.
- Утром количество эритроцитов увеличено, по сравнению с показателями вечером и ночью.
- Количество эритроцитов может физиологически несколько снизиться после еды, в период между 17.00 и 19.00ч.
- После длительного сжатия жгутом, возможно получение ложно завышенных результатов.

- **Гемоглобин (HGB)** - дыхательный пигмент крови, участвующий в транспорте кислорода и углекислоты, выполняющий также буферные функции . Содержится в эритроцитах (красные кровяные тельца крови). Состоит из белковой части - **глобина** и железосодержащей порфириновой части - **гема**.
- **Физиологические формы гемоглобина:** оксигемоглобин (**HbO₂**) - соединение гемоглобина с кислородом образуется, преимущественно, в артериальной крови и придает ей алый цвет .
- Восстановленный гемоглобин или дезоксигемоглобин (**HbH**) - гемоглобин, отдавший кислород тканям.
- Карбоксигемоглобин (**HbCO₂**) - соединение гемоглобина с углекислым газом; образуется, преимущественно, в венозной крови, которая вследствие этого приобретает темно-вишневый цвет.
- Метгемоглобин (**HbMet**)- образуется под действием нитритов, нитратов и некоторых лекарственных препаратов (происходит переход двухвалентного железа в трехвалентное с образованием метгемоглобина).
- Снижение содержания гемоглобина -**анемия**. Причина:
 - нехватка железа, необходимого для синтеза гемоглобина;
 - витаминов, участвующих в образовании эритроцитов (преимущественно B12, фолиевая кислота);
 - нарушение образования клеток крови при специфических гематологических заболеваниях;
 - кровотечения или повышенное разрушение (гемолизе) эритроцитов;
 - вторично, при разного рода хронических соматических заболеваниях.

WBC	H	61.82	10 ⁹ /L	Флажок WBC
Neu#	R H	54.09	10 ⁹ /L	
Lym#	H	4.51	10 ⁹ /L	
Mon#	R H	2.97	10 ⁹ /L	
Eos#		0.19	10 ⁹ /L	
Bas#		0.06	10 ⁹ /L	
Neu%	R H	87.5	%	
Lym%	L	7.3	%	
Mon%	R	4.8	%	
Eos%	L	0.3	%	
Bas%		0.1	%	
RBC		4.91	10 ¹² /L	Флажок RBC
HGB		143	g/L	
HCT		45.5	%	
MCV		92.6	fL	
MCH		29.1	pg	
MCHC	L	314	g/L	
RDW-CV		14.7	%	
RDW-SD		51.8	fL	
PLT		254	10 ⁹ /L	Флажок PLT
MPV		6.9	fL	
PDW		15.6	%	
PCT		0.175	%	
P-LCC		34	10 ⁹ /L	
P-LCR		13.3	%	

Код: 7
 Режим: OV-WB-CBC+5DIFF
 Время: 03-11-2022 11:49

Незрел. клетка?
 Сдвиг Влево?
 Моноцитоз
 Лимфоцитоз
 Нейтрофилия
 Лейкоцитоз



В настоящее время практически лаборатории оснащены высокоточными автоматическими гематологическими анализаторами крови.

- Импедансный метод для определения RBC и PLT
- Колориметрический метод для определения HGB
- Проточная лазерная цитометрия для определения WBC

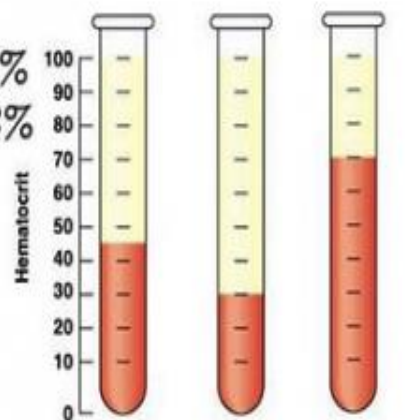
ГЕМАТОКРИТ

- отношение объема форменных элементов
к объему крови (%)

Норма:

мужчины: 40 - 52%

женщины: 36 - 48%



**Главный компонент
- эритроциты**

■ = Plasma

■ = Erythrocytes

400 × 354

Гематокрит - маркер риска сахарного диабета,
регулируемый инсулином

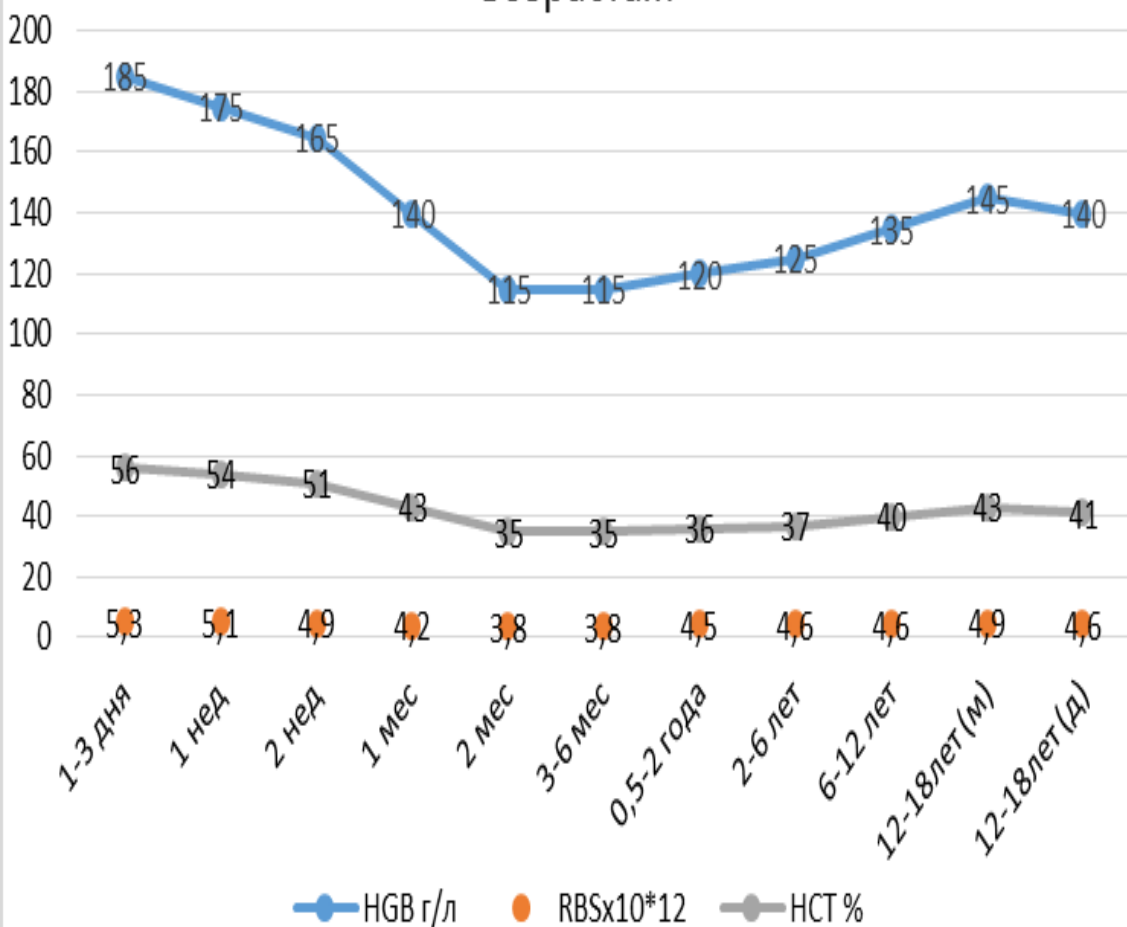
- Гематокрит - это доля (%) от общего объема крови, которую составляют эритроциты. Гематокрит отражает соотношение эритроцитов и плазмы крови, а не общее количество эритроцитов. Например, у пациентов в состоянии шока за счет сгущения крови гематокрит может быть нормальным или даже высоким, хотя, вследствие потери крови, общее число эритроцитов может значительно снижаться. Поэтому гематокрит нельзя использовать для оценки степени анемии вскоре после потери крови или гемотрансфузии.
- Гематокрит может несколько снижаться при взятии крови в положении лежа. Ложно повышенные результаты могут наблюдаться при длительном сжатии вены жгутом во время взятия крови. Ложное снижение гематокрита может наблюдаться вследствие разведения крови (взятие крови из той же конечности непосредственно после внутривенных введений).

Показатели красной крови у детей и подростков: средние величины и нижний предел нормы

Возраст	Гемоглобин HGB г/л (М и -2σ)	Эритроциты RBS x10 ¹² /л (М и -2σ)	Гематокрит HCT % (М и -2σ)	Ретику- лоциты Rt ‰	MCV фл (М и -2σ)	MCH пг (М и - 2σ)	MCHC % (М и -2σ)
1-3 дня	185 (145)	5,3 (4,0)	56 (45)	20-40	108 (95)	34 (31)	33 (29)
1 неделя	175 (135)	5,1 (3,9)	54 (42)	0-5	107 (88)	34 (28)	33(28)
2 неделя	165 (125)	4,9 (3,6)	51 (39)	1,5-15	105 (86)	34 (28)	33 (28)
1 месяц	140 (100)	4,2 (3,0)	43 (31)	4,5-14	104 (85)	34 (28)	33 (28)
2 мес	115 (90)	3,8 (2,7)	35 (28)	4,5-21	96 (77)	30 (26)	33 (29)
3-6 мес.	115 (95)	3,8 (3,1)	35 (29)	2,5-9	91 (74)	30 (25)	33 (30)
0,5-2 года	120 (105)	4,5 (3,7)	36 (33)	2-10	78 (70)	27 (23)	33 (30)
2-6 лет	125 (115)	4,6 (3,9)	37 (34)	2-7	81 (75)	27 (24)	34 (31)
6-12 лет	135 (115)	4,6 (4,0)	40 (35)	2-3	86 (77)	29 (25)	34 (31)
12-18 лет(м)	145 (130)	4,9 (4,5)	43 (37)	2-12	88 (78)	30 (25)	34 (31)
12-18 лет (д)	140 (120)	4,6 (4,1)	41 (36)	2-12	90 (78)	30 (25)	34 (31)

- **Особенности.** В крови новорожденного наблюдается **анизоцитоз и макроцитоз**. В течение первых месяцев жизни количество гемоглобина резко уменьшается, снижаясь до 115–130 г/л, а иногда и до 108 г/л. Это своеобразный критический период в жизни и развитии ребенка.
- число **RET, RCB, HGB** начинает восстанавливаться, и к середине первого года жизни показатель эритроцитов превышает $4,0\text{--}4,5 \times 10^{12}$ кл/л, а содержание гемоглобина достигает 110–120 г/л.
- В раннем неонатальном периоде показатели эритроцитов составляют 7,2–5,4 т/л, ретикулоцитов –22–42 ‰, Hb — 220–180 г/л. Ретикулоцитоз быстро понижается со вторых суток жизни/
- В позднем неонатальном периоде эритроциты снижаются до 4,7 г/л, Hb — до 150 г/л.
- У детей первых дней жизни в периферической крови в норме могут быть оксифильные нормоциты, повышено количество Rt, однако к концу первого месяца их количество уменьшается до стабильных величин.
- Степень анемии определено уровню Hb: от 110 до 90 г/л — легкая степень, от 89 до 70 г/л — средняя степень, ниже 69 г/л — тяжелая степень анемии.
- До 1 месяца у новорожденных наблюдается гиперхромия **МСН** до 34 пг, макроцитоз **МСV** до 104-108 фл, а с 2 месяцев в пределах нормы.
- В последующие возрастные периоды число эритроцитов у здоровых детей колеблется от $4,0$ до $4,5 \times 10^{12}$ /л; у подростков — до $5,2 \times 10^{12}$ /л [2]. На каждую тысячу зрелых эритроцитов в крови циркулируют 6–8 ретикулоцитов (6–8 ‰). В норме показатель гемоглобина у ребенка до 5 лет не ниже 110 г/л, в более старшем возрасте — не ниже 120 г/л.

Показатели красной крови у детей по возрастам



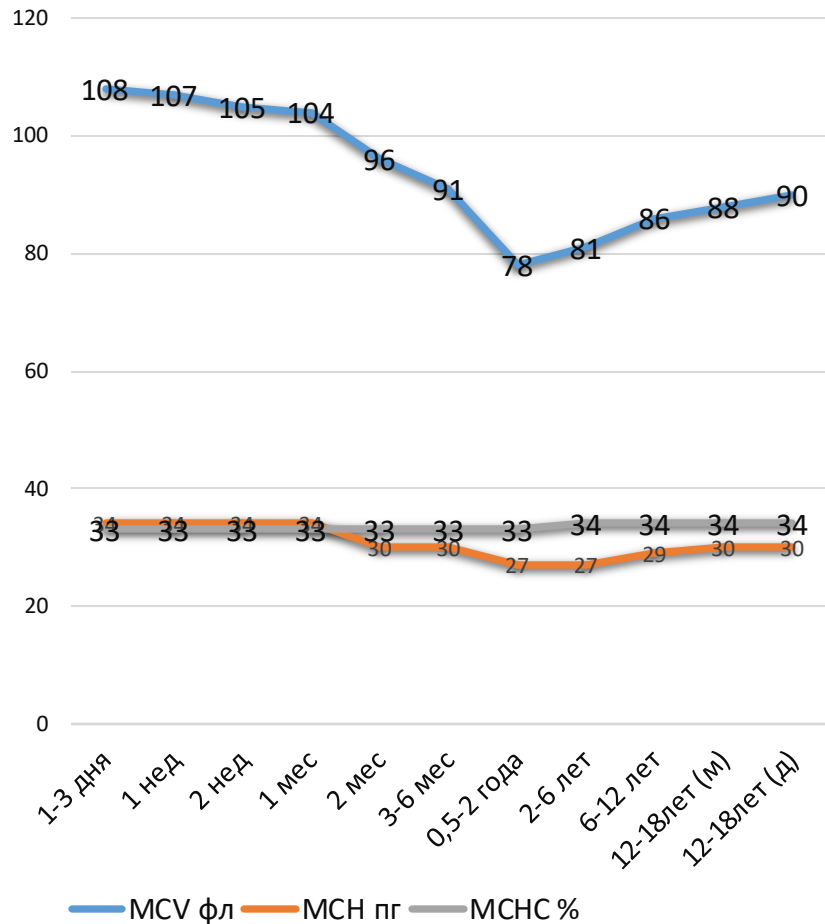
В 1-3 день после рождения у ребенка интенсивный эритропоэз - реакция на недостаточность кислорода в период внутриутробного развития и в родах (**↑ ↑ RBS, RET, HGB, HCT**). После установления внешнего дыхания гипоксия сменяется гипероксией, это снижает выработку эритропоэтина, что уменьшает интенсивность эритропоэза.

Патология- абсолютный **первичный** эритроцитоз (истинная полицитемия или болезнь Вакеса) —миелопролиферативное заболевание (хронические лейкозы, у детей практически не встречаются). **«Вторичные»** эритроцитозы обусловлены реактивным раздражением эритропоэза (относительные и абсолютные).

Относительные - в норме у новорожденных, при обезвоживании, сгущении крови у рабочих горячих цехов, при упорной рвоте, диарее, нарастании массивных отеков, ожогах.

Абсолютные вторичные эритроцитозы - повышенная продукция эритропоэтина клетками юкстагломерулярного аппарата почек. Происходит мобилизация стволовых клеток в направлении эритропоэза. Стимулятор- гипоксия, которая отмечается при различных хронических заболеваниях легких, некоторых пороках сердца, высотной болезни, отравлении анилиновыми красителями, окисью углерода, фосфором, кобальтом, злокачественные опухоли (паранеопластические эритроцитозы)

Показатели индекса эритроцитов



- **Средний объем эритроцита (MCV)** , норма 80-95 мкм³ (фл) — нормальные его значения характеризуют нормоцитоз - при острой кровопотере, гемолитических, апластических и анемиях при хронических заболеваниях. **Особенность.** Не является достоверным при большом количестве эритроцитов с измененной формой, MCV может иметь нормальное значение при наличии у пациента одновременно выраженного макро- и микроцитоза). Микросфероциты имеют диаметр меньше нормы, в то время как средний объем их чаще остается в норме, поэтому необходимо всегда производить микроскопию мазка крови.
- **Снижение MCV встречается при:** микроцитарных анемиях, (ЖДА), анемии при хронических заболеваниях, отравлении свинцом, гемоглобинопатиях, гемолизе, уменьшении внутриклеточной жидкости, гипогидратации эритроцитов.
- **Увеличение MCV вызывают:** макроцитарные и мегалобластные анемии (недостаток В 12и фолиевой кислоты), повреждение паренхимы печени, лекарственные средства (эстрогены, антимагметаболиты), отравление метанолом, выраженная гипергликемия, злокачественные опухоли.
- Доношенный новорожденный 1-ой недели жизни: макроцитоз, гиперхромия, полихроматофилия **RBS, ретикулоцитоз** (,8-4,3%), единичные нормобласты.

МСН - среднее содержание гемоглобина в эритроците

Единицы измерения: **pg** (пикограмм)

Среднее содержание гемоглобина в эритроците (МСН) — более объективный показатель, чем цветовой индекс, который зависит от объема клетки. В норме: 27-31 пг. Вычисляется в абсолютных единицах делением величины концентрации гемоглобина на число эритроцитов.

Понижение МСН - гипохромная анемия (нарушается синтез гемоглобина). Железодефицитная анемия, талассемия, апластические анемии

Увеличение МСН - гиперхромная анемия, гиперхромия не зависит от степени насыщения эритроцитов гемоглобином, а обусловлена только объемом красных кровяных клеток, т.к. повышение концентрации гемоглобина выше физиологического может закончиться кристаллизацией его и гемолизом эритроцита. В 12, фолиеводефицитная анемия, заболевания печени, ложное повышение (множественная миелома, гиперлейкоцитоз).

Нормохромия характерна для здоровых людей, но может встречаться и при гемолитических и апластических анемиях, а также анемии, связанной с острой кровопотерей.

На основании этого индекса анемии можно разделить на нормо-, гипо- и гиперхромные. Гипохромия обусловлена уменьшением объема эритроцитов (микроцитоз) или снижением уровня гемоглобина в эритроците нормального объема. Т.е. гипохромия может сочетаться как с уменьшением объема эритроцитов, так и наблюдаться при нормо- и макроцитозе. Гиперхромия не зависит от степени насыщения эритроцитов гемоглобином, а обусловлена только объемом красных кровяных клеток, т.к. повышение концентрации гемоглобина выше физиологического может закончиться кристаллизацией его и гемолизом эритроцита.

RDW (red cell distribution width)– ширина распределения эритроцитов по объему

Единицы измерения:

% - процент отклонения объема эритроцитов от среднего значения в популяции (% разброса)

fL – показывает разницу между максимальным и минимальным объемом эритроцита в популяции

RDW – CD - 11,5 – 14,5%

RDW – SV – 35,0– 56,0 fL

Показатель гетерогенности эритроцитов по объему, характеризует степень **анизоцитоза**.

Анизоцитоз улавливается прибором значительно быстрее, чем при визуальном просмотре мазка крови. В то же время, показатель RDW характеризует колебания объема клеток внутри популяции и не связан с абсолютной величиной объема эритроцитов. Поэтому, при наличии в крови популяции эритроцитов с измененным, но достаточно однородным размером (например, микроциты), значения RDW могут быть в пределах нормы.

RDW – количественный показатель анизоцитоза, пойкилоцитоза, увеличение его характерно для ЖДА. Анемии в результате деструкции клеток эритроидного ряда (гемолитические) являются нормохромными, гиперрегенераторными (ретикулоцитоз 100–800 ‰) и сопровождаются лейкоцитозом, увеличением СОЭ. В мазке крови — аномальные формы эритроцитов (серповидноклеточные, овалоциты, стоматоциты и др.), при микросфероцитарных анемиях и при некоторых ферментопатиях, в эритроцитах наблюдается снижение минимальной и повышение максимальной **осмотической резистентности эритроцитов (ОРЭ)**.

В норме у **новорожденных**: минимальная — 0,52–0,48 %, максимальная — 0,30–0,24

У **детей старше одного месяца** минимальная 0,48–0,46 %, максимальная — 0,36–0,28 %.

Показатель	Результат	Ед. изм.	Референсные значения
Лейкоциты (WBC)	7.65	$\times 10^9/\text{л}$	3.89 - 9.23
Эритроциты (RBC)	4.85	$\times 10^{12}/\text{л}$	3.83 - 4.86
Гемоглобин (HGB)	14.40	г/дл	12.13 - 14.87
Гематокрит (HCT)	43.20	%	34.79 - 44.27
Средний объем эритроцита (MCV)	89.10	фл	81.3 - 100.12
Среднее содержание Hb в эритроците (MCH)	29.70	пг	26.04 - 33.36
Средняя концентр. Hb в эритроците (MCHC)	33.30	г/дл	30.59 - 33.76
Индекс анизоцитоза эритроцитов (RDW-CV)	11.90	%	11.22 - 15.56
Индекс анизоцитоза эритроцитов (RDW-SD)	38.40	фл	35.26 - 48.7
Тромбоциты (PLT)	270	$\times 10^9/\text{л}$	167.6 - 389.4
Тромбокрит (PCT)	0.35	%	0.19 - 0.38
Средний объем тромбоцита (MPV)	13.1	фл	9.1 - 12.6
Индекс анизоцитоза тромбоцитов (PDW)	20.00	%	9.3 - 16.7

Лейкоцитарная формула

Показатель	Результат	Ед. изм.	Референсные значения
Нейтрофилы (общие)	55.10	%	40.8 - 70.39
Нейтрофилы (общ.) (*)	4.22	$\times 10^9/\text{л}$	1.78 - 6.04
Эозинофилы	3.00	%	0.24 - 10.24
Эозинофилы (*)	0.23	$\times 10^9/\text{л}$	0.01 - 0.59
Базофилы	0.50	%	0.2 - 1.5
Базофилы (*)	0.04	$\times 10^9/\text{л}$	0.01 - 0.09
Лимфоциты	33.70	%	20.11 - 46.79
Лимфоциты (*)	2.58	$\times 10^9/\text{л}$	1.39 - 3.15
Моноциты	7.70	%	4.03 - 10.57
Моноциты (*)	0.59	$\times 10^9/\text{л}$	0.24 - 0.72

Морфология форменных элементов

Показатель	Результат
Анизоцитоз	отсутствует
Анизохромия	отсутствует
Поикноцитоз	отсутствует
Полихроматофилия	отсутствует
Тельца Жолли, кольца Кебота	отсутствуют
Мегалобласты	отсутствуют
Гиперсегментация ядер нейтрофилов	отсутствует
Токсогенная зернистость нейтрофилов	отсутствует
Эритро.мормобласты	отсутствуют

Скорость оседания эритроцитов

Показатель	Результат	Ед. изм.	Референсные значения
СОЭ (метод Westergren)	6	мм/час	0 - 25

Исследованные биоматериалы:

Анализ выполнен на оборудовании: Sysmex XN-2000, V

Лейкоциты (WBC) -white blood cells

Норма: 4.0- 9,0 $\times 10^9/\text{л}$.

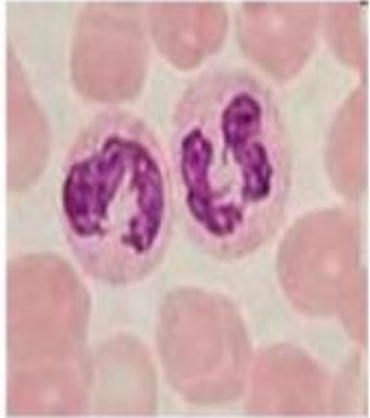
Форменные элементы крови человека, поддерживают кровяной и тканевой барьер против микробной, вирусной и паразитарной инфекции, обеспечивают тканевой гомеостаз и регенерацию тканей. **Лейкоцитарная формула** — это процентное соотношение в крови отдельных видов лейкоцитов. В лейкоцитарной формуле при рождении преобладают нейтрофилы (около 60-65%), может быть сдвиг влево до метамиелоцитов и миелоцитов.

К **5 дню** происходит выравнивание количества нейтрофилов и лимфоцитов — первый перекрест, с последующим нарастанием лимфоцитов, уже к концу первого месяца их число увеличивается до 50-60%.

К **5 годам** происходит второй перекрест в лейкоформуле, выравнивание числа нейтрофилов и лимфоцитов.

В последующем происходит нарастание нейтрофилов и уменьшение лимфоцитов и лейкоформула приобретает картину взрослого человека.

Гранулоциты 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

Нейтрофилы в периферической крови выделяют:

- **палочкоядерные** — функционально незрелые нейтрофилы, имеющие палочкообразное сплошное ядро и не имеющие характерной для зрелых нейтрофилов сегментации ядра (в норме 1-5%);

- **сегментоядерные** - зрелые нейтрофилы.

Молодые клетки нейтрофильного ряда:

— **юные (метамиелоциты), миелоциты, промиелоциты** — появляются при патологии и являются свидетельством нарастания интенсивности нейтрофильного гранулоцитоза, а часть — оседает у сосудистой стенки малых вен и капилляров.

В крови часть гранулоцитов, образуя пристеночный нециркулирующий резерв.

Миелобласты - незрелые клетки, которые при созревании превращаются в функциональные клетки крови.

Нейтрофилы способны к активному амебоидному движению:

— **экстравазации** - эмиграции за пределы кровеносных сосудов

— **хемотаксису** - движение в направлении мест воспаления или повреждения тканей

— **фагоцитозу** - являются макрофагами — поглощают относительно небольшие чужеродные частицы или клетки.

После фагоцитирования чужеродных частиц нейтрофилы обычно погибают, высвобождая большое количество биологически активных веществ, повреждающих бактерии и грибки, усиливающих воспаление и хемотаксис иммунных клеток в очаг.

Повышение процента нейтрофилов в лейкоцитарной формуле называется **относительным нейтрофилезом**, снижение - **относительной нейтропенией**.

Повышение абсолютного числа нейтрофилов в крови называется **абсолютным нейтрофилезом**, снижение — **абсолютной нейтропенией**.

Пример расчета абсолютного числа нейтрофилов:
 $L = 5 \times 10^9/\text{л}$, п/я нейтрофилы = 2%, с/я нейтрофилы = 40%,
абсолютное число нейтрофилов = $(40+2) \times 5 : 100 = 2,2 \times 10^9/\text{л}$

Нейтрофилия

- инфекции, вызванные бактериями, грибами, простейшими, риккетсиями, спирохетами;
- воспалительные процессы - ревматизм, ревматоидный артрит,
- активация симпатической системы, стрессовые состояния, мышечная работа, физиотерапевтические процедуры, физическое напряжение, воздействие жары, холода, боли;
- прием некоторых лекарственных препаратов (кортикостероидов, препаратов наперстянки, гепарина).

Лейкемоидные реакции — реактивное увеличение числа лейкоцитов в целом или повышение уровня отдельных форменных элементов крови в ответ на воздействие экзогенных или эндогенных факторов, развивается в ответ на воздействие различных патологических агентов и носит временный характер.

Функция нейтрофильного гранулоцита — захват и переваривание чужеродного материала, выработка и секреция ряда цитокинов. Тяжелые воспалительные и гнойно-септические заболевания развиваются при воздействии на костный мозг противовоспалительных интерлейкинов (ИЛ-1, ИЛ-2, ИЛ-6, ИЛ-8, фактор некроза опухоли и др.), при вирусных инфекциях (корь, ветряная оспа, полиомиелит, инфекционный гепатит), заболевания органов брюшной полости лейкоцитоз с нейтрофилезом, является одним из основных диагностических признаков (острый аппендицит, холецистит, панкреатит, прободная язва желудка и двенадцатиперстной кишки, перитонит различного происхождения и др.), ишемические и геморрагические инсульты протекают с нейтрофильной реакцией крови, кровопотери, особенно хронические.

Нейтропения

у детей старше года – $1,5 \times 10^9/\text{л}$
у детей младше года — менее $1,0 \times 10^9/\text{л}$

По степени тяжести:

Легкая ($1,0-1,5 \times 10^9/\text{л}$) **Средняя** ($0,5-1,0 \times 10^9/\text{л}$)
Тяжелая (менее $0,5 \times 10^9/\text{л}$) - **агранулоцитоз**

врожденные нейтропении в сочетании с врожденными иммунодефицитами и множественными хромосомными аномалиями

приобретенные нейтропении:— **первичные**, связанные со снижением продукции нейтрофилов при болезнях крови: гипо- и апластические анемии, пароксизмальная ночная гемоглобинурия, лимфопролиферативные заболевания; **вторичные** сопровождающие заболевания, в процессе которых происходит разрушение и повышенное потребление нейтрофилов:

— **при инфекциях**, вызванных **бактериями** (брюшной тифи паратифы, бруцеллез), **вирусами** (грипп, корь, ветряная оспа, вирусный гепатит, краснуха), **простейшими** (малярия), **риккетсиями** (сыпной тиф);
при сепсисе нейтропения свидетельствует об истощении костномозгового гранулоцитарного резерва; —
при гиперспленизме;

— **иммунные формы**, **лекарственные** (левомицетин, противотуберкулезные препараты, хинолоны, нитрофураны), — **цитостатики, облучения**

Сдвиг влево (в крови присутствует увеличенное количество палочкоядерных нейтрофилов, возможно появление метамиелоцитов (юных), миелоцитов),

Сдвиг вправо (в крови появляются гиперсегментированные нейтрофилы)

Лимфоциты

- Лимфоциты - это популяция лейкоцитов, обеспечивающая иммунный надзор (распознавание "свое-чужое"), формирование и регуляцию гуморального и клеточного иммунного ответа, обеспечение иммунной памяти, составляют **$1,2-3,0 \times 10^9$ (20 - 40%)** от всего числа лейкоцитов
- Лимфоциты-распознают антигены благодаря специальным рецепторам расположенных на поверхности клеток. Разные субпопуляции лимфоцитов выполняют различные функции - обеспечивают эффективный клеточный иммунитет- Т-клетки (отторжение трансплантата, уничтожение опухолевых клеток), гуморальный ответ- В-клетки (синтеза антител плазмócитами, к чужеродным белкам - иммуноглобулинов различных классов).
- Лейкоцитарная формула отражает относительное (процентное) содержание лейкоцитов различных видов, и увеличение или снижение не отражает истинный (абсолютный) лимфоцитоз или лимфопению, Поэтому необходимо всегда учитывать абсолютное количество лимфоцитов, нейтрофилов и др. клеток.
- Лимфоцитозы подразделяют на **первичные и вторичные**.
- **Первичные** лимфоцитозы у детей наблюдаются при остром лимфобластном лейкозе.
- **Вторичные** лимфоцитозы сопровождают многие инфекции, некоторые воспалительные иммунокомплексные заболевания.
- Лимфотропные вирусные заболевания: инфекционный мононуклеоз (в крови лимфомононуклеары), инфекционный лимфоцитоз (самостоятельная нозологическая форма с бессимптомным или гриппоподобным течением). При инфекционном лимфоцитозе абсолютное число лимфоцитов **достигает $20-90 \times 10^9/\text{л}$** .
- Выраженный лимфоцитоз при коклюше (в клиническом анализе крови относительный **лимфоцитоз до 80-90%**), в меньшей степени — при цитомегаловирусной инфекции, ветряной оспе.

- Бактериальные инфекции (например, скарлатина) в продромальном периоде характеризуются лимфоцитозом, а затем развивается нейтрофилез.
- Вирусные инфекции в стадии реконвалесценции, как правило, протекают с лимфоцитозом (коревая краснуха, гепатит, аденовирусная инфекция и др.). Увеличение числа лимфоцитов в сочетании с появлением их атипичных форм отмечается при феллинозе (болезнь кошачьей царапины). С лимфоцитозом протекают эндокринные заболевания (тиреотоксикоз, пангипопитуитаризм, гипофункция яичников, болезнь Аддисона, гипоплазия тимуса).
- Лимфоцитоз характерен для бронхиальной астмы, сывороточной болезни, повышенной чувствительности к лекарственным препаратам и других иммунокомплексных и воспалительных заболеваний (язвенный колит, болезнь Крона, васкулиты), а также туберкулеза, сифилиса, токсоплазмоза.
- Абсолютные лимфоцитопении (снижение числа лимфоцитов **менее $1,2-1,5 \times 10^9/\text{л}$**), свидетельствует об ослаблении иммунитета ребенка (СПИД, лимфогранулематоз, различные хронические инфекции (туберкулез, сифилис), диссеминированную красную волчанку, саркоидоз).

Моноциты, в норме 3-11%, циркулируют в кровотоке 1—2 дня, после чего оседают в тканях и становятся резидентными макрофагами. Быстро мигрирует в ткани и рециркулирует в кровотоке.

Функция - фагоцитарная защита организма против микробной инфекции, токсический эффект метаболитов макрофагов на паразитов в организме человека, участие в иммунном ответе организма и воспалении, регенерация тканей и противоопухолевая защита, регуляция гемопоэза, фагоцитоз старых и поврежденных клеток крови, регуляция продукции острофазных белков печенью. Секретируют в кровь и тканевую жидкость более 100 биологически активных веществ. Моноцитоз - увеличение их количества более 12% или $0,8 \times 10^9/\text{л}$. Встречается – при туберкулезе, сифилисе, при иммунокомплексных и миелопролиферативных заболеваниях, при агранулоцитозе, кожно-слизистый кандидоз, гранулематоз, болезни накопления.

Эозинофилы в норме 1-5% или 0,02-0,25х 10,9/л, накапливаются в тканях, которые контактируют с внешней средой (легкие, желудочно-кишечный тракт, кожа, урогенитальный тракт), формируя тканевый барьер против паразитарной инфекции, где их количество в 100-300 раз превышает содержание в крови. Стимулятором этих процессов являются интерлейкины (ИЛ-3, ИЛ-4, ИЛ-5), которые в повышенном количестве образуются при иммунных повреждениях тканей. Функция - защита от паразитарной инфекции, фагоцитарная и бактерицидная активность, инаktivация биологически активных соединений, образующихся при аллергических реакциях. Умеренная эозинофилия (**до 20%**) может быть при аллергическом заболевании, при паразитарной и протозойной инфекции. Высокая эозинофилия (**до 60-90%**) типична для токсокороза.

Эозинофилия - бронхиальная астма, поллинозы, атопический дерматит, экзема), лекарственная аллергия, лямблиоз, эхинококкоз, аскаридоз, трихинеллез, стронгилоидоз, описторхоз, токсокароз и т.д.); скарлатина, ветряная оспа, туберкулез, инфекционный мононуклеоз, гонорея); злокачественные опухоли, лимфо- и миелопролиферативные заболевания; (узелковый периартериит, ревматоидный артрит, системная склеродермия); Эозинопения (менее 1% эозинофилов) встречается при затяжных тяжелых гнойных процессах.

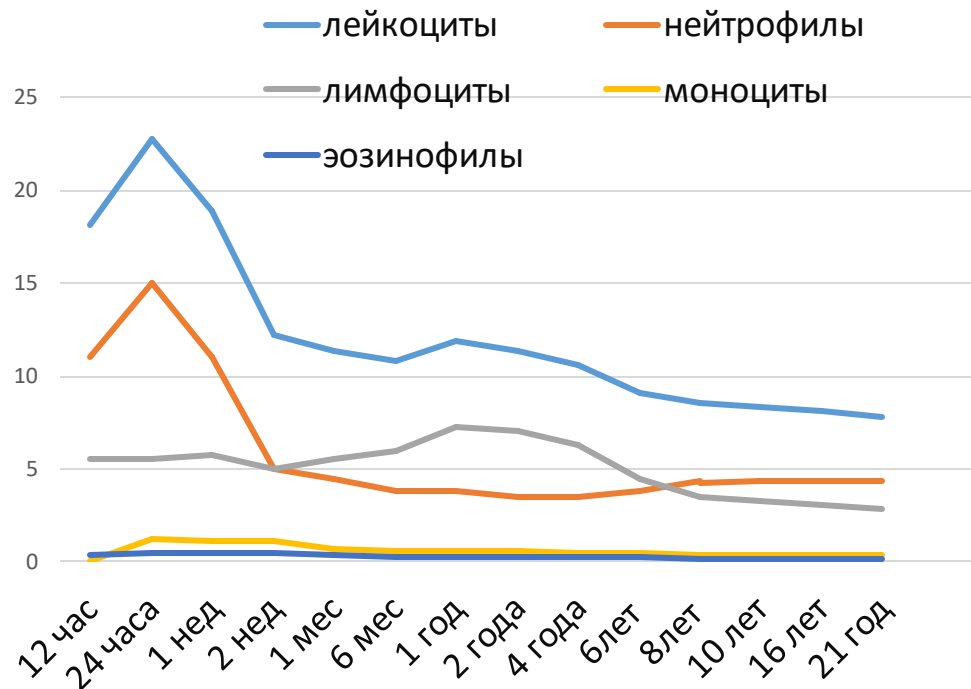
Базофилы (Basophilis) - участвуют в аллергических и клеточных воспалительных реакциях замедленного типа в коже и других тканях, вызывая гиперемию, формирование экссудата, повышенную проницаемость капилляров. Содержат такие биологически активные вещества, как гепарин и гистамин (аналогичны тучным клеткам соединительной ткани). Базофильные лейкоциты при дегрануляции инициируют развитие анафилактической реакции гиперчувствительности немедленного типа. **Референсные значения: 0 – 0,5%**

Базофилия - хронический миелолейкоз (эозинофильно-базофильная ассоциация) микседема (гипотиреоз), ветряная оспа, гиперчувствительность к пищевым продуктам или лекарственным средствам, реакция на введение чужеродного белка, хронические гемолитические анемии, состояние после спленэктомии, болезнь Ходжкина, лечение эстрогенами, антитиреоидными препаратами, язвенный колит.

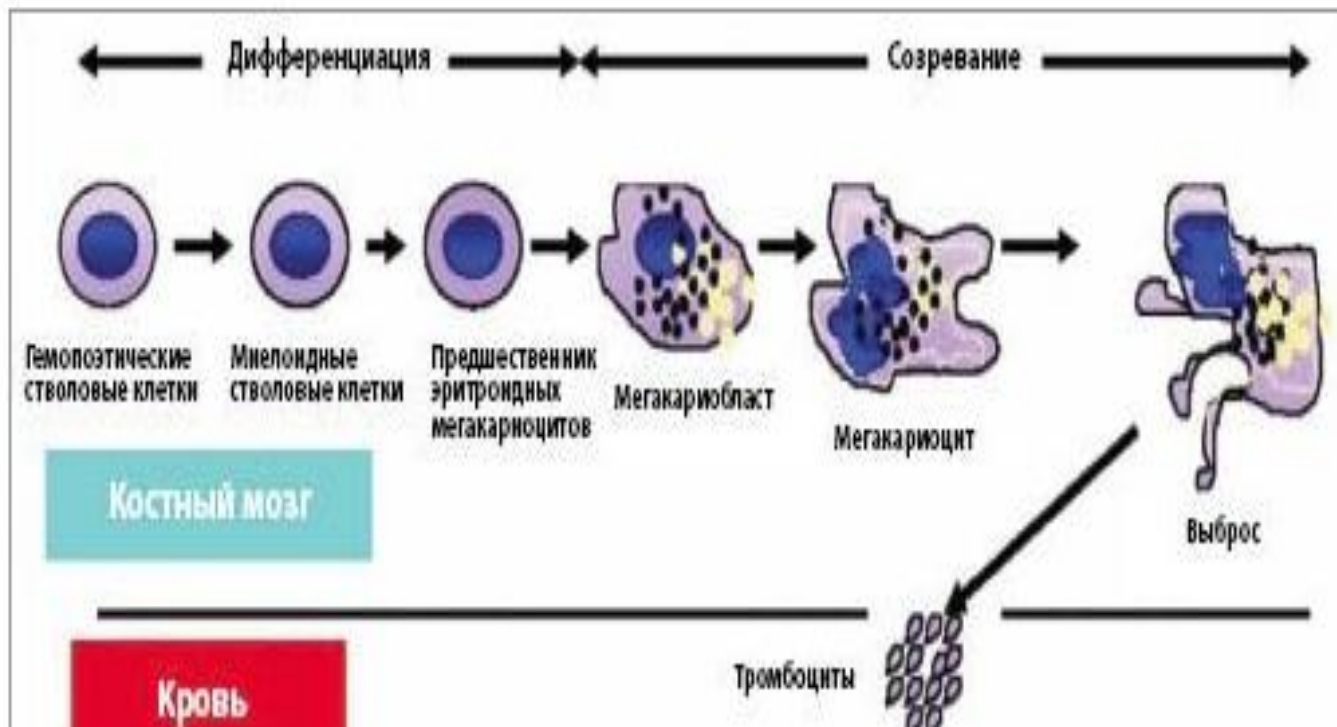
Показатели белой крови у детей и подростков

Возраст	Лейкоциты		Нейтрофилы			Лимфоциты			Моноциты		Эозинофилы	
	109/л	±26	109/л	±26	%	109/л	±26	%	109/л	%	109/л	%
12 час	18,1	9-30	11	6-26	61	5,5	2-11	31	1,1	6	0,4	2
24 часа	22,8	13-38	15	6-28	68	5,5	2-11	24	1,2	5	0,5	2
1 неделя	18,9	9-34	11	5-21	61	5,8	2-11,5	31	1,1	6	0,5	2
2 неделя	12,2	5-21	5	1,5-10	45	5	2-17	41	1,1	9	0,5	4
1 месяц	11,4	5-20	4,5	1-9,5	40	5,5	2-17	48	0,7	9	0,4	3
6 мес	10,8	5-19	3,8	1-9	35	6	2,5-16	56	0,6	7	0,3	3
1 год	11,9	6-17	3,8	1-8,5	32	7,3	4-13,5	61	0,6	5	0,3	3
2 года	11,4	6-17	3,5	1-8,5	31	7	4-10,5	61	0,6	5	0,3	3
4 года	10,6	6-17	3,5	1,5-8,5	33	6,3	3-9,5	59	0,5	5	0,3	3
6 лет	9,1	5,5-15,5	3,8	1,5-8,5	42	4,5	2-8	50	0,5	5	0,3	3
8 лет	8,5	5-14,5	4,3	1,5-8	51	3,5	1,5-7	42	0,4	5	0,2	3
10 лет	8,3	4,5-13,5	4,4	1,5-8	53	3,3	1,5-6,8	39	0,4	4	0,2	2
16 лет	8,1	4,5-13,5	4,4	1,8-8	54	3,1	1,5-6,5	38	0,4	4	0,2	2
21 год	7,8	4,5-13	4,4	1,8-8	57	2,8	1,2-5,2	35	0,4	5	0,2	3

Показатели белой крови у детей и подростков



Показатели белой крови у детей и подростков в первую неделю повышены в два раза (Лейк, Нейтр, Лимф, Моноц и Эозин). Через сутки (24ч) происходит резкий выход лейкоцитов и нейтрофилов, что связано с контактом чужеродной среды. В лейкоцитарной формуле при рождении преобладают нейтрофилы (около 60-65%), может быть сдвиг влево до метамиелоцитов и миелоцитов. Примерно к 5 дню происходит выравнивание количества нейтрофилов и лимфоцитов — первый перекрест, с последующим нарастанием лимфоцитов, уже к концу первого месяца их число увеличивается до 50-60%. Примерно к 5 годам происходит второй перекрест в лейкоформуле, выравнивание числа нейтрофилов и лимфоцитов, в последующем происходит нарастание нейтрофилов и уменьшение лимфоцитов и лейкоформула приобретает картину взрослого человека. А моноциты и эозинофилы к 6 месяцам снизились до нормы взрослого человека.



Тромбоциты (platelets) – PLT формируются в костном мозге. мелкие безъядерные клетки, овальной или круглой формы; их диаметр 2-4 мкм. Большая их часть располагается в кровеносных сосудах, меньшая – в селезенке. В этом органе (а также в печени) происходит утилизация умерших телец, бесцветных. Жизнь тромбоцитов – 8-11 дней. *Реф.значения:* 100 - 300x10⁹ клеток/L

Функции тромбоцитов -агрегация, адгезия, дегрануляция, ретракции сгустка. Стимуляторы агрегации тромбоцитов являются тромбин, адреналин, серотонин, коллаген. В гранулах тромбоцитов содержатся факторы свертывания, фермент пероксидаза, серотонин, ионы кальция Ca²⁺, АДФ (аденозиндифосфат), фактор Виллебранда, тромбоцитарный фибриноген, фактор роста тромбоцитов. Количество тромбоцитов изменяется в зависимости от времени суток, а также в течение года. Физиологическое снижение отмечается во время менструации и в период беременности, а повышение после физической нагрузки.

Повышение уровня тромбоцитов (тромбоцитоз - $>300 \times 10^9$ клеток/L):

- функциональные (реактивные) тромбоцитозы - временные, вызваны активацией гемопоэза:
- - спленэктомия;
- - воспалительные процессы (системные воспалительные заболевания, остеомиелит, туберкулез);
- - анемии разного генеза (после кровопотери, железодефицитная, гемолитическая);
- - состояния после хирургического вмешательства;
- - онкологические заболевания (рак, лимфома);
- - физическое перенапряжение;
- - острая кровопотеря или гемолиз;
- опухолевые тромбоцитозы:
- - миелопролиферативные расстройства (миелолейкозы);
- - идиопатическая геморрагическая тромбоцитемия;
- - эритремия.

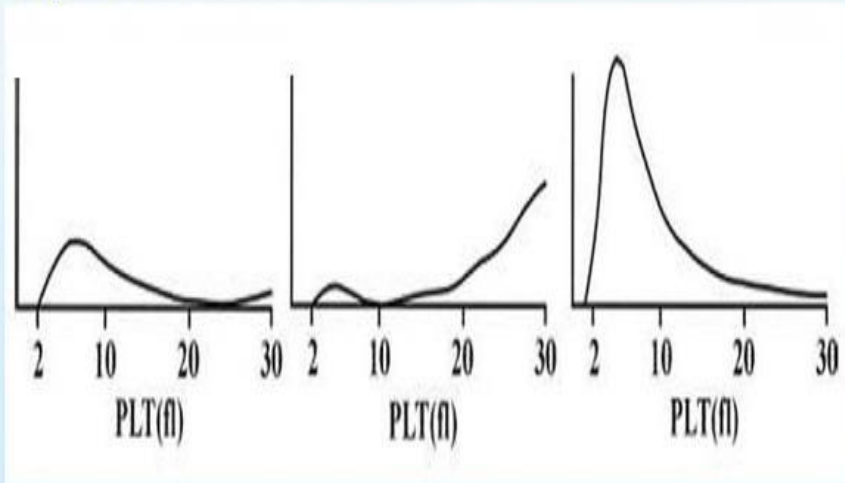
Тромбоцитопения - $<100 \times 10^9$ клеток/L):

врожденные: синдром Вискотта – Олдрича, синдром Чедиака – Хигаси, синдром Фанкони, аномалия Мей - Хегглина, синдром Бернара - Сулье (гигантских тромбоцитов);

приобретенные: идиопатическая аутоиммунная тромбоцитопеническая пурпура; лекарственная тромбоцитопения, системная красная волчанка, ассоциированная с инфекцией (вирусные и бактериальные инфекции, риккетсиоз, малярия, токсоплазмоз), спленомегалия, апластическая анемия, мегалобластные анемии, пароксизмальная ночная гемоглобинурия, синдром Evans (аутоиммунная гемолитическая анемия и тромбоцитопения), ДВС-синдром, массивные гемотрансфузии, экстракорпоральное кровообращение, в период новорожденности (недоношенность, гемолитическая болезнь новорожденных, неонатальная аутоиммунная тромбоцитопеническая пурпура), застойная сердечная недостаточность, синдром Фишера–Эванса, тромбоз почечных вен.

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.



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

- **MPV** —средний объем эритроцита *Реф. знач: 7,0 – 11,0 fL*

PDW — относительная ширина распределения тромбоцитов по объему - **от 9,0 до 17,0 %**. Степень анизоцитоза. Миелопролиф заболевания.

PCT – тромбокрит, долз объема цельной крови, занимаемая тромбоцитами. *Реф. знач: 0,108-0,282%.*

P-LCR - отношение объема крупных тромбоцитов ко всему объему тромбоцитов. Реф.знач. **13-43%**

Изменение **СОЭ** в основном обусловлено снижением или увеличением содержания в плазме крови белка, диспротеинемией или изменением гематокритной величины, реже — метаболическими и другими нарушениями гомеостаза. Заболевания, протекающие с гиперфибриногенемией (воспалительные процессы), увеличением уровня иммуноглобулинов, белковых фракций, всегда сопровождаются повышением СОЭ (например, бактериальные инфекции опухолевые процессы. Гиперхолестеринемия,алкалоз, анемия характеризуются возрастанием скорости оседания.

Заключение

Анализ морфологического состава крови имеет большое клиническое значение, и является в диагностике и выборе тактики терапии многих заболеваний. Важнейшим звеном в таком анализе является **интегральная оценка всех показателей крови и обязательное соотношение имеющихся в крови изменений с анамнезом и клиническими проявлениями болезни.**

Клинический анализ крови — простой и доступный врачам различных по уровню оснащённости медицинских учреждений — **позволяет провести дифференциальную диагностику во многих клинических случаях,** а также качественно осуществить мониторинг эффективности и безопасности лекарственных препаратов, используемых для лечения.

Клинический анализ крови с **использованием современных технологий значительно расширяет диагностические возможности врачей общей практики.** Однако недостаточная информированность врачей не всегда позволяет им в должном объеме использовать эти тесты. Знание традиционных и современных методов анализа крови дает возможность осмысленно подойти к их правильной оценке.

Спасибо.

