

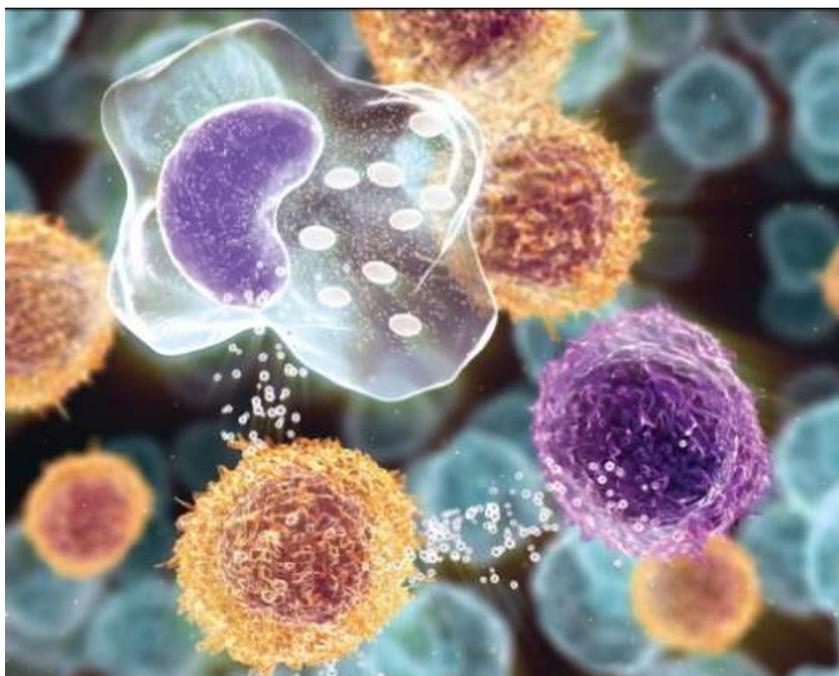
МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**ГУ «РЕСПУБЛИКАНСКИЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР
РАДИАЦИОННОЙ МЕДИЦИНЫ И ЭКОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА»**

Д.С. Сачилович, О.А. Шумак, Ж.Н. Пугачева,
Е.П. Лукьяненко, Т.П. Кляпец

**ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КРОВИ НА
АВТОМАТИЧЕСКОМ ГЕМАТОЛОГИЧЕСКОМ
АНАЛИЗАТОРЕ**

Практическое пособие для врачей



Гомель, ГУ «РНПЦ РМиЭЧ», 2018

УДК 616.-076 (075.8)

Составители:

С.Д. Сачилович, врач лабораторной диагностики клинико-диагностической лаборатории ГУ «РНПЦ РМиЭЧ», О.А. Шумак, врач лабораторной диагностики клинико-диагностической лаборатории ГУ «РНПЦ РМиЭЧ», Ж.Н. Пугачева, врач лабораторной диагностики клинико-диагностической лаборатории ГУ «РНПЦ РМиЭЧ», Е.П. Лукьяненко, врач лабораторной диагностики клинико-диагностической лаборатории ГУ «РНПЦ РМиЭЧ», Т.П. Кляпец, врач лабораторной диагностики клинико-диагностической лаборатории ГУ «РНПЦ РМиЭЧ».

Рецензенты:

М.В. Злотникова, заведующий лабораторией иммунологического типирования органов и тканей ГУ «РНПЦ трансфузиологии и медицинских биотехнологий», канд. мед. наук.

С.А. Ходулева, доцент кафедры внутренних болезней №1 с курсом эндокринологии УО «Гомельский государственный медицинский университет», канд. мед. наук, доцент.

И.П. Ромашевская, заведующий гематологическим отделением для детей ГУ «РНПЦ РМиЭЧ», канд. мед. наук.

Интерпретация показателей крови на автоматическом гематологическом анализаторе / Д.С. Сачилович, О.А. Шумак, Ж.Н. Пугачева, Е.П. Лукьяненко, Т.П. Кляпец. – Гомель: ГУ «РНПЦ РМиЭЧ», 2018. – 26 с.

В практическом пособии представлены основные показатели общего анализа крови, которые определяются с помощью автоматического гематологического анализатора, приведены значения нормы, дается расшифровка и возможные причины изменения гематологических параметров. Представлены дополнительные характеристики лейкоцитов, которые выдаются анализатором в виде предупреждающих сигналов «флагов» и свидетельствуют о наличии патологических форм клеток. Перечисленные потенциальные причины ошибок при выполнении общего анализа крови.

Пособие предназначено для врачей всех клинических специальностей, врачей лабораторной диагностики.

Рекомендовано Ученым советом ГУ «РНПЦ РМиЭЧ» в качестве практического пособия для врачей от 5.12.2018г., протокол № 12.

© ГУ «РНПЦ РМиЭЧ», 2018

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ

BAND	Палочкоядерные нейтрофилы
BLAST	Бласты
HCT	Гематокрит
HGB	Гемоглобин
IG	Созревающие гранулоциты
MCH	Среднее содержание гемоглобина в эритроците
MCHC	Средняя концентрация гемоглобина в эритроците
NRBC	Эритрокариоциты
N _v WBC	Лейкоциты в апоптозе
PCT	Тромбокрит
PDW	Показатель распределения тромбоцитов по объему
PLT	Тромбоциты
RBC	Эритроциты
RDW	Показатель распределения эритроцитов по объему
RRBC	Лизис-резистентные эритроциты
VAR LYM	Атипичные лимфоциты
WBC	Лейкоциты
ОЦК	Объем циркулирующей крови
СКВ	Системная красная волчанка

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Основные показатели гематологических анализаторов	5
Лейкоциты (WBC)	7
Изменение количества лейкоцитов.	7
Лейкоцитозы	7
Лейкопении	10
Дополнительные характеристики лейкоцитов	12
Потенциальные причины ошибок при автоматическом анализе крови	13
Эритроциты (RBC)	14
Гемоглобин (HGB)	15
Гематокрит	15
Средний объем эритроцита	16
Среднее содержание гемоглобина в эритроците	17
Средняя концентрация гемоглобина в эритроците	18
Показатель распределения эритроцитов по объему	18
Примеры интерпретации эритроцитарных индексов	20
Тромбоциты (PLT)	22
Тромбоцитоз	22
Тромбоцитопения	23
Возможные ошибки измерения тромбоцитов	24
Список использованной литературы	25

Введение

В настоящее время для выполнения общего анализа крови, практически повсеместно, используются автоматические гематологические анализаторы. Автоматизированный анализ крови позволяет значительно повысить производительность клинико-диагностической лаборатории – большинство анализаторов способно выполнять от 100 до 120 исследований в час, анализ большого массива клеток (десятки тысяч), что позволяет значительно увеличить надежность определяемых параметров крови. Результаты, получаемые гематологическими анализаторами, характеризуются высокой повторяемостью и точностью, а также корреляцией с другими методами. Автоматические методы часто по качеству превышают мануальные методы. Они безопасны, более экономичны и продуктивны, а также дают возможность получать больше информации благодаря широкой гамме уникальных гематологических показателей. Гематологические анализаторы хорошо выполняют ожидания современных лабораторий как надежный тест в исследованиях популяции, они ценны в диагностике и при перманентном наблюдении больного. Скорость и объем информации, получаемой автоматическим методом, позволяет быстро ставить диагноз, а каждое исследование можно трактовать как выполненное в режиме «cito!». Современные гематологические анализаторы дают множество параметров, описывающие лейкоциты (WBC), эритроциты (RBC) и тромбоциты (PLT).

Правильная интерпретация этих показателей существенно увеличивает диагностическую ценность анализа крови. Знание достоинств и ограничений автоматических методов позволяет хорошо организовать работу в лаборатории и эффективно проводить диагностику больных.

Интерпретация результатов гематологических исследований является сложным процессом, требующим знания исследуемого лица, результатов предметных исследований, информации из расспроса больного, метода лечения

и

многих

других

факторов.

Основные показатели гематологических анализаторов

На рисунке 1 представлен бланк результата общего анализа крови, выполненного на автоматическом гематологическом анализаторе.

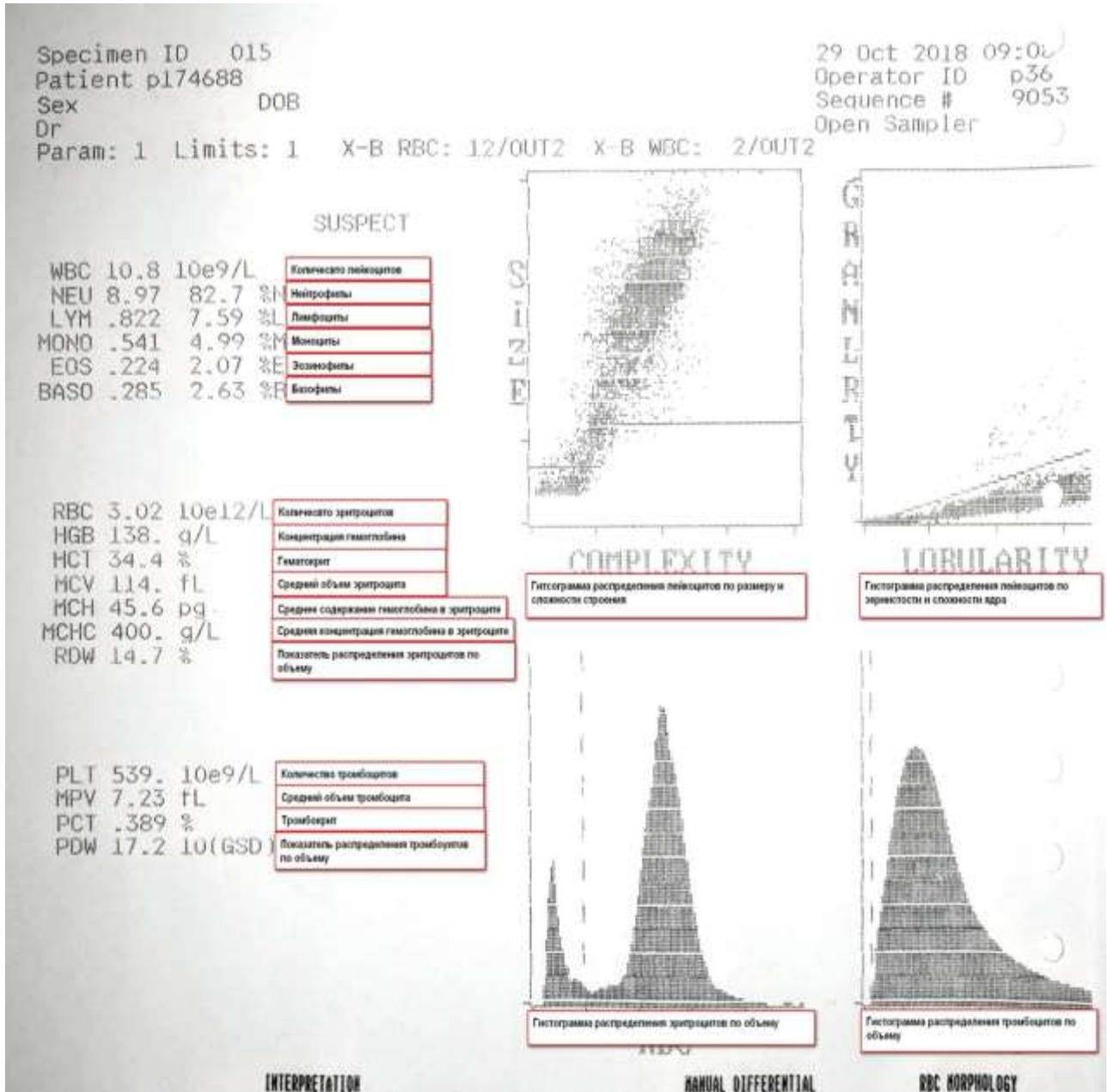


Рисунок 1 – Бланк результата автоматического анализа крови, полученного на анализаторе с комбинированным импендасным и оптическим методом подсчета клеток

Таблица 1 – Нормальные показатели общего анализа крови у взрослых

Показатель	Нормальные значения	
	мужчины	женщины
Гемоглобин (HGB) г/л	130,0-160,0	120,0-140,0
Эритроциты(RBC) *10 ¹² /л	4,0-5,0	3,9-4,7
Гематокрит(НСТ) %	38-49	33-46
Средний объем эритроцита (MCV), фл	80-100	
Среднее содержание гемоглобина в эритроците (MCH), пг	27,0-31,0	
Средняя концентрация гемоглобина в эритроците(MCHC), г/л	300-380	
Ретикулоциты, ‰	2,0-10,0	
Тромбоциты(PLT), *10 ⁹ /л	150-400	
Лейкоциты (WBC), *10 ⁹ /л	4,0–9,0	
Лейкоцитарная формула	абсолютные значения (*10 ⁹)	% в лейкоцитарной формуле
Палочкоядерные нейтрофилы	0,040-0,300	1,0-6,0
Сегментоядерные нейтрофилы	2,000-5,500	47,0-72,0
Эозинофилы	0,020-0,300	0,5-5,0
Базофилы	0-0,065	0-1,0
Моноциты	0,090-0,600	3,0-11,0
Лимфоциты	1,200-3,000	19,0-37,0

Лейкоциты (WBC)

Результат подсчета количества лейкоцитов на гематологическом анализаторе выдается в единице объема крови ($Leu \cdot 10^9/л$).

В зависимости от технической конструкции геманализатора, возможна дифференцировка лейкоцитов на 3 популяции (нейтрофилы, лимфоциты, средние клетки (моноциты, эозинофилы, базофилы, плазматические клетки) и на 5 популяций (нейтрофилы, эозинофилы, базофилы, моноциты и лимфоциты). Нейтрофилы аппаратно не дифференцируются по степени зрелости, однако анализаторы способны выдавать флаги о наличии палочкоядерных нейтрофилов (BAND), созревающих гранулоцитов (IG immature granulocytes).

Результат WBC всегда надо интерпретировать в сочетании с процентным распределением субпопуляций лейкоцитов. Точнее, интерпретация результата морфологического исследования крови должна происходить комплексно, учитывая возможные добавочные исследования и клинические симптомы.

Изменение количества лейкоцитов

Лейкоцитозы

Лейкоцитоз – увеличение содержания лейкоцитов более $9,0 \cdot 10^9/л$. В зависимости от преобладающей популяции лейкоцитов, лейкоцитоз может быть нейтрофильный, эозинофильный, моноцитарный, лимфоцитарный, редко вследствие увеличения другого вида клеток.

Нейтрофильный лейкоцитоз (нейтрофилы $> 6,0 \cdot 10^9/л$)

Таблица 2 – Основные причины нейтрофилеза

Вид лейкоцитоза	Патогенетические механизмы	Клиническая ситуация
Реактивный (перераспределительный)	Перераспределение пристеночного и циркулирующего пулов	Физическая нагрузка, физиотерапевтические процедуры, горячие и

	нейтрофилов, мобилизация костномозгового резерва нейтрофилов	холодные ванны, боль, стресс, послеоперационные состояния, прием глюкокортикоидов
	Гипоксия	Острые и хронические анемии (постгеморрагическая, гемолитическая, аутоиммунная и др.)
Стимуляция лейкопоза	Инфекционные агенты, токсины	Абсцесс, остеомиелит, ангина, скарлатины, дифтерия, отит, пневмония, аппендицит, пиелонефрит, менингит, сепсис, перитонит
	Воспаление и некроз тканей (факторы воспаления и тканевого распада)	Эмпиема плевры, инфаркт органов, атака ревматизма, обширные ожоги и травмы, операция, злокачественные новообразования и др.
	Эндогенные интоксикации	Ацидоз, эклампсия, уремия, синдром Кушинга, подагра
Опухолевый	Лейкозная пролиферация клеток	Лейкозы

Эозинофильный лейкоцитоз ($>0,300 \cdot 10^9/\text{л}$)

Таблица 3 – Основные причины эозинофилии

Патогенетические механизмы	Заболевания
Инвазия паразитами	Аскаридоз, трихинеллез, токсокароз, эхинококкоз, шистосоматоз, филяриатоз, стронгилоидоз, описторхоз, анкилостомидоз, лямблиоз
Опухолевая пролиферация (повышение продукции ИЛ-5)	Гиперэозинофильный синдром, лимфогранулематоз, острые и хронические лейкозы, лимфомы, злокачественные новообразования других локализаций, сопровождающиеся метастазами и некрозом
Сенсибилизация	Лекарственная аллергия, бронхиальная астма,

организма	аллергические дерматиты, инфекционный эозинофилез, аллергический ринит и др.
Иммунодефициты	Синдром Вискота-Олдрича и др.
Патология соединительной ткани	Узелковый периартериит, ревматоидный артрит, системная склеродермия, эозинофильный фасциит
Инфекции	Туберкулез, хламидийная пневмония
Интерстициальные и другие заболевания легких	Саркоидоз, гистеоцитоз из клеток Лангерганса, эозинофильный плеврит, легочной эозинофильный инфильтрат (болезнь Леффлера), хроническая эозинофильная пневмония

Базофильный лейкоцитоз ($>0,1 \cdot 10^9/\text{л}$)

Базофилия может наблюдаться при аллергических заболеваниях, в ранней фазе ревматизма, при хронических миелопролиферативных заболеваниях. Тучноклеточный лейкоз сопровождается увеличением содержания тучных клеток в костном мозге и периферической крови.

Моцитоз ($>0,7 \cdot 10^9/\text{л}$)

Таблица 4 – Основные причины моноцитоза

Патогенез	Заболевания
Реактивный моноцитоз (усиление пролиферации в костном мозге клеточных элементов моноцитопоза)	Инфекции (подострый септический эндокардит, вирусные, грибковые, риккетсиозные, протозойные инфекции), период реконвалесценции после острых инфекций Хронические инфекции, сопровождающиеся эпителиоидноклеточной пролиферацией с образованием гранул (туберкулез, сифилис, бруцеллез, саркоидоз) Хронические заболевания кишечника (неспецифический язвенный колит) Системная красная волчанка, ревматоидный артрит, узелковый периартериит Абсолютный моноцитоз сопутствует раку легких и надпочечников
Опухолевый моноцитоз	Острые и хронические моноцитарный и миеломоноцитарный лейкозы

Лимфоцитоз ($>3 \cdot 10^9/\text{л}$)

Таблица 5 – Основные причины лимфоцитоза

Лимфоцитоз	Этиологический фактор	Заболевания
Реактивный (поликлональный)	вирусы	Инфекционный мононуклеоз, инфекционный лимфоцитоз, ветряная оспа, коклюш, корь, краснуха, острый и хронический вирусный гепатит, цитомегаловирусная инфекция, ВИЧ и др.
	Бактерии	Хронические бактериальные инфекции сопровождающиеся образованием эпителиоидноклеточной пролиферацией с образованием гранул (туберкулез, сифилис, бруцеллез и др.)
	Паразитарный антиген	Токсоплазмоз
	Иммунопатологический процесс	Аутоиммунные нейтропении
Опухолевый (моноклональный)	Опухолевая пролиферация	Лимфопролиферативные заболевания.

Лейкопении

Нейтропении (нейтрофилы $< 2,0 \cdot 10^9/\text{л}$)

Если количество нейтрофилов $< 0,5 \cdot 10^9/\text{л}$, такое состояние обозначается как агранулоцитоз.

Таблица 6 – Основные причины нейтропении

Лейкопении	Патогенетические механизмы	Заболевания и состояния
Функциональные	Угнетение нейтропоэза бактериальными токсинами, в результате активации макрофагов при вирусных и риккетсиозных	Брюшной тиф, паратифы, бруцеллез, туляремия, подострый септический миокардит, хронический сепсис, милиарный туберкулез,

	инфекциях	тяжелое течение инфекционных заболеваний, ОРВИ, грипп, вирусный гепатит, цирроз печени, сыпной тиф и др.
	Ареактивное состояние	Гипотоническое состояние, голодание, длительное недосыпание и стресс, алиментарная дистрофия
	Перераспределение нейтрофилов в органах	Анафилактический шок, синдром Фелти
	Повышенное разрушение нейтрофилов иммунного генеза: гетероиммунные (гаптеновые)	Гиперчувствительность к лекарственным препаратам
	аутоиммунные	СКВ, ревматоидный артрит, лимфопролиферативные заболевания
	изоиммунные	У новорожденных
Органические	Недостаточность костномозгового кроветворения	Апластическая анемия
	Недостаточность нейтропоза при лейкозах	ОЛ, хронические лимфолейкозы, МДС
	Дефицит витамина В12 и фолиевой кислоты	Мегалобластные анемии
	Наследственные формы	Наследственная доброкачественная нейтропения, циклическая нейтропения, синдром Чедиака-Хигаши
	Миелотоксические экзогенные факторы: цитостатики, ионизирующее излучение, химические	Лучевая болезнь, агранулоцитоз, гипо-и апластические состояния

Эозинопении ($<0.2 \cdot 10^9/\text{л}$)

Полное отсутствие эозинофилов - анэозинофилия, встречается на первом этапе воспалительного процесса, при тяжелых гнойных инфекциях, шоке, стрессе, эклампсии и в родах, интоксикациях различными химическими соединениями, тяжелым металлами.

Лимфоцитопения ($< 1,0 \cdot 10^9/\text{л}$)

Наблюдается при острых инфекционных заболеваниях, милиарном туберкулезе (висцеральная форма), СКВ, почечной недостаточности, в терминальной стадии злокачественных новообразований, лимфогранулематозе, как ранний признак острой лучевой болезни, в терминальной стадии СПИД, вторичных иммунодефицитах.

У детей и подростков лимфоцитопения возможна в результате алергизации организма и при наследственном иммунодефиците.

Моноцитопения ($< 0,09 \cdot 10^9/\text{л}$)

Встречается при гипоплазии кроветворения.

Дополнительные характеристики лейкоцитов

Помимо выше перечисленных параметров, автоматические гематологические анализаторы способны выдавать предупреждающие «сигнальные флаги» о наличии патологических форм клеток, что значительно облегчает интерпретацию результатов.

Наиболее часто встречающиеся сигналы перечислены в таблице 7.

Таблица 7 – Сигналы, выдаваемые автоматическими анализаторами, о наличии патологических форм клеток

Флаги	Возможные причины
DIFF	Атипичные лимфоциты > 5% от всех лимфоцитов Неправильные моноциты > 3% Незрелые гранулоциты (за исключением палочкоядерных) Бласты > 1%
BAND	Палочкоядерные нейтрофилы > 12,5% от всех лейкоцитов, или палочкоядерные нейтрофилы >5% от всех нейтрофилов
IG	Незрелые гранулоциты >3% за исключением палочкоядерных нейтрофилов
BLAST	Бласты > 1% Атипичные лимфоциты > 5% от всех лимфоцитов Моноциты >20% всех лейкоцитов, или неправильные моноциты > 3% Незрелые гранулоциты >3%
VAR LYM	Атипичные лимфоциты > 5% Неправильные моноциты > 3% Незрелые лимфоциты Реактивные лимфоциты Тени Гумпрехта
NRBC	Эритрокариоциты Малые лимфоциты объемом < 60fL Большие тромбоциты или агрегаты тромбоцитов Фрагменты клеток
RRBC	Резистентные к гемолизу эритроциты Ретикулоцитоз
NvWBC	Старая кровь, мертвые клетки, апоптоз клеток

Потенциальные причины ошибок при автоматическом анализе крови

Существует ряд объективных причин, по которым результат автоматического анализа крови может не соответствовать истинным значениям. На неправильное количественное измерение лейкоцитов могут влиять следующие факторы.

К ложнозавышенным показателям WBC приводят:

- Негемолизированные эритроциты
- Агрегаты тромбоцитов
- Макроцитоз тромбоцитов

- Эритрокариоциты
- Криоглобулинемия
- Моноклиальные парапротеинемии
- Гепарин
- Исследование не натощак.

К ложнозаниженным показателям WBC приводят:

- Сгусток, микросгустки
- Разведение крови капельными инфузиями
- Апоптоз клеток, старая кровь
- Плохо перемешанная кровь.

Эритроциты (RBC)

Все современные автоматические анализаторы выдают следующие параметры описывающие характеристики красной крови:

RBC (red blood cells) – эритроциты

HGB – гемоглобин

HCT – гематокрит

MCV (mean corpuscular volume) – средний объем эритроцита

MCH (mean corpuscular hemoglobin) – среднее содержание гемоглобина в эритроцитах

MCHC (mean corpuscular hemoglobin concentration) – средняя концентрация гемоглобина в эритроцитах

RDW (red cell distribution width) – показатель гетерогенности эритроцитов по объему, характеризует степень анизоцитоза.

Снижение количества эритроцитов в крови является одним из критериев анемии. Степень эритроцитопении широко варьирует при различных формах анемии. При железодефицитной анемии на почве хронических кровопотерь количество эритроцитов может быть в норме или нерезко снижено. При острой кровопотере, B12-дефицитной, гипопластической и гемолитических анемиях

после гемолитического криза содержание эритроцитов в крови может снижаться до $(1,6-1,0) \cdot 10^{12}/л$, что служит показанием к выполнению неотложных лечебных мероприятий. Количество эритроцитов, помимо анемий, снижается при увеличении объема циркулирующей крови (ОЦК) – беременность, гиперпротеинемия, гипергидратация.

Повышение количества эритроцитов в крови – эритроцитоз (более $6,0 \cdot 10^{12}/л$ у мужчин и более $5,0 \cdot 10^{12}/л$ у женщин) – один из характерных лабораторных признаков эритремии. Эритроцитоз может быть абсолютным (увеличение массы циркулирующих эритроцитов вследствие усиления эритропоэза) и относительным (вследствие уменьшения ОЦК).

Гемоглобин (HGB)

Заболевания и состояния, сопровождающиеся изменением концентрации гемоглобина

Таблица 8 – Причины изменения концентрации гемоглобина

Повышенная концентрация HGB	Сниженная концентрация HGB
Первичные и вторичные эритроцитозы Эритремия Обезвоживание Чрезмерная физическая нагрузка или возбуждение Длительное пребывание на больших высотах Курение (образование функционально неактивного HGBCO)	Все виды анемий, связанных: - с кровопотерей - с нарушением кроветворения - с повышенным кроверазрушением. Гипергидратация

Гематокрит

Гематокрит (HCT) – объемная фракция эритроцитов в цельной крови (соотношение объемов эритроцитов и плазмы), которая зависит от количества и объема эритроцитов. В современных гематологических счетчиках HCT является

расчетным (вторичным) параметром, выводимым из количества эритроцитов и их объема.

Величина НСТ широко используется для оценки степени выраженности анемии, при которой он может снижаться до 25–15 %, а также служит ориентиром для суждения о гемоконцентрационных сдвигах и гемодилюции. Повышение НСТ до 55–65 % характерно для эритремии, при симптоматических эритроцитозах он повышается менее значительно – до 50–55 %.

Таблица 9 – Заболевания и состояния, сопровождающиеся изменением гематокрита

Гематокрит повышен	Гематокрит снижен
Эритроцитозы	Анемии
- первичные (эритремия);	Увеличение объема циркулирующей крови:
- вызванные гипоксией различного происхождения;	- беременность (особенно вторая половина);
- новообразования почек, сопровождающиеся усиленным образованием эритропоэтина;	- гиперпротеинемии
- поликистоз и гидронефроз почек	Гипергидратация

Средний объем эритроцита

MCV (mean corpuscular volume) — средний корпускулярный объем - средняя величина объема эритроцитов, измеряемая в фемтолитрах (fl) или кубических микрометрах. В гематологических анализаторах MCV вычисляется делением суммы клеточных объемов на число эритроцитов.

Значения MCV, находящиеся в пределах 80–100 fl, характеризуют эритроцит как нормоцит; меньше 80 fl – как микроцит; больше 100 fl – как макроцит.

Средний объем эритроцита нельзя достоверно определить при наличии в исследуемой крови большого числа аномальных эритроцитов (например, серповидных клеток) или диморфной популяции эритроцитов.

Клиническое значение MCV аналогично значению однонаправленных изменений цветного показателя и содержания гемоглобина в эритроците (MCH), так как обычно макроцитарные анемии являются одновременно гиперхромными (или нормохромными), а микроцитарные – гипохромными.

Изменения MCV могут дать полезную информацию о нарушениях водно-электролитного баланса. Повышенное значение MCV свидетельствует о гипотоническом характере нарушений водно-электролитного баланса, тогда как понижение – о гипертоническом характере.

Таблица 10 – Заболевания и состояния, сопровождающиеся изменением MCV

Значения MCV < 80 fl	Значения MCV > 80 fl и < 100 fl	Значения MCV > 100 fl
Микроцитарные анемии: - железодефицитные анемии; - талассемии; - сидеробластные анемии	Нормоцитарные анемии: - апластические; - гемолитические; - гемоглобинопатии; - анемии после кровотечений	Макроцитарные и мегалобластные анемии: - дефицит витамина В12, фолиевой кислоты
Значения MCV < 80 fl	Значения MCV > 80 fl и < 100 fl	Значения MCV > 100 fl
Анемии, которые могут сопровождаться микроцитозом: - гемоглобинопатии; - нарушение синтеза порфириновотравление свинцом	Анемии, которые могут сопровождаться нормоцитозом: - регенераторная фаза железодефицитной анемии	Анемии, которые могут сопровождаться макроцитозом: - миелодиспластические синдромы; - гемолитические анемии; - болезни печени

Среднее содержание гемоглобина в эритроците

Среднее содержание гемоглобина в эритроците (MCH). Этот показатель степени насыщения эритроцита гемоглобином можно рассчитать по формуле:

$$\text{HGB (г/л)} / \text{RBC}$$

МСН самостоятельного значения не имеет и всегда соотносится с MCV, цветным показателем и МСНС. На основании этих показателей различают нормо-, гипо- и гиперхромные анемии.

Снижение МСН (т.е. гипохромия) характерно для гипохромных и микроцитарных анемий, включая железодефицитную, анемию при хронических болезнях, талассемию; при некоторых гемоглинопатиях, свинцовом отравлении, нарушении синтеза порфиринов.

Повышение МСН (т.е. гиперхромия) наблюдается при мегалобластных, многих хронических гемолитических анемиях, гипопластической анемии после острой кровопотери, гипотиреозе, заболеваниях печени, метастазах злокачественных новообразований; при приеме цитостатиков, контрацептивов, противосудорожных препаратов.

Средняя концентрация гемоглобина в эритроците

Средняя концентрация гемоглобина в эритроците (МСНС) – показатель насыщенности их гемоглином. В гематологических анализаторах МСНС определяется автоматически.

МСНС используют для дифференциальной диагностики анемий. Снижение МСНС характерно для гипохромных железодефицитных анемий, а повышение – для гиперхромных. Снижение МСНС наблюдается при заболеваниях, сопровождающихся нарушением синтеза гемоглибина.

Таблица 11 – Заболевания и состояния, сопровождающиеся изменением МСНС

Повышена	Снижена до уровня < 31 g/dl
Гиперхромные анемии: - сфероцитоз, овалоцитоз Гиперосмолярные нарушения водно-электролитного обмена	Гипохромные анемии: - железодефицитные; - сидеробластические; - талассемии. Гипоосмолярные нарушения водно-электролитного обмена

Величина МСНС позволяет диагностировать характер нарушений водно-электролитного баланса. При этом следует анализировать направленность

изменения значений МСНС, а не их абсолютные величины, так как анализаторы измеряют эритроциты в искусственной изоосмотической среде.

Показатель распределения эритроцитов по объему

Показатель распределения эритроцитов по объему (RDW) характеризует вариабельность объема эритроцитов. Аналогичную функцию выполняет кривая Прайс-Джонса. Вместе с тем регистрируемые с помощью гематологических анализаторов эритроцитометрические кривые (гистограммы) не соответствуют кривым Прайс-Джонса. Гистограммы, полученные с помощью гематологических анализаторов, отражают объем эритроцитов, а кривые Прайс-Джонса получают при многочисленных и долгих измерениях диаметра эритроцитов под микроскопом. Поэтому нельзя признать правомерным сопоставление кривых распределения эритроцитов в крови по объему и диаметру.

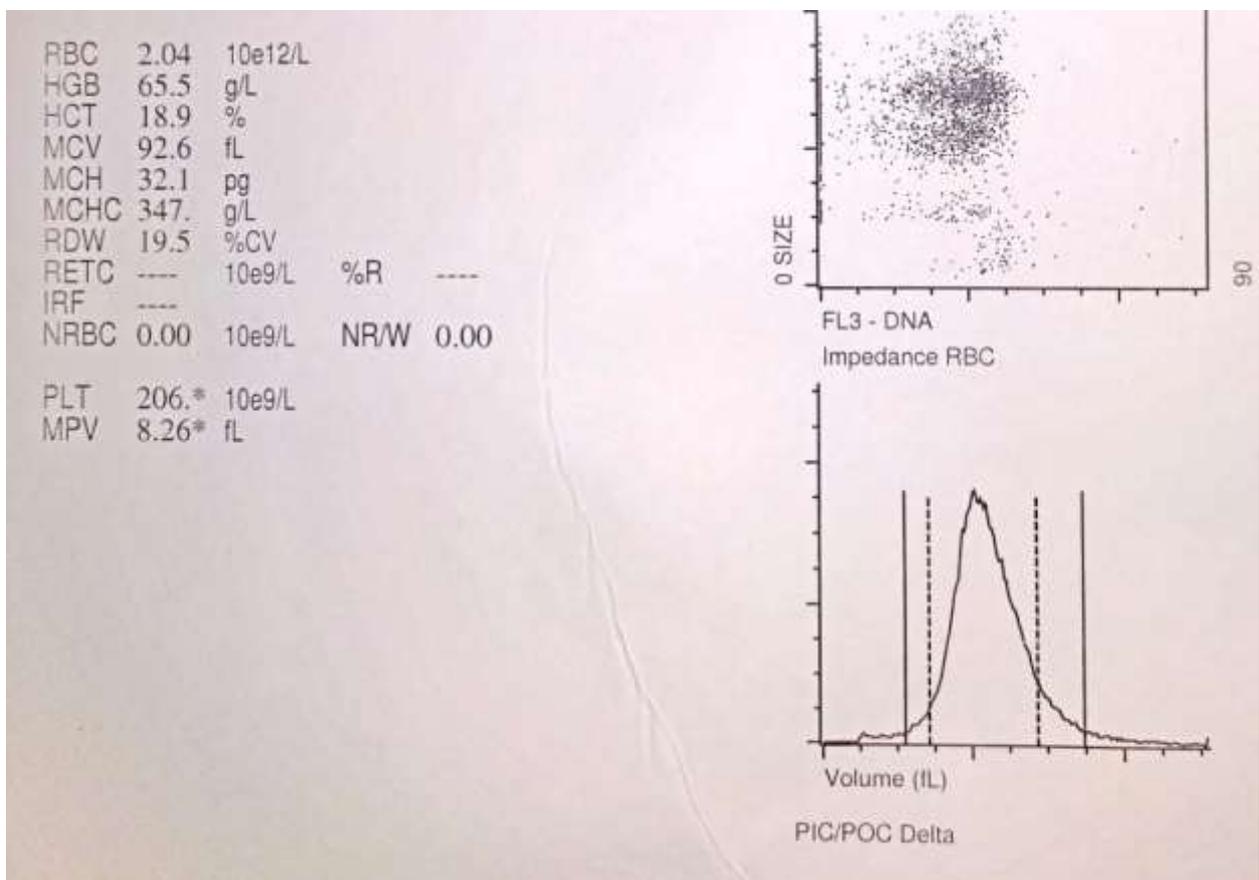
Величины RDW в норме – 11,5–14,5 %. Высокое значение RDW означает гетерогенность популяции эритроцитов или наличие в пробе крови нескольких популяций эритроцитов (например, после переливания крови). RDW следует анализировать вместе с гистограммой эритроцитов, которую представляют гематологические анализаторы.

Таблица 12 – Классификация анемий по показателям RDW и MCV [Никушкин Е.В., Крючкова М.И., 1998]

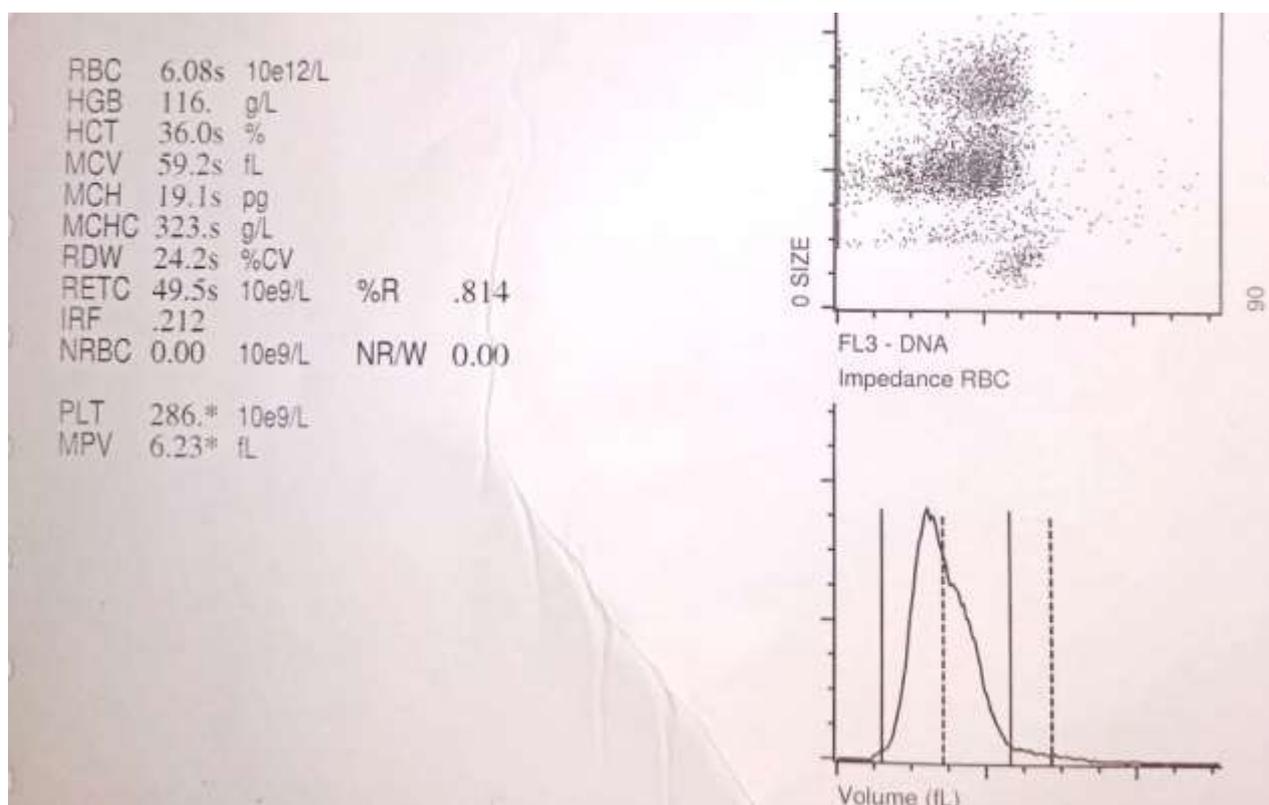
Показатели	MCV меньше нормы (микроцитарные)	MCV в норме (нормоцитарные)	MCV выше нормы (макроцитарные)
RDW в норме (гомогенные)	Талассемия	Хронические заболевания	Болезни печени
RDW выше нормы (гетерогенные)	Хронические заболевания	Острая кровопотеря	Апластическая анемия, В12- и фолиевый дефицит
	Дефицит	Гемолитическая анемия вне криза	

	железа	Дефицит железа Гемоглобинопатии Миелодиспластический синдром Миелофиброз	Гемолитический криз Агглютинация эритроцитов Лейкоцитоз выше 50,0-109/л
--	--------	---	---

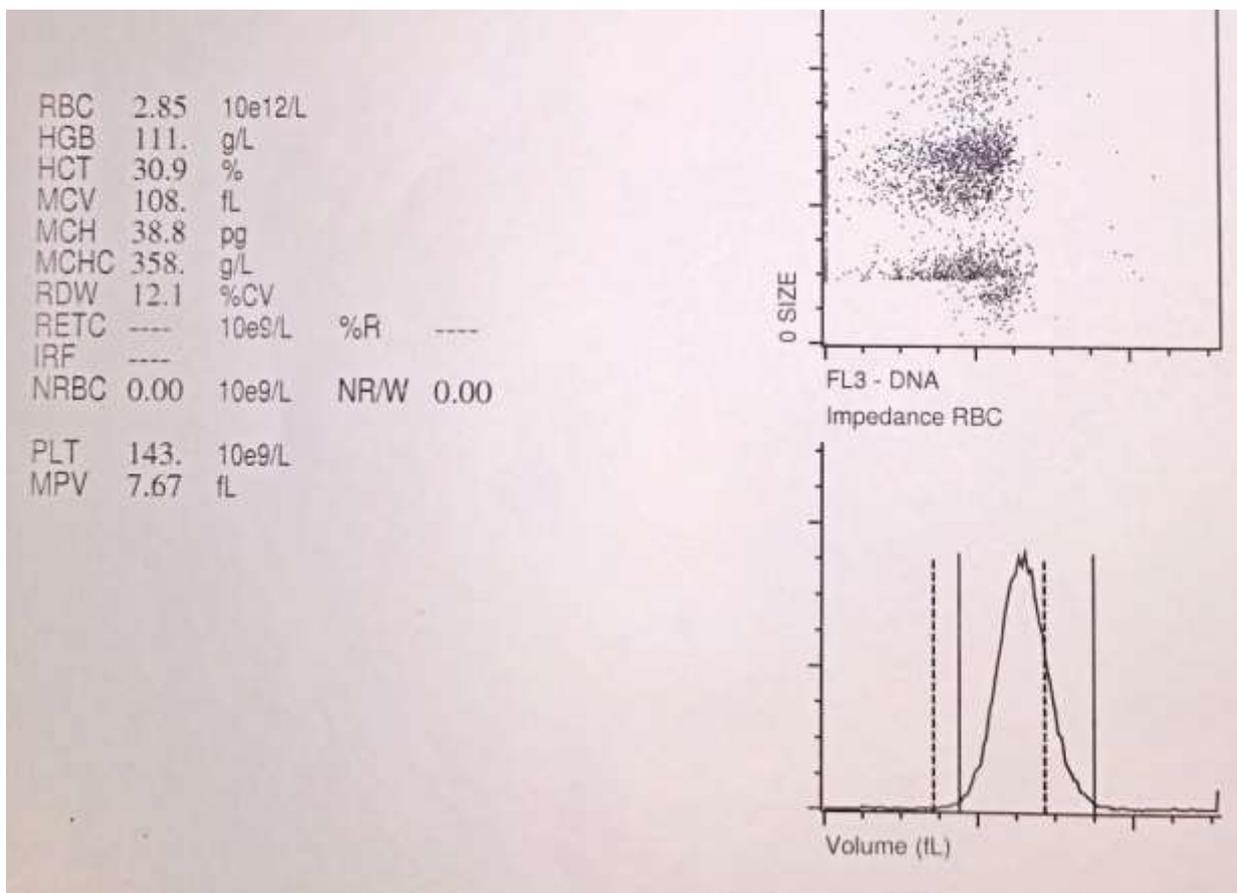
Примеры интерпретации эритроцитарных индексов



Пример 1. Нормальные показатели среднего объема эритроцитов (MCV), среднего содержания (MCH) и концентрации (MCHC) гемоглобина в эритроците, позволяют сделать вывод о наличии нормохромной, нормоцитарной анемии у пациента. Анализируя гистограмму распределения эритроцитов по объему, можно предположить наличие макроформ эритроцитов в образце крови, что и объясняет увеличенный RDW.



Пример 2. Снижение MCV и MCH, позволяют сделать вывод о наличии микроцитарной гипохромной анемии у пациента. Нормальный показатель MCHC и увеличенное количество эритроцитов говорят о регенераторной стадии анемии связанной с нарушением синтеза гемоглобина. Анализируя гистограмму распределения эритроцитов по объему, можно увидеть наличие, как микроформ эритроцитов, так и эритроцитов нормальных по объему, примерно в одинаковых пропорциях (это объясняет увеличенный RDW), напрашивается вывод о умеренном микроанизоцитозе эритроцитов.



Пример 3. Увеличенные MCV и MCH, позволяют сделать вывод о наличии макроцитарной гиперхромной анемии. Смещенная вправо гистограмма распределения эритроцитов по объему, на фоне нормального RDW говорят о выраженном макроанизоцитозе эритроцитов.

Тромбоциты (PLT)

Тромбоцитоз

Увеличение количества тромбоцитов более $400 \cdot 10^9/\text{л}$. Тромбоцитозы могут быть как реактивными так опухолевыми.

Причины реактивных тромбоцитозов:

- спленэктомия
- острая кровопотеря и острый гемолиз.
- ревматоидный артрит
- туберкулез
- язвенный колит

- остеомиелит и др.

К опухолевым тромбоцитозам приводят хронические миелопролиферативные заболевания (ХМЛ, ХСМЛ, эритремия, мегакариоцитарный лейкоз, идиопатическая гемаррагическая тромбоцитемия).

Тромбоцитопения

Количество тромбоцитов менее $150 \cdot 10^9/\text{л}$. Различают наследственные и приобретенные тромбоцитопении.

Таблица 13 – Основные причины тромбоцитоза

Патогенетические механизмы тромбоцитопении	Клинические ситуации и патологические состояния
Недостаточность гемопоэза – нарушение образования тромбоцитов	Гипо- и апластические состояния, лейкозы, метастазы рака в костный мозг, ионизирующее облучение, химиотерапия, дефицит витамина В12 и фолиевой кислоты, вирусные инфекции, сепсис, милиарный туберкулез и др.
Повышенное потребление тромбоцитов	Кровопотеря, ДВС, гигантская гемангиома, тромбоз, геморрагическая тромбоцитемия
Повышенная деструкция тромбоцитов	Ауто- и иммунные гемолитические анемии, изоиммунные, гетероиммунные (гаптеновые), лекарственные, вирусные, СКВ, лимфопролиферативные заболевания, посттрансфузионные реакции, ПНГ и др.
Механические повреждения тромбоцитов	Протезирование клапанов сердца, экстракорпоральное кровообращение
Повышенная секвестрация в селезенке (гиперспленизм)	Спленомегалия при циррозе печени, портальной гипертензии, гистиоцитозах, болезнях накопления, синдроме Фелти, туберкулезе селезенки, миелопролиферативных заболеваниях, талассемии

Возможные ошибки измерения тромбоцитов

Ложное занижение числа PLT может давать агрегация и агглютинация тромбоцитов при наличии тромбоцитарных агглютининов и прилипания тромбоцитов к лейкоцитам (тромбоцитарный «сателлизм»). Макроформы тромбоцитов могут ошибочно восприниматься анализатором как эритроцит (микроцит), следовательно будут получены ложнозаниженные результаты тромбоцитов. Фрагменты эритроцитов (шизоциты) могут включаться в количество тромбоцитов, приводя к ложноповышенным результатам.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Гематологический атлас: настольное руководство врача-лаборанта / Козинец Г.И., Сарычева Т.Г., Луговская С.А. и др. – М.: Практическая медицина, 2015. – 192 с.: ил.
2. Кишкун, А.А. Клиническая лабораторная диагностика: учебное пособие / А.А. Кишкун. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. – 976 с.
3. Клиническая лабораторная диагностика: национальное руководство: в 2 т. / по ред. В.В. Долгова, В.В. Меньшикова. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012.
4. Лабораторная гематология / Луговская С.А., Морозова В.Т., Почтарь М.Е., Долгов В.В. – М. – Тверь: ООО «Издательство «Триада», 2006. – 224 с.
5. Лейкоциты, автоматический анализ, трудности, разногласия: материалы для обучения / Пиньковский Р. – «Артдрук», 2000 – 155 с.: ил.
6. Медицинские лабораторные технологии: руководство по клинической лабораторной диагностике: в 2 т. / В.В. Алексеев и др.; под ред. А.И. Карпищенко. – 3-е изд., перераб. и доп. – Т. 1. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 472 с.: ил.
7. Медицинские лабораторные технологии: руководство по клинической лабораторной диагностике: в 2 т. / В.В. Алексеев и др.; под ред. А.И. Карпищенко. – 3-е изд., перераб. и доп. – Т. 2. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. – 792 с.: ил.
8. Методы клинических лабораторных исследований: учебник / под ред. В.С. Камышникова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: МЕДпресс-информ, 2009. – 752 с.: ил.