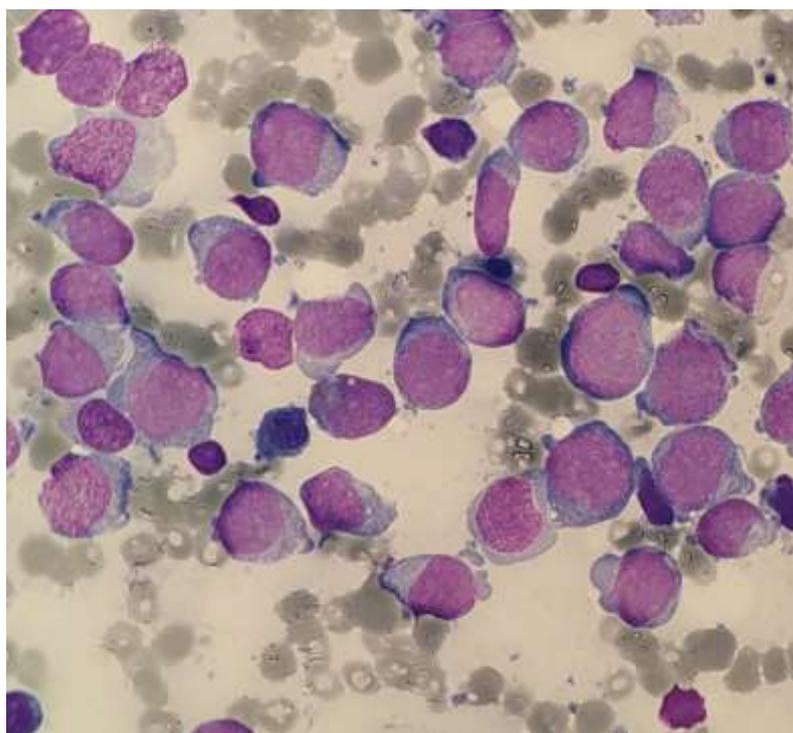


**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

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

**Д.С. Сачилович**

**МИЕЛОГРАММА –  
ПРОЦЕДУРА ИССЛЕДОВАНИЯ И  
ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ДАННЫХ**



Практическое пособие для врачей

Гомель, ГУ «РНПЦ РМиЭЧ», 2019

**Составитель:**

С.Д. Сачилович, 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.

Миелограмма – процедура исследования и интерпретация данных / Д.С. Сачилович. – Гомель: ГУ «РНПЦ РМиЭЧ», 2019. – 39 с.

В практическом пособии описывается методика цитологического исследования костного мозга, включающая количественное исследование миелокариоцитов и мегакариоцитов и морфологическое изучение клеток костного мозга. Описаны варианты количественных и качественных изменений в миелограмме, метод расчета костномозговых индексов, принципы формирования клинико-диагностического заключения.

Пособие предназначено для врачей лабораторной диагностики, врачей-гематологов, слушателей курсов повышения квалификации.

Рекомендовано к изданию на заседании Ученого совета ГУ «РНПЦ РМиЭЧ»  
протокол № \_\_ от \_\_\_\_ \_\_\_\_\_.2019 г.

© Д.С. Сачилович  
© ГУ «РНПЦ РМиЭЧ», 2019

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Пункция костного мозга	5
Количественное исследование миелокариоцитов и мегакариоцитов	6
Подсчет миелокариоцитов	6
Подсчет мегакариоцитов	7
Подсчет миелограммы	9
Морфология клеток гранулоцитарного ростка	11
Морфология клеток моноцитарного ростка	18
Морфология клеток лимфоцитарного ростка	19
Морфология клеток мегакариоцитарного ростка	24
Морфология клеток эритроидного ростка	26
Костно-мозговые индексы	31
Лейко-эритробластическое отношение	31
Индекс созревания нейтрофилов	31
Индекс созревания эритрокариоцитов	32
Выдача результата исследования	32
Список использованной литературы	39

## **Введение**

Морфологическое исследование костного мозга проводят с целью верификации диагноза и количественной оценки функции костномозгового кроветворения у больных с различными формами гемобластозов, анемиями и некоторыми другими заболеваниями, а также для контроля за эффективностью терапии. Исследование костномозгового пунктата в этом отношении является несравненно более информативным, чем определение морфологического состава периферической крови. Изучение характера костно-мозгового кроветворения, определение его функционального состояния и перестройки помогают разобраться в сложных диагностических ситуациях. Проведение пункции костного мозга является доступной, высокоинформативной, простой в выполнении и подготовке процедурой. Такое исследование не оказывает серьезной нагрузки на пациента, редко вызывает осложнения, позволяет ставить точный диагноз и давать оценку эффективности проведенного лечения. Пункция костного мозга занимает важное место в диагностике патологий крови и онкологических процессов. Ее выполнение дает возможность быстро и точно поставить диагноз. После проведенного лечения такая диагностическая методика может осуществляться для оценки его эффективности.

## **Пункция костного мозга**

Наиболее простой и доступный способ получения костного мозга из грудины, который применяется до настоящего времени, был предложен в 1927 г. М. И. Аринкиным. Пункция костного мозга производится специальными иглами. Костный мозг получают посредством аспирационной биопсии в области тела грудины на уровне третьего-четвертого межреберий или в области рукоятки грудины, а также гребня или бугристости подвздошной кости. Место прокола обрабатывают раствором йода или другим антисептиком. Проводится местная анестезия 1–2% раствором новокаина послойно: кожа – подкожная клетчатка – надкостница. Пункция костного мозга производится врачом в процедурном кабинете при соблюдении правил асептики. Иглу вводят строго перпендикулярно поверхности грудины в костномозговой канал; щиток иглы устанавливают на расстоянии 0,8–2 см от грудины, в зависимости от конституции пациента. После извлечения мандрена из иглы на нее насаживается 10–20-миллилитровый шприц и производится аспирация костного мозга, после чего иглу извлекают и обрабатывают место прокола антисептиком. Количество аспирированной взвеси клеток зависит от объема и характера предполагаемых исследований. Для целей диагностики достаточно 0,1–0,2 мл во избежание примеси крови, однако для проведения цитогенетических, культуральных, иммунологических, цитохимических и других исследований требуется несколько миллилитров костного мозга. Костный мозг из шприца помещают на парафинированное часовое или предметное стекло и часть материала немедленно вносят в пробирки для определения клеточности костного мозга и количества мегакариоцитов. Сразу после этого на предметных стеклах углом шлифованного стекла делают тонкие мазки для оценки клеточного состава костного мозга. Во избежание свертывания костного мозга все перечисленные процедуры делаются очень быстро.

# **Количественное исследование миелокариоцитов и мегакариоцитов**

## **Подсчет миелокариоцитов**

### Принцип метода.

Подсчет клеток в разведенном пунктате костного мозга в счетной камере с последующим пересчетом на 1 мкл пунктата.

### Реактивы:

3–5%-ный раствор уксусной кислоты.

### Специальное оборудование:

Счетная камера Горяева. Микроскоп.

### Ход исследования.

В пробирку с 4 мл раствора уксусной кислоты вносят 0,02 мл пунктата костного мозга (разведение в 200 раз) и в таком виде доставляют в лабораторию. Содержимое пробирки тщательно перемешивают и заполняют счетную камеру. Через 1–2 минуты, после оседания форменных элементов, подсчитывают миелокариоциты, т. е. все ядерные элементы в 100 больших квадратах (аналогично подсчету лейкоцитов в крови).

### Расчет.

Количество миелокариоцитов в 1 мкл пунктата рассчитывают по формуле:

$$X = \frac{n \times 200 \times 250}{100} = n \times 500,$$

где X – число миелокариоцитов в 1 мкл пунктата, n – количество миелокариоцитов в 100 больших квадратах; 200 – разведение пунктата костного мозга; 250 – множитель для приведения к 1 мкл, так как объем одного большого квадрата равен 1/250 мкл. 100 – число просчитанных больших квадратов.

### Нормальные величины.

Общее количество ядерных элементов колеблется в широких пределах, очевидно, вследствие неодинакового состава костномозговой ткани в различных участках и примеси крови к пунктату. У здоровых людей количество

костномозговых клеток составляет  $42-195 \times 10^3$ ,  $80-150 \times 10^3$  в 1 мкл. Представленные нормативы имеют вероятность 86,6%, т. е. показатели могут выходить за их пределы у 13,4% здоровых людей.

#### Клиническое значение.

Количество миелокариоцитов дает ориентировочное представление о клеточности костного мозга. Повышение клеточности костного мозга имеет место у новорожденных, при острых и хронических лейкозах, истинной полицитемии, миелодиспластическом синдроме, лейкемоидных реакциях, обусловленных инфекционными заболеваниями или злокачественными новообразованиями. Умеренное увеличение клеточности наблюдается после кровопотери, при гемолитических и  $B_{12}$ -дефицитной анемии.

Уменьшение количества миелокариоцитов отмечено при старении, при одном из вариантов миелодиспластического синдрома – рефрактерной анемии, врожденной гипоплазии кроветворения (синдром Фанкони); при аплазии кроветворения в результате миелотоксического воздействия лекарственных средств (цитостатиков, анальгетиков, нестероидных противовоспалительных препаратов, антибиотиков, сульфаниламидных препаратов); при хронической интоксикации бензолом, воздействии ионизирующей радиации при метастазировании злокачественных новообразований в костный мозг, апластической анемии или миелофиброзе. Умеренное снижение количества ядерных клеток может быть при инфекционных заболеваниях, парциальной ночной гемоглобинурии.

### **Подсчет мегакариоцитов**

Подсчитывают число клеток в счетной камере Фукса-Розенталя. Количество мегакариоцитов определяют в двух-трех камерах и вычисляют среднее. В мазках пунктата костного мозга при выведении миелограммы (подсчет не менее 500 клеток) отмечают процент мегакариоцитов. В норме должно быть от 5 до 13 мегакариоцитов в 250 полях зрения при просмотре мазков пунктата по В. А. Бейеру (1967) или 5–12 на 250 полей зрения по

Г. А. Алексееву (1959). Количество мегакариоцитов можно оценить ориентировочно, просматривая под малым увеличением микроскопа окрашенные мазки пунктата костного мозга. Мазок лучше покрыть тонким слоем иммерсионного масла, тогда мегкариоциты выглядят рельефнее. Количество мегакариоцитов оценивают по отношению к количеству всех ядерных клеток костного мозга.

Мегакариоциты – гигантские клетки костного мозга, они в 15–20 раз крупнее лейкоцитов, имеют диаметр 30–70 мкм, отчетливо видны под малым увеличением микроскопа, имеют интенсивно-фиолетовое многолопастное ядро, широкую зону цитоплазмы с зернистостью, в мазках располагаются неравномерно, сосредоточиваясь по краям препарата и в конце мазка. Отношение числа мегакариоцитов к общему количеству миелокариоцитов составляет менее 1% (Бейер В.А., 1967), 0,04–0,4% (Кассирский И.А., 1948); 0,1–0,2% (Кост Е.А., 1975). Все эти методы не являются достаточно точными. Наиболее достоверные сведения о количестве мегакариоцитов дает подсчет в срезе костного мозга, полученного при трепанобиопсии.

Другим вариантом метода является подсчет в счетной камере.

#### Принцип метода.

Подсчет клеток в разведенном пунктате костного мозга в счетной камере с последующим пересчетом на 1 мкл пунктата.

#### Реактивы:

3–5%-ный раствор уксусной кислоты.

#### Специальное оборудование.

Счетная камера Фукса-Розенталя. Микроскоп.

#### Ход исследования.

В пробирку с 0,4 мл раствора уксусной кислоты вносят 0,02 мл пунктата костного мозга (разведение в 20 раз) и в таком виде доставляют в лабораторию. Подсчет мегакариоцитов (гигантских клеток) производят во всей сетке. Расчет производят по формуле:

$$X = \frac{n \times 20}{3,2},$$

где  $X$  — число мегакариоцитов в 1 мкл пунктата костного мозга;  $n$  — количество мегакариоцитов во всей камере; 3,2 — объем камеры Фукса-Розенталя, мкл; 20 — степень разведения пунктата костного мозга. У здоровых людей количество мегакариоцитов составляет  $63 \pm 10$  в 1 мкл. У детей в возрасте 5 месяцев — 3,5 года количество мегакариоцитов выше, чем у взрослых ( $116 \pm 10,8$  в 1 мкл пунктата).

#### Клиническое значение.

Резкое увеличение количества мегакариоцитов в костном мозге является ранним признаком хронических миелопролиферативных заболеваний, особенно истинной полицитемии, а также хронического миелофиброза и миелолейкоза. Мегакарицитоз костного мозга характерен также для идиопатической тромбоцитопенической пурпуры, иммунных тромбоцитопений, эссенциальной тромбоцитемии, может наблюдаться после кровопотери, при злокачественных новообразованиях, гигантских гемангиомах, циррозе печени с синдромом гиперспленизма. Уменьшение числа мегакариоцитов характерно для апластической анемии, системных гиперпластических процессов (острых лейкозов, хронических лейкозов в терминальной стадии, лимфопролиферативных заболеваниях), неходжкинских лимфом с поражением костного мозга, метастазов злокачественных опухолей в костный мозг.

#### **Подсчет миелограммы**

Состав костного мозга в норме подвержен значительным колебаниям и зависит от возраста обследуемого, функционального состояния костного мозга в момент пункции и качества произведенной пункции. Разбавленность пунктата периферической кровью и фиброз костного мозга сильно влияют на клеточный состав миелограммы. В световом микроскопе анализируют мазки костного мозга, окрашенные принятым в лаборатории методом (по Романовскому-Гимзе, Нохту, Крюкову-Паппенгейму и др.).

Анализ начинают с просмотра мазков под 100-кратным увеличением с целью определения клеточности пунктата, ориентировочной оценки его состава, количества мегакариоцитов, наличия атипичных клеток и их скоплений:

- клеточность костного мозга – соответствует норме или отличается от таковой (гиперклеточный, богатый, гипоклеточный, скудный костный мозг). В лабораториях, где не проводится подсчет миелокариоцитов в камере Горяева, иногда возникают трудности в оценке клеточности костного мозга. При этом удобно иметь под рукой окрашенные мазки периферической крови с уровнем лейкоцитов, соответствующим верхней и нижней границам нормы ядерных элементов костного мозга – для сравнения. Это может помочь дать ориентировочное заключение о клеточности костного мозга (например, около верхней или нижней границы нормы);

- мноморфность или полиморфность костного мозга;
- количество мегакариоцитов, если подсчет их в данной лаборатории проводится в мазке ;

- наличие гнезд раковых клеток (метастазы) или выявление гигантских клеток (Гоше, Нимана-Пика и др.);

- участки препарата, подходящие для подсчета миелограммы на большом увеличении (тонкая зона мазка с расположением эритроцитов отдельно друг от друга и достаточным количеством исследуемых клеток).

Затем препараты исследует с иммерсионным объективом. При этом проводят дифференцированный подсчет миелокариоцитов. Считают подряд все попадающиеся клетки в разных участках мазка (если мазков несколько – считают клетки в разных мазках) общим количеством не менее 500, а затем выводят процентное соотношение клеток.

В результат подсчета миелограммы должны входить следующие виды клеток:

- недифференцированные бласты;

- все клетки гранулоцитарного ростка (при этом считают отдельно все клетки нейтрофильного и эозинофильного рядов, а также суммарное количество клеток каждого ряда, базофилы дифференцируются на миелоциты и сегментоядерные, это связано с тем, что зернистость не всегда позволяет четко дифференцировать форму ядра);

- все клетки моноцитарного ростка;
- все клетки лимфоидного ростка;
- все клетки эритроидного ростка и их сумма (мегалобласты, в случае их присутствия, считают отдельно от нормобластов);
- ретикулярные клетки (все их считают одним числом).

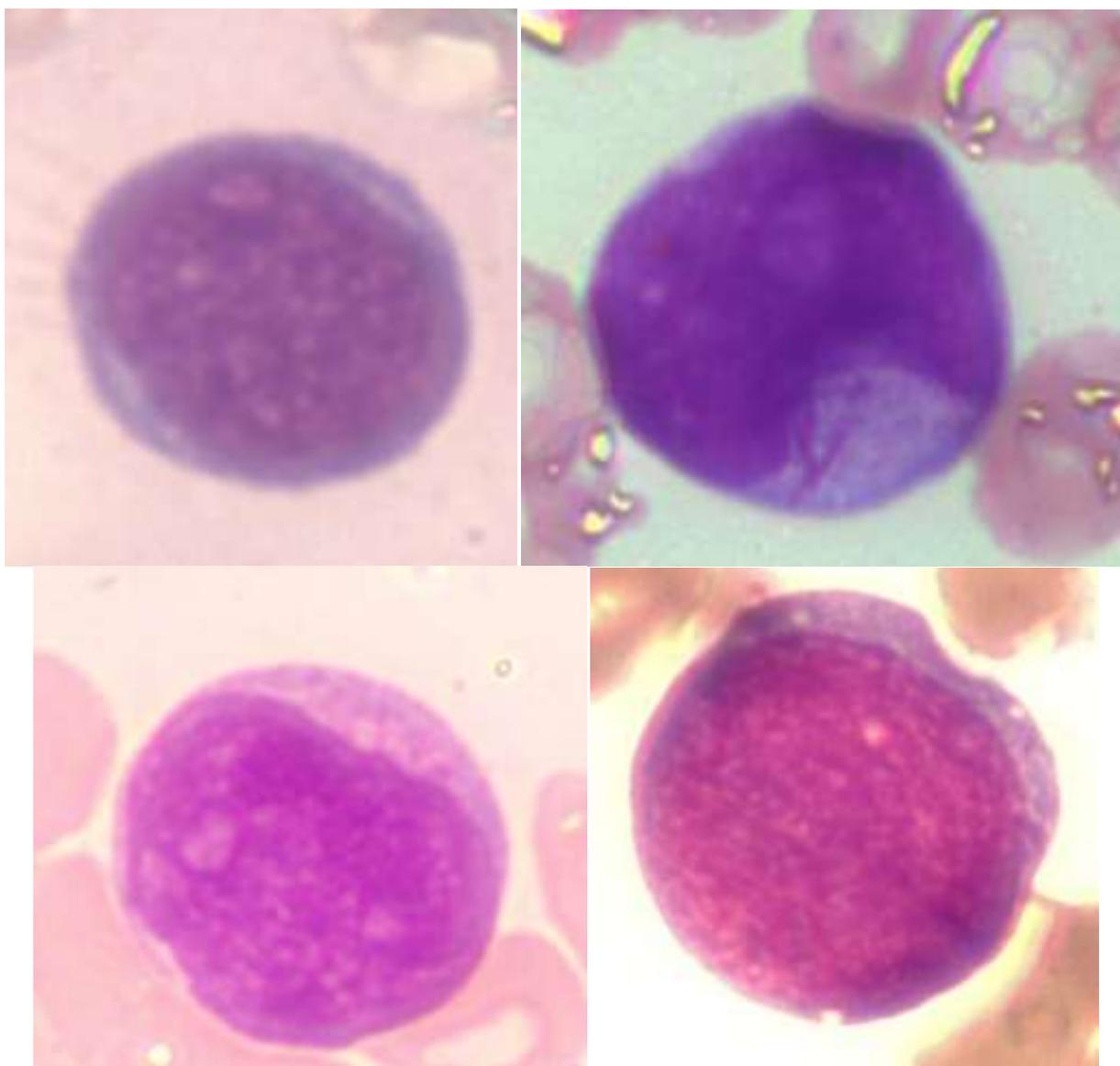
Отдельно на бумаге подсчитывают количество митозов. Выражают их на 100 клеток в каждом ряду.

## **Морфология клеток гранулоцитарного ростка**

**Миелобласт** – родоначальная клетка гранулоцитарного ряда. Размер клетки – от 10 до 20 мкм. Форма чаще круглая, иногда овальная. Ядро занимает большую часть клетки, круглое или овальное, окрашивается в красно-фиолетовый цвет. Хроматин мелкосетчатый. Ядерная мембрана очень тонкая. В ядре можно обнаружить от 2 до 7 ядрышек, окрашивающихся в светло-синий, а иногда в красновато-фиолетовый цвет. Цитоплазма базофильная, содержит небольшое количество неспецифических азурофильных гранул (рисунок 1).

**Промиелоцит** образуется в процессе деления миелобласта, далее из него образуются более зрелые зернистые лейкоциты. Величина клетки колеблется от 12 до 24 мкм. Ядро занимает большую часть клетки, красно-фиолетовое. Форма ядра круглая, овальная или с небольшим вдавлением, располагается чаще эксцентрично. Структура ядра сетчатая, местами более грубая. Ядерная мембрана тонкая. В ядре могут быть видны ядрышки, которые не всегда хорошо выражены. Цитоплазма промиелоцитов чаще имеет значительные размеры, иногда образует небольшой ободок. У более молодых клеток окрашивается в

разные оттенки синего цвета, по мере созревания клеток приобретает розовато-голубой цвет. Промиелоцит – первая клетка гранулоцитарного ряда, в которой появляется специфическая зернистость. В зависимости от типа специфической зернистости промиелоцит относят к нейтрофильному, эозинофильному или базофильному ряду. Можно видеть и довольно крупную недифференцированную зернистость (типа азурофильной), окрашивающуюся преимущественно в красно-фиолетовый цвет.

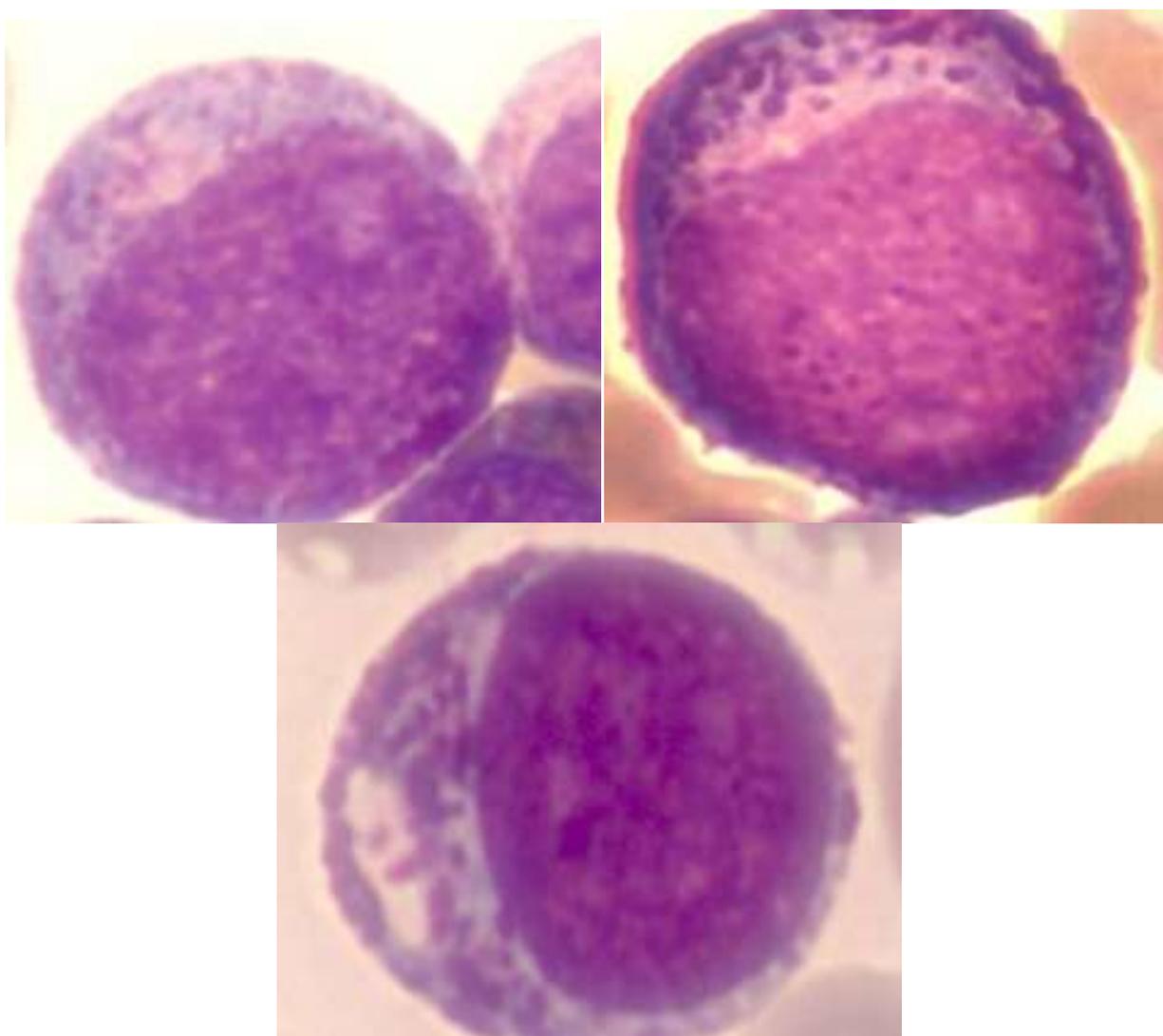


**Рисунок 1 – Миелобласты**

Эозинофильные гранулы на разных этапах развития содержат большое количество кислой базофильной субстанции, воспринимающей щелочные

(синие) краски, поэтому большинство гранул окрашивается в грязновато-синий цвет. Такие клетки можно ошибочно принять за базофильные. Во избежание ошибки следует учитывать не только окраску, но и размеры, форму гранул: в клетках эозинофильного ряда они правильной округлой формы и одинакового размера, а в клетках базофильного ряда величина их колеблется от мелких точечных до крупных хлопьевидных образований неправильной формы.

Промиелоциты нередко трудно отдифференцировать от молодых миелоцитов. Основное отличие – расположение зернистости в клетке: у промиелоцита она располагается и в цитоплазме, и на ядре, а у миелоцита – только в цитоплазме (рисунок 2).



**Рисунок 2 – Промиелоциты**

**Миелоцит.** Размер миелоцита от 8 до 18 мкм. В миелоцитах различают две генерации – крупные незрелые материнские миелоциты и меньших размеров зрелые дочерние миелоциты. Дочерние миелоциты образуются из материнских в результате пролиферации и дифференциации. Ядра миелоцитов сочные, с характерным чередованием более светлых и более темных участков хроматина. Рисунок хроматина в ядре зависит от степени зрелости клеток: более мелкий, сглаженный, рыхлый – у незрелых миелоцитов и более крупный, грубый и густой – у зрелых. Материнскому миелоциту свойственно ядро рыхлой структуры, как бы набухшее, а дочернему – овальное, бобовидное или бухтообразное, глыбчатое. Ядрышки в ядре миелоцита, как правило, отсутствуют.

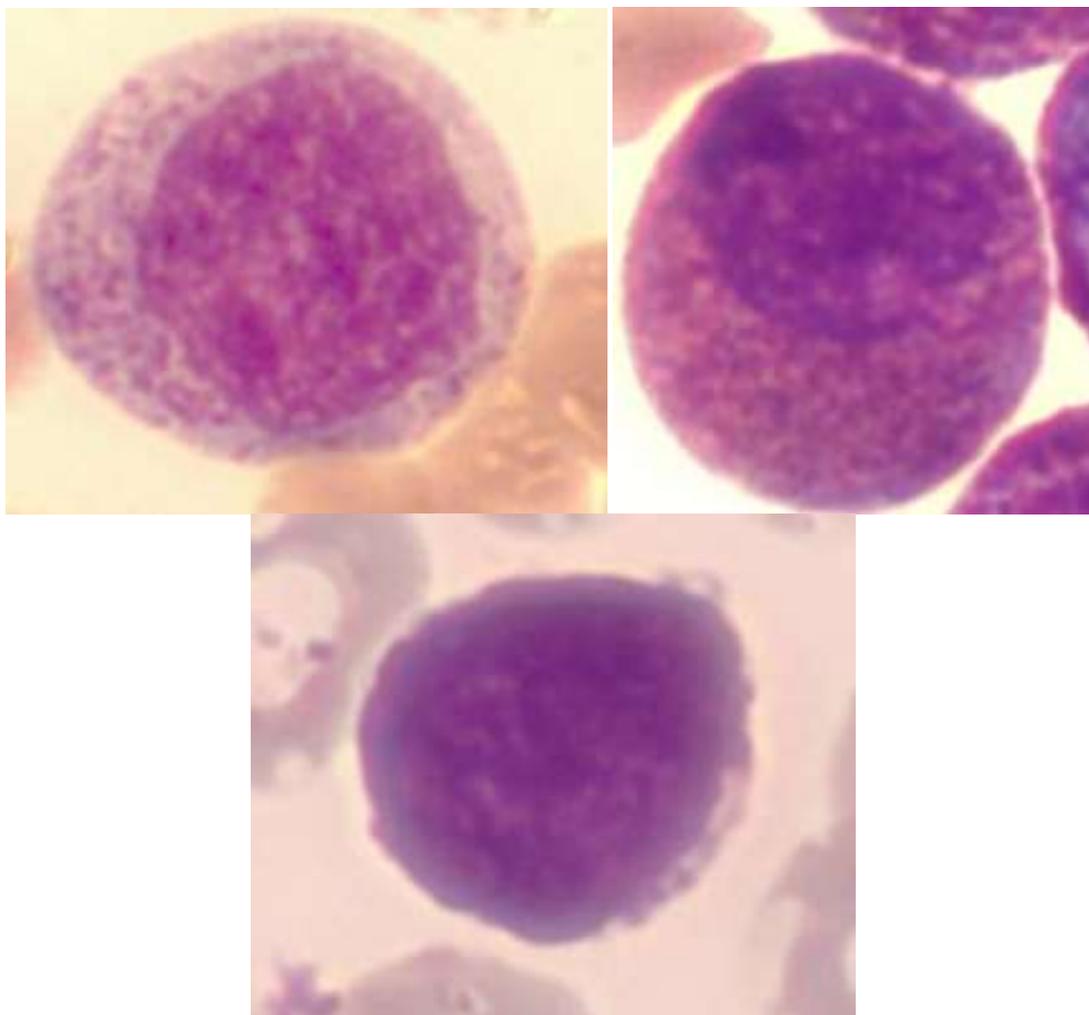
Цитоплазма нейтрофильного миелоцита окрашивается в светлый сине- или фиолетово-коричневый тон у материнских форм и розоватый – у дочерних. В центре клетки, вблизи ядра, в области расположения комплекса Гольджи окраска цитоплазмы менее интенсивна. По наличию этого просветления в цитоплазме миелоциты можно легко дифференцировать даже в тех случаях, когда зернистость плохо окрашена или совсем не окрашена (при лейкозах). Зернистость мелкая, такого же типа, как и у зрелых нейтрофильных гранулоцитов, но среди мелких гранул всегда располагаются и более крупные.

Цитоплазма эозинофильного миелоцита окрашивается в голубой цвет, густо "нафарширована" эозинофильной (ярко-оранжевой) зернистостью, среди которой могут встречаться гранулы синего или фиолетово-красного цвета (более молодая эозинофильная зернистость).

Цитоплазма базофильного миелоцита также окрашивается в голубой цвет. Зернистость отличается колебаниями в оттенках окраски отдельных гранул (темно-синяя, синяя, фиолетово-красная), форме и количестве гранул.

В нормальных условиях только дочерние миелоциты через метамиелоциты переходят в полиморфные лейкоциты. Материнские миелоциты, не давшие дочерних генераций, могут в дальнейшем развиваться в зрелые полиморфные лейкоциты только в патологических условиях. Такие

лейкоциты имеют большую величину и большее количество сегментов в ядре. Кроме этого при патологических процессах, особенно при лейкозах, в миелоцитах отмечается несоответствие в развитии ядра и цитоплазмы, а также зернистости клеток (рисунок 3).



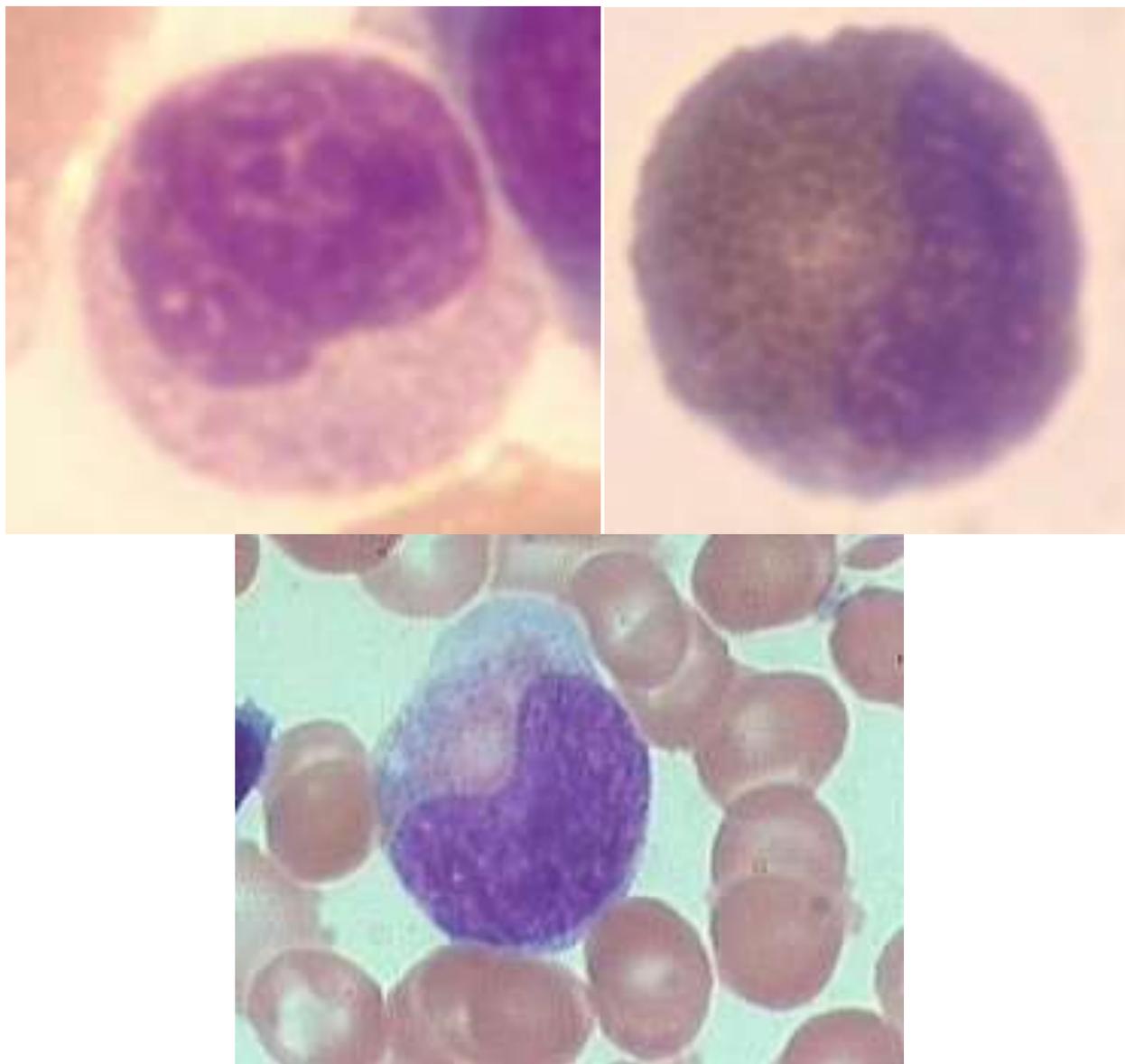
**Рисунок 3 – Миелоциты**

**Метамиелоцит (юный).** Размер метамиелоцита от 10 до 16 мкм. Ядро занимает около половины клетки и имеет подковообразную, почкообразную или колбасообразную форму. Ядро более компактное по сравнению с миелоцитами.

Цитоплазма нейтрофильного метамиелоцита бледно-розового цвета, но иногда бывает серватой или светло-синей. В цитоплазме содержится нейтрофильная зернистость (фиолетового цвета), разная по величине и расположенная по всей цитоплазме.

Эозинофильный метамиелоцит имеет бледно-голубую цитоплазму, эозинофильную зернистость, расположенную по всей цитоплазме.

Базофильные метамиелоциты не всегда можно точно распознать из-за того, что за крупной темной зернистостью не удастся разглядеть форму, величину и структуру ядра. В таком случае клетку рекомендуется относить к зрелым базофилам (рисунок 4).

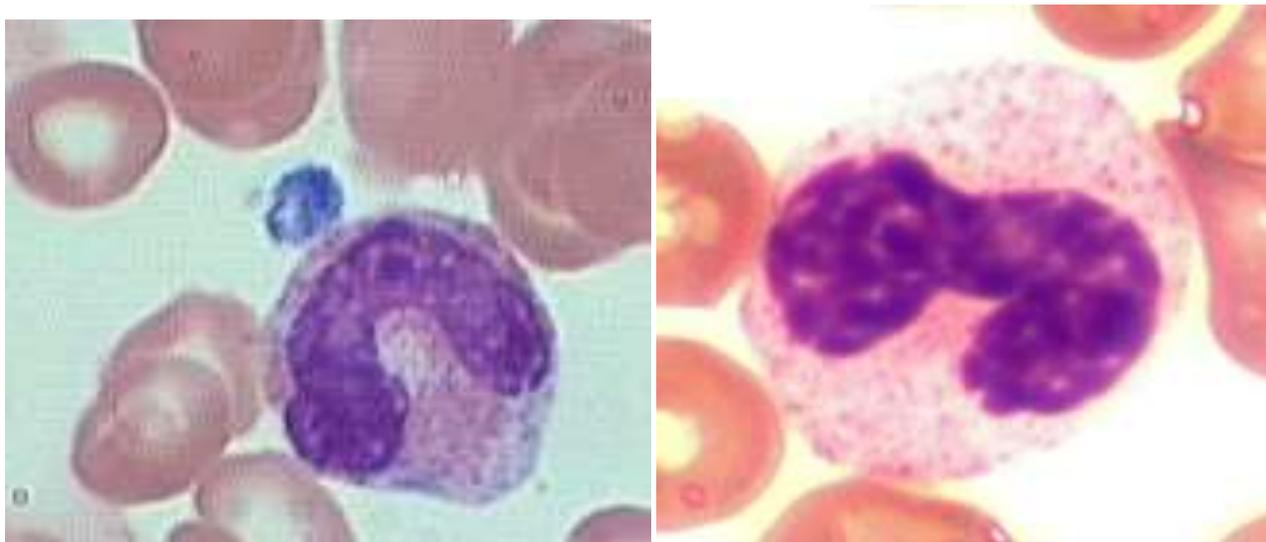


**Рисунок 4 - Метамиелоциты**

**Палочкоядерные гранулоциты.** Размер палочкоядерных гранулоцитов от 9 до 12 мкм. Ядерно-цитоплазматическое отношение сдвинуто в пользу цитоплазмы. Ядро имеет вид палочки (часто изогнутой), иногда с сужениями, сохраняющими двухконтурность. Хроматин грубой структуры.

У нейтрофильного палочкоядерного гранулоцита цвет цитоплазмы

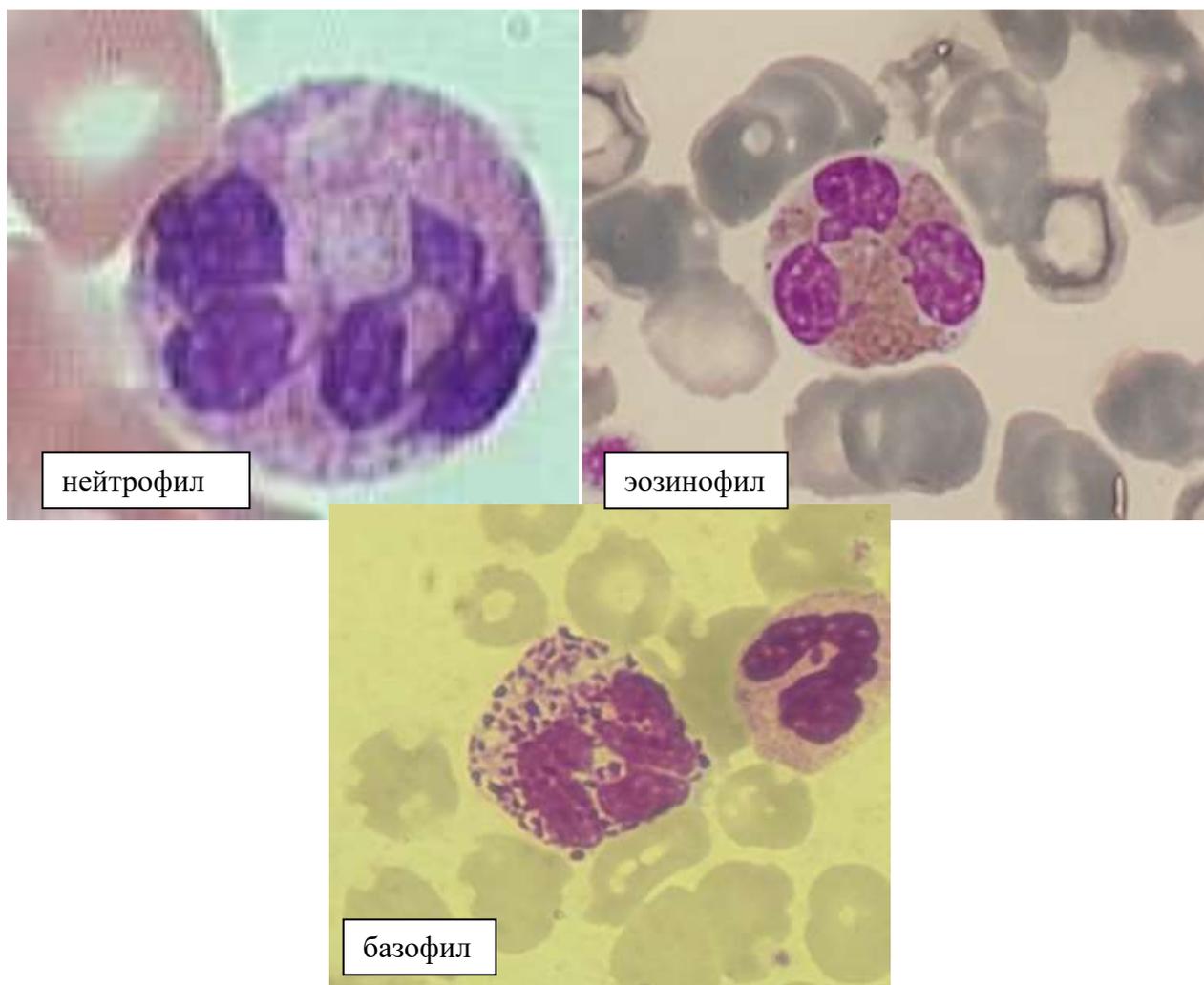
розоватый с фиолетовым оттенком; зернистость большей частью обильная, но не всегда равномерно заполняет цитоплазму. У эозинофильного палочкоядерного гранулоцита цитоплазма неясного голубого цвета, мало заметного из-за обильной эозинофильной зернистости. Базофильные палочкоядерные гранулоциты практически не встречаются (рисунок 5).



**Рисунок 5 – Палочкоядерные нейтрофилы**

**Сегментоядерные гранулоциты.** По размеру и ядерно-цитоплазматическому соотношению сегментоядерные гранулоциты аналогичны палочкоядерным гранулоцитам. Ядро полиморфное, разделено на сегменты, соединенные тонкими одноконтурными перемычками, окрашивается в темно-фиолетовый цвет.

Ядра нейтрофильных сегментоядерных гранулоцитов имеют в норме 2–5 сегментов, цитоплазма розовая или розово-фиолетовая, содержит нейтрофильную зернистость. Ядра эозинофильных сегментоядерных гранулоцитов имеют обычно 2 сегмента, реже 3 или 4. Цитоплазма заполнена эозинофильной зернистостью. Базофильный сегментоядерный гранулоцит имеет трехсегментированное или лопастное ядро. Цитоплазма бледно-розового или фиолетового цвета. Крупная темно-фиолетовая зернистость располагается и на ядре, и в цитоплазме (рисунок 6).



**Рисунок 6 – Сегментоядерные гранулоциты**

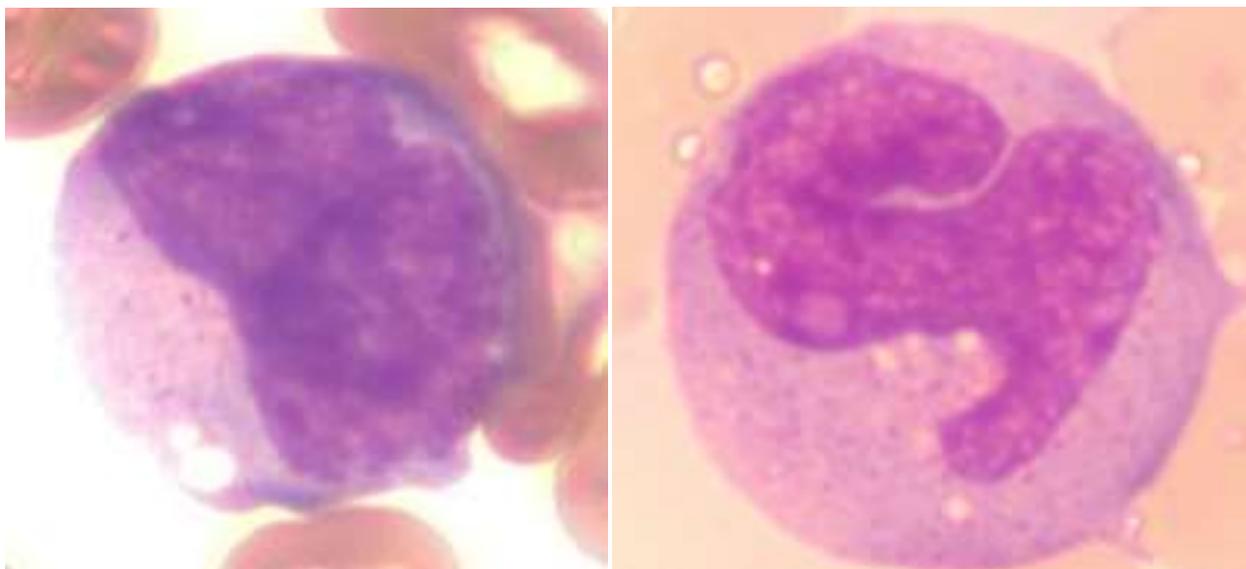
### **Морфология клеток моноцитарного ростка.**

**Монобласт** – родоначальная клетка моноцитарного ряда. Размер 12 - 20 мкм. Ядро большое, чаще круглое, нежносетчатое, светло-фиолетового цвета, содержит 2 - 3 ядрышка. Цитоплазма монобласта сравнительно небольшая, без зернистости, окрашена в голубоватые тона.

**Промоноцит** – отличается от монобласта более грубым ядром и отсутствием четких нуклеол. Цитоплазма серовато-голубого, а иногда синего цвета, окружает ядро ободком, может содержать мелкую азурофильную зернистость.

**Моноцит** – зрелая клетка. Размер – от 12 до 20 мкм. Ядро светло-фиолетового цвета, может иметь различную форму – круглую, овальную,

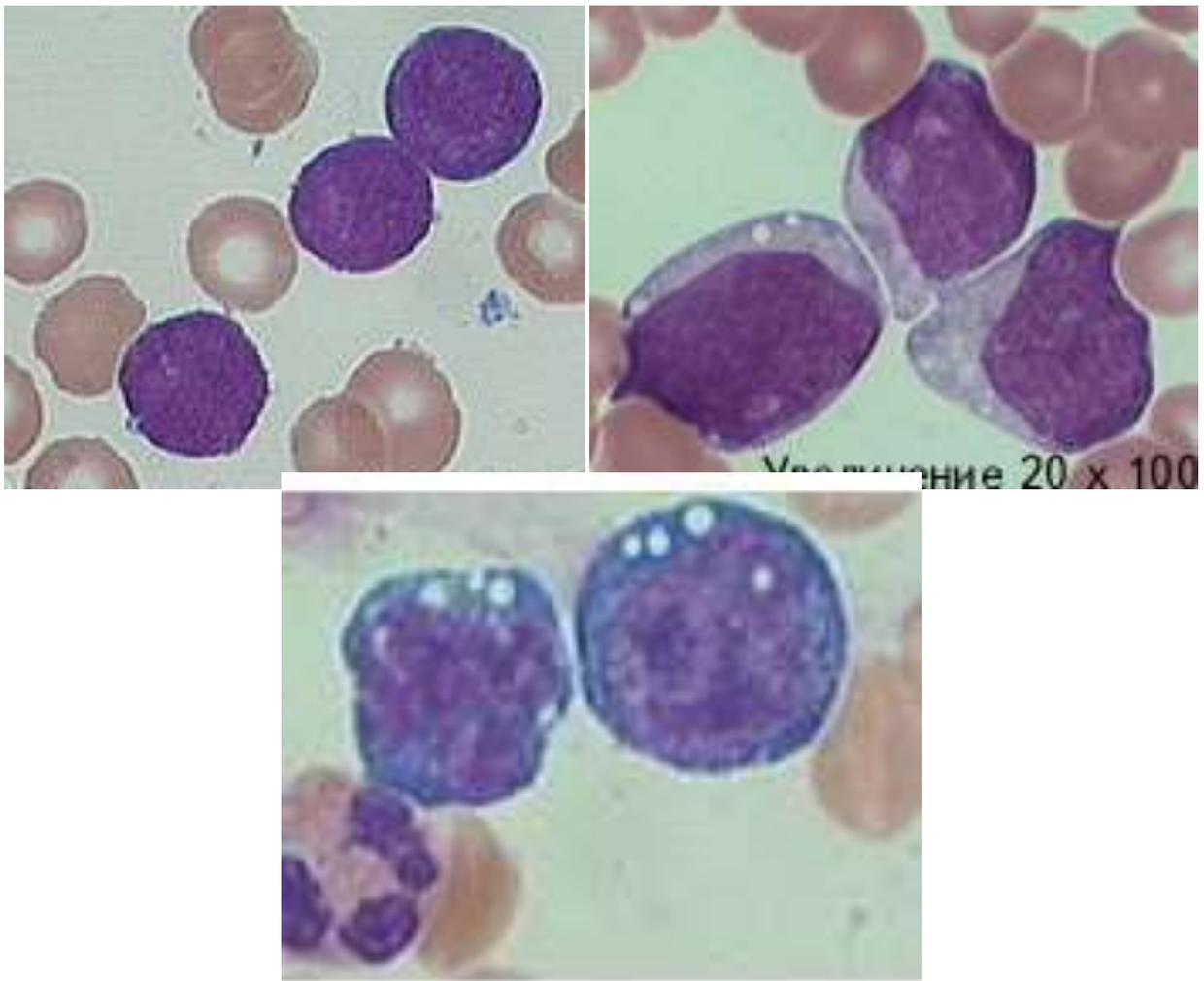
подковообразную, кольцевидную, в виде петли, бабочки, гриба, иногда становится сегментированным. Структура хроматина крупно-сетчатая, петлистая. Ядро занимает большую или равную с цитоплазмой часть клетки. Цитоплазма серовато-голубая, дымчатая, нередко содержит пылевидную азурофильную зернистость и вакуоли (рисунок 7).



**Рисунок 7 - Моноциты**

### **Морфология клеток лимфоцитарного ростка**

**Лимфобласт** – клетка лимфоидного ряда размером 12–18 мкм. Ядро круглое или слегка овальное, распределение хроматина в нем неравномерное, рыхлое. В ядре чаще содержится 1, реже 2–3 ядрышка голубого цвета. Цитоплазма базофильная, с отчетливо выраженной перинуклеарной зоной (рисунок 8).



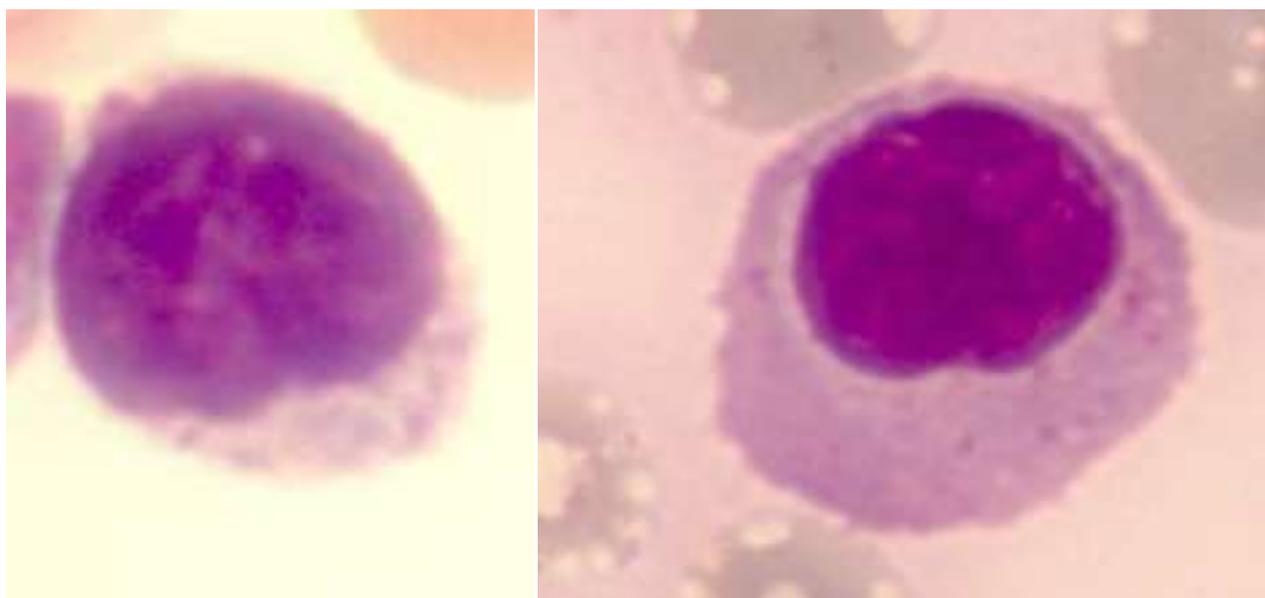
**Рисунок 8 – Лимфобласты**

**Пролимфоцит** – клетка несколько меньшего размера, чем лимфобласт (12–15 мкм). Структура ядра грубая, отчетливо видны 1–2 нуклеолы светло-фиолетового цвета. Цитоплазма не отличается от таковой лимфобласта.

В норме лимфобласты и пролимфоциты встречаются в селезенке и лимфоузлах, в костном мозге и периферической крови они появляются только при патологии.

**Лимфоцит** – зрелая клетка лимфоидного ряда, размером чаще 7–10 мкм. Ядро круглое, овальное, иногда бобовидное. Структура ядра грубая, чаще состоит из грубых комков базихроматина и оксихроматина, создавая впечатление глыбчатости. Ядро окрашивается в темно- или светло-фиолетовый цвет, в нем иногда обнаруживаются небольшие светлые участки, имитирующие ядрышки.

Цитоплазма лимфоцита светло-синяя с просветлением вокруг ядра. Часть лимфоцитов имеет в цитоплазме азурофильную зернистость, окрашивающуюся в красный цвет. Ободок цитоплазмы может иметь различные размеры, в связи с чем, лимфоциты делят на три группы: узкоцитоплазменные, среднецитоплазменные и широкоцитоплазменные. В литературе широкоцитоплазменные лимфоциты часто называют "большими", диаметр их составляет 9–15 мкм, цитоплазма занимает значительную часть клетки, светло-голубая, часто с крупными азурофильными гранулами. Хроматин ядра грубый, но не такой плотный как у остальных лимфоцитов. Среднецитоплазменные и узкоцитоплазменные лимфоциты часто называют "малыми", они составляют большую часть лимфоцитов периферической крови. Их диаметр 6–9 мкм, ядро круглое или слегка овальное, темноокрашенное, с плотным хроматином, занимает большую часть клетки. Цитоплазма видна как узкий ободок или «серп» вокруг ядра (рисунок 9).



**Рисунок 9 – Лимфоциты**

При различных патологических процессах могут обнаруживаться атипичные формы лимфоцитов:

- ❖ клетки небольших размеров с пикнотическим ядром и еле заметной цитоплазмой;
- ❖ клетки Ридера, имеющие почкообразную зазубренную форму ядер

или двудольчатые формы ядер;

- ❖ клетки с вакуолизацией в цитоплазме, реже – в ядре;
- ❖ голые лимфоцитарные ядра;
- ❖ клетки лейколиза – разрушенные в процессе приготовления

препарата лимфоциты. В большом количестве встречаются при хроническом лимфолейкозе (клетки Боткина-Гумпрехта);

- ❖ атипичные мононуклеары - большие клетки с обильной базофильной цитоплазмой. Часто темная базофильная периферическая цитоплазма отделяется тонкой линейной границей от более бледной окооядерной зоны. Ядра большие, могут содержать ядрышки и иногда имеют вдавления. Они очень похожи на ядра моноцитов. Такие клетки встречаются преимущественно при инфекционном мононуклеозе, но могут встречаться и при других вирусных инфекциях;

- ❖ плазматизированные лимфоциты – широкоплазменные лимфоциты с интенсивно синей цитоплазмой и тяжистым ядром. Встречаются при вирусных инфекциях.

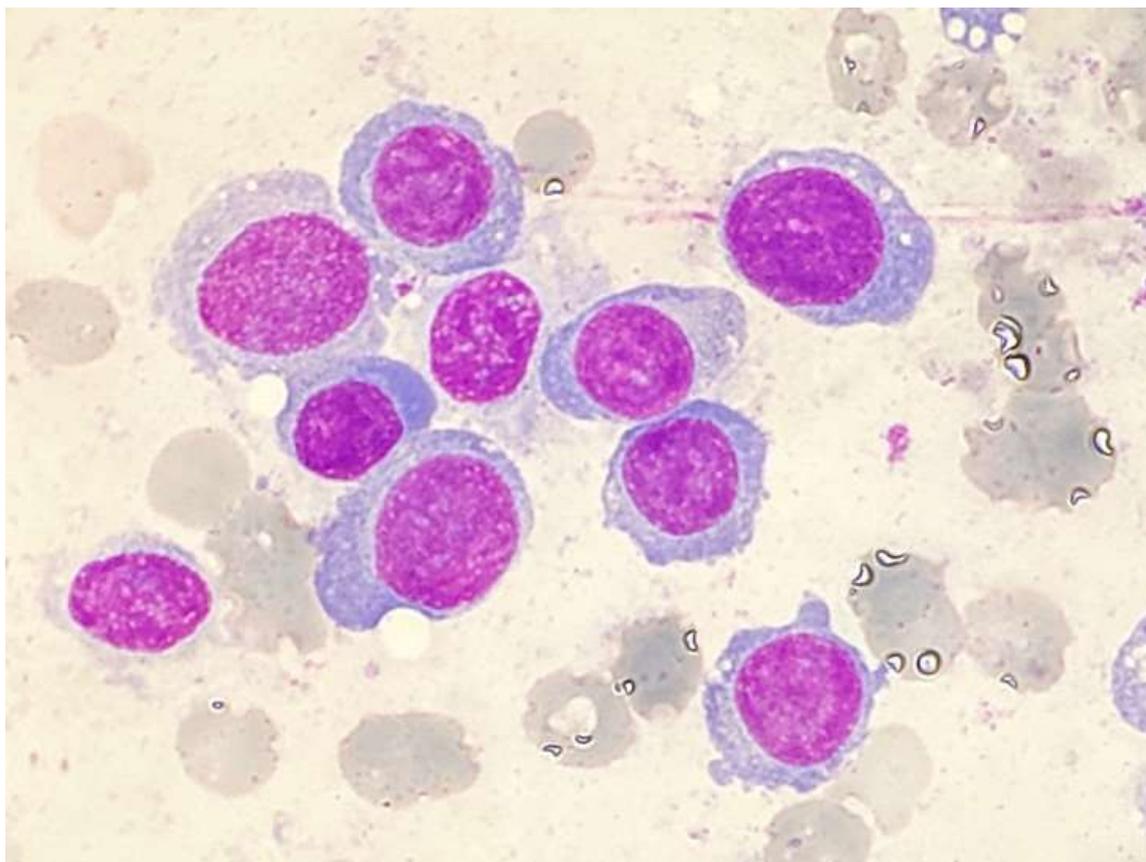
К клеткам лимфоидного ростка относятся также плазмобласт, проплазмоцит и плазмоцит.

**Плазмобласт** – клетка размером 16 – 20 мкм. Ядро нежной структуры, занимает большую часть клетки, располагаясь центрально или несколько эксцентрично. Нуклеолы (1–2) не всегда четко видимы. Цитоплазма интенсивно синего цвета; характерна перинуклеарная зона просветления.

**Проплазмоцит** – переходная форма от плазмобласта к зрелому плазмоциту. Размер клетки несколько больше, чем у зрелого плазмоцита (иногда до 20 мкм). Ядро занимает большую часть клетки и часто расположено эксцентрично, в нем могут быть видны остатки нуклеол. Цитоплазма резко базофильна с просветлением вокруг ядра, иногда синий цвет выражен меньше.

**Плазмоциты** – зрелые плазматические клетки. Весьма разнообразны по форме и величине (размер от 8 до 20 мкм). Ядро круглой или овальной формы, имеет грубую колесовидную исчерченность и расположено эксцентрично.

Цитоплазма окрашена в интенсивно синий цвет с ясно выраженной перинуклеарной зоной просветления; может содержать различные вакуоли, что придает ей ячеистое строение. Плазматические клетки больших размеров могут иметь цитоплазму, окрашенную в серо-голубой цвет с менее отчетливой перинуклеарной зоной или с отсутствием ее. Иногда встречаются двух- и трехъядерные формы .



**Рисунок 10 – Миеломные плазматические клетки**

В норме единичные плазмобласты, проплазмоциты и плазматические клетки встречаются в пунктате лимфоузлов и селезенки, в костном мозге встречаются единичные плазмоциты. В периферической крови плазматические клетки встречаются только при патологии: при ряде инфекций (корь, краснуха, ветряная оспа), сывороточной болезни, некоторых болезнях кожи, инфекционном мононуклеозе, агранулоцитозе, туберкулезе, лимфогранулематозе, тяжелом сепсисе, крупозной пневмонии, актиномикозе, циррозе печени, миеломной болезни.

Плазматические клетки при миеломной болезни обычно называют миеломными, так как они могут иметь характерные черты. Миеломные клетки имеют часто большие размеры, достигающие иногда 40 мкм и более в диаметре. Ядро нежное, содержит 1–2 больших или несколько мелких ядрышек, окрашенных в голубой цвет. Нередко встречаются клетки с 3–5 ядрами. Цитоплазма больших размеров, окрашивается в различные цвета: светло-голубой, светло-фиолетовый, интенсивно-фиолетовый, а иногда красноватый, обусловленный присутствием гликопротеидов. Околоядерное просветление выражено нечетко или отсутствует. Иногда в цитоплазме находят гиалиновые включения – тельца Расселя величиной 2–4 мкм, количество которых варьирует.

### **Морфология клеток мегакариоцитарного роста**

**Мегакариобласты** – родоначальные клетки мегакариоцитарного ряда. Размер около 20 мкм. Ядро круглое, с мелкосетчатой структурой хроматина, иногда сплетенного в виде клубка. Структура ядра грубее, чем у недифференцированного бласта, нередко видны ядрышки. Цитоплазма базофильная, беззернистая, имеет вид узкого ободка. Часто контуры клеток неровные, с отростками цитоплазмы и образованием «голубых» пластинок.

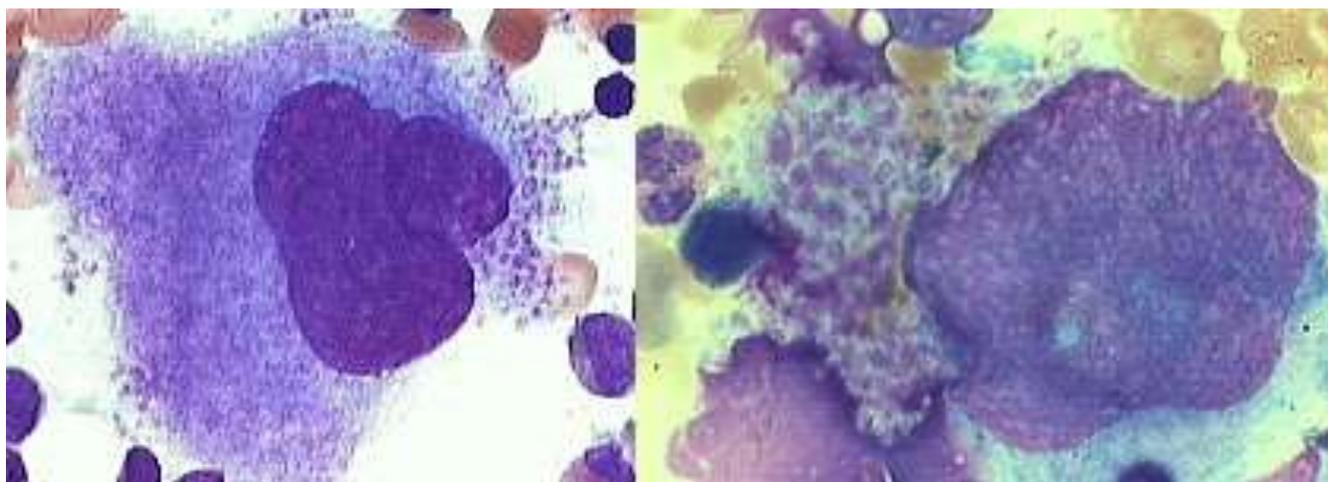
**Промегакариоциты** – клетки больших размеров, чем мегакариобласты. Ядро крупнее, чем у мегакариобласта, имеет несколько более грубую структуру и тенденцию к полиморфизму (бухтообразные вдавления, линии шнурования ядра и пр.). Цитоплазма базофильная, беззернистая, в виде узкого ободка, иногда с отростками и образованием «голубых» пластинок.

**Мегакариоциты базофильные** – клетки больших размеров, чем предыдущие, в два раза больше мегакариобластов. Ядро может быть бухтообразным с нежной структурой базихроматина или более зрелым, многолопастным. Цитоплазма голубого цвета, иногда с азурофильной зернистостью, имеет вид неширокого ободка.

**Мегакариоциты полихроматофильные** – гигантские клетки диаметром

40–50 мкм. Ядро многолопастное, иногда свернуто в виде клубка или состоит из отдельных шаров. Структура ядра грубая, нередко наблюдается его пикноз. Ядерно-цитоплазматическое соотношение на этой стадии уже изменено в сторону цитоплазмы. Последняя имеет широкую зону, окрашена в светло-голубой цвет, содержит обильную зернистость различных оттенков (красноватая, светло-фиолетовая, фиолетовая). Зернистость в цитоплазме не всегда расположена равномерно. В отдельных участках клетки, ближе к периферии, можно наблюдать скопления мелких зернышек, окруженные ободком гиалиновой голубой цитоплазмы. Иногда цитоплазма вся заполнена такими скоплениями, напоминающими по величине и структуре сформированные кровяные пластинки. Наконец, в клетках можно наблюдать отделение от цитоплазмы готовых пластинок (рисунок 11).

**Мегакарициты оксифильные** – клетки диаметром 60–70 мкм. Ядро многолопастное, иногда состоящее из фрагментов. Нередко встречаются многоядерные клетки. Ядро окрашено в темно-фиолетовый цвет, резко пикнотично. Цитоплазма образует большую зону, имеет розовый оттенок и содержит обильную красноватую зернистость. Некоторые клетки занимают почти все поле зрения микроскопа.



**Рисунок 11 – Мегакарициты, шнурующие тромбоциты**

Инволютивные формы мегакарицитов – образуются в результате вызревания мегакарицитов с постепенным отторжением вещества цитоплазмы

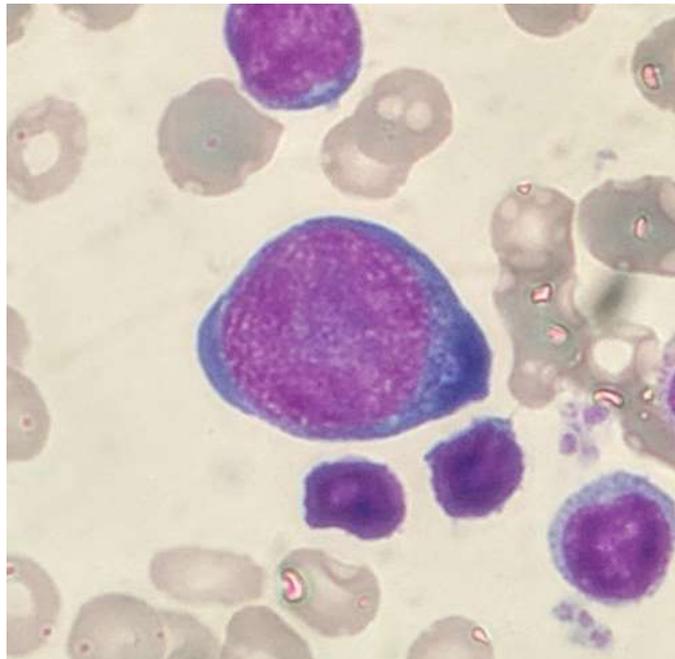
и ядра в процессе образования пластинок. Эти формы имеют полисегментированное разреженное ядро и большую зону бледно-розовой цитоплазмы с пылевидной, едва различимой зернистостью.

Голоядерные клетки – могут возникать из инволютивных форм мегакариоцитов или в результате бурного распада мегакариоцитов на пластинки. В этом случае свободные ядра имеют остатки цитоплазмы. Встречающиеся в периферической крови при ряде патологий ядра мегакариоцитов обычно называют тромбобластами.

Тромбоциты – лишенные ядра клетки, образовавшиеся из цитоплазмы и оболочек мегакариоцитов. Нормальные зрелые пластинки имеют размеры от 1 до 4 мкм, четкие границы, округлую или овальную форму, сиреневый гиаломер и центрально расположенный грануломер, состоящий из 5 – 20 азурофильных гранул (зерен). Другие виды пластинок: юные (с голубоватым гиаломером и скудной зернистостью), старые (с неровными очертаниями и плотным грануломером, иногда занимающим весь тромбоцит), формы раздражения (мелкие или в виде гигантских хвостатых тромбоцитов и цепочек); в норме составляют лишь небольшой процент и появляются в большом количестве при патологии.

### **Морфология клеток эритроидного ростка**

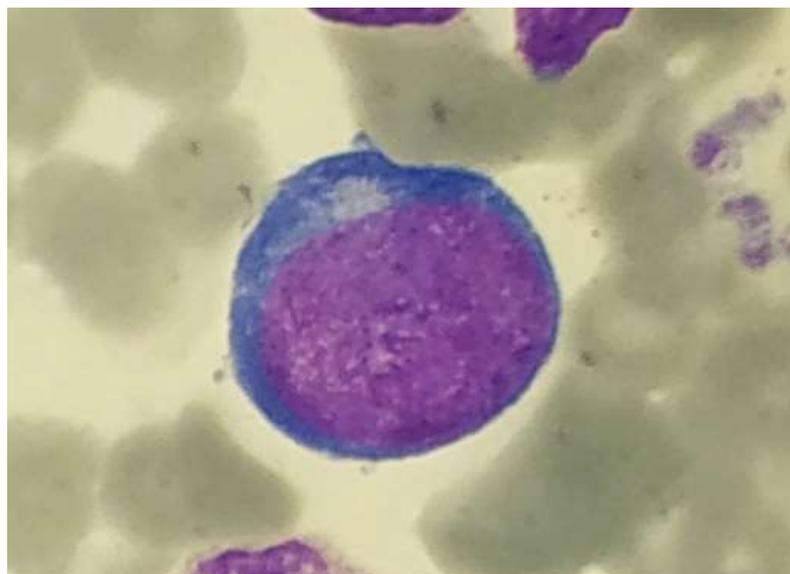
**Эритробласт.** Диаметр 15–25 мкм. Ядро крупное, округлое, занимает центральное положение. Структура хроматина нежная мелкозернистая. В местах пересечения нитей хроматина образуются утолщения, за счет которых ядро и выглядит мелкозернистым. В ядре обнаруживается 1-3 ядрышка. При окраске по Романовскому-Гимзе ядро окрашивается в темно-красно-фиолетовый цвет. Цитоплазма интенсивно-базофильная. В нормальном эритробласте не бывает вакуолей, различных включений в ядре и цитоплазме (рисунок 12).



**Рисунок 12 - Эритробласт**

### **Проэритробласт**

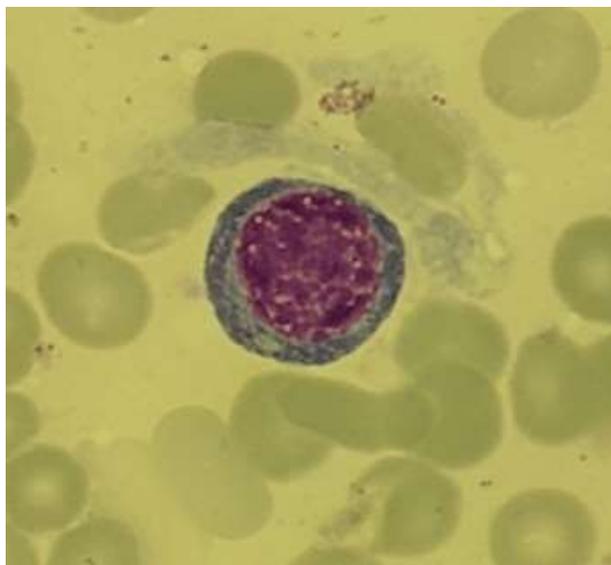
Отличается от эритробласта меньшим размером, отсутствием нуклеол, наличием перинуклеарной зоны просветления. Как правило, отдельно проэритробласты от эритробластов не учитывают из-за отсутствия клинико-диагностического значения этого показателя (рисунок 13).



**Рисунок 13 – Проэритробласт**

### **Базофильный нормоцит**

Диаметр 10–18мкм. Ядро большое, располагается центрально. Хроматин грубый, располагается в виде «спиц колеса». Ядрышки отсутствуют. Ядро окрашивается в темно-фиолетовый цвет, цитоплазма темно-синяя (рисунок 14).



**Рисунок 14 – Базофильный нормоцит**

### **Полихроматофильный нормоцит**

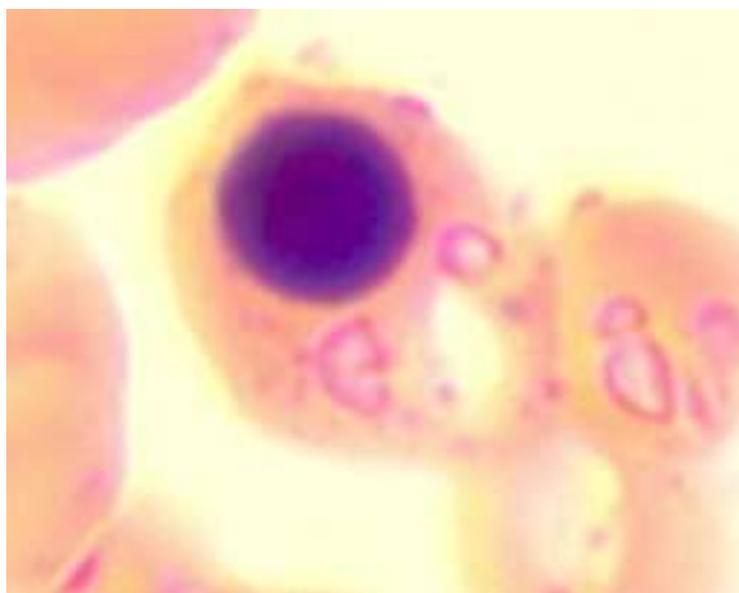
Диаметр 10–14мкм. Ядерно-цитоплазматическое отношение меньше, чем у базофильного нормоцита. Ядро располагается центрально. Хроматин грубый, располагается чередованием сконденсированных и менее сконденсированных участков, в виде «спиц колеса». Цитоплазма широкая, окраска по мере накопления гемоглобина становится менее базофильной и приобретает розово-голубой оттенок (полихроматофильная окраска) (рисунок 15).



**Рисунок 15 – Полихроматофильный нормоциты.**

#### **Оксифильный нормоцит.**

Диаметр 7–10мкм. Цитоплазма богата гемоглобином, при окраске не отличается от цитоплазмы эритроцитов. Ядро маленькое, располагается на периферии, нередко пикнотичное, темное (рисунок 16).

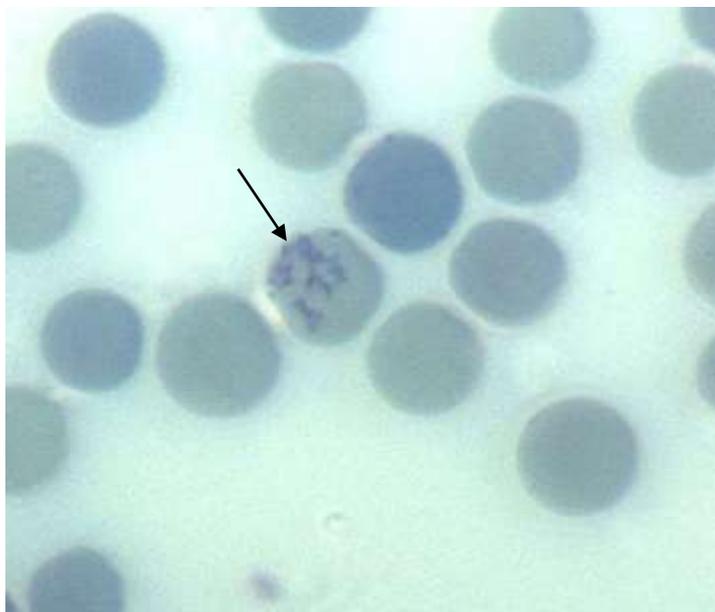


**Рисунок 16 – Оксифильный нормоцит**

#### **Ретикулоцит**

Ретикулоцитом называют молодой эритроцит, в котором при специальной (субвитаальной) окраске ретикулофиламентозная субстанция – остатки РНК и

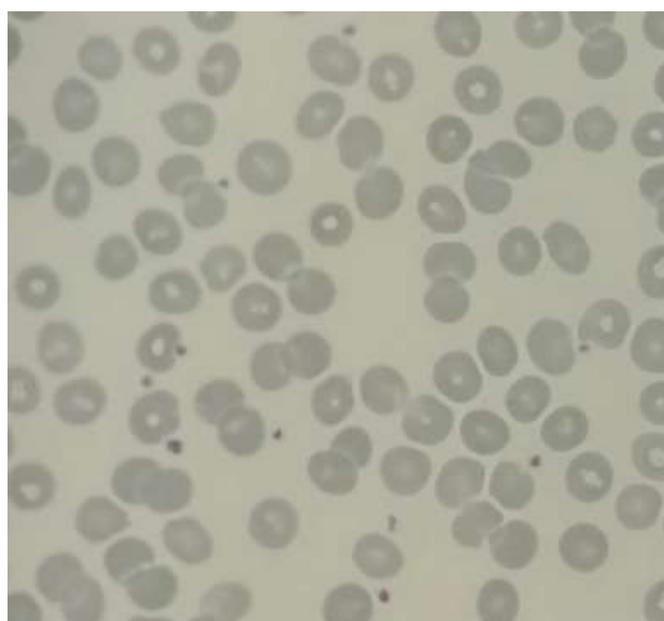
митохондрий. У здорового человека имеется 2–10 ретикулоцитов на 1 000 эритроцитов. Время созревания ретикулоцитов и превращения их в зрелых эритроцитов (нормоцитов) 4–5 дней, из которых 3 дня они циркулируют в периферической крови .



**Рисунок 17 – Ретикулоцит (указан стрелкой).**

### **Эритроцит**

Наконец, зрелой клеткой эритроидного ряда является эритроцит (нормоцит) , который не содержит ядра.



**Рисунок 18 – Эритроциты.**

## **Костно-мозговые индексы**

Клеточный состав костного мозга подвержен значительным количественным и качественным колебаниям, поэтому для объективной оценки пунктата костного мозга помимо подсчета миелограммы необходимо определение соответствующих костно-мозговых индексов.

### **Лейко-эритробластическое отношение**

Лейко-эритробластическое отношение вычисляется как отношение суммы процентного содержания всех лейкоцитов (сюда относят и гранулоциты, и агранулоциты – моноциты, лимфоциты, плазматические клетки) к общему содержанию всех ядерных элементов эритроидного ряда – от пронормобласта до зрелых форм. У здоровых взрослых людей лейко-эритробластическое отношение равно 2,1–4,5.

Повышение лейко-эритробластического отношения при богатом костном мозге свидетельствует о гиперплазии клеток лейкопоза (что характерно для хронических лейкозов), инфекций, интоксикаций и др. состояний), а при бедном костном мозге – о подавлении красного ростка (гипопластическая анемия).

Снижение лейко-эритробластического отношения при богатом костном мозге наблюдается при гемолитической анемии, начале железодефицитной анемии, постгеморрагической и мегалобластной анемиях, при бедном костном мозге – при агранулоцитозе.

Следует отметить, что при гипоплазии и аплазии костного мозга, когда снижено количество клеток и лейкопоза, и эритропоза, лейко-эритробластическое отношение может быть в пределах нормы.

### **Индекс созревания нейтрофилов**

Индекс созревания нейтрофилов выражает отношение молодых нейтрофильных гранулоцитов к зрелым и вычисляется по формуле:

(промиелоциты + миелоциты + метамиелоциты) / (палочкоядерные

нейтрофилы + сегментоядерные нейтрофилы).

В норме этот индекс равен 0,5–0,9.

Снижение индекса созревания нейтрофилов может быть обусловлено значительной примесью периферической крови.

Повышение индекса созревания нейтрофилов при богатом костном мозге может наблюдаться при хроническом миелолейкозе, лекарственной интоксикации, при бедном костном мозге – встречается редко (при быстрой элиминации зрелых форм).

### **Индекс созревания эритрокариоцитов**

Индекс созревания эритрокариоцитов - отношение количества гемоглобинсодержащих нормобластов (а в патологических случаях - мегалобластов) к количеству всех клеток эритроидного ростка:

(полихроматофильные + оксифильные нормобласты) / (эритробласты + пронормобласты + все нормобласты).

В норме индекс созревания эритрокариоцитов равен 0,7–0,9.

Снижение индекса созревания эритрокариоцитов наблюдается при железодефицитной и свинцовой анемиях, талассемии, гемоглобинопатиях и др. состояниях (когда идет нарушение синтеза гемоглобина).

### **Выдача результата исследования**

Результаты исследования костного мозга оформляются в виде бланка. В зависимости от требований, предъявляемых лаборатории клиницистами, от «местных» лабораторных условий форма бланка и последовательность его заполнения может значительно варьировать в разных лабораториях, но обычно бланк состоит из двух частей: цифровой и описательной. Результаты подсчета миелограммы составляют цифровую часть бланка. Здесь помимо результатов исследования должны быть приведены нормальные величины всех показателей (таблица 1 – Клеточный состав костного мозга в норме (стр.32))

Показатель		Норма %	
Бластные клетки		0,1-1,1	
Миелобласты		0,2-1,7	
Нейтрофилы	Промиелоциты	1,0-4,1	
	Миелоциты	7,0-12,2	
	Метамиелоциты (юные)	8,0-15,0	
	Палочкоядерные	12,8-23,7	
	Сегментоядерные	13,1-24,1	
Сумма нейтрофильных элементов		52,7-68,9	
Эозинофилы	Промиелоциты		
	Миелоциты		
	Метамиелоциты (юные)		
	Палочкоядерные		
	Сегментоядерные		
Сумма всех эозинофильных элементов		0,5-3,5	
Базофилы	Промиелоциты		
	Миелоциты		
	Метамиелоциты (юные)		
	Палочкоядерные		
	Сегментоядерные		
Сумма всех базофильных элементов		0-0,5	
Промоноциты			
Моноциты		0,7-3,1	
Пролимфоциты			
Лимфоциты		4,3-13,7	
Плазматические клетки		0,1-1,8	
Эритрокариоциты	Нормоциты	Эритробласты	0,2-1,1
		Пронормоциты	0,1-1,2
		базофильные	1,4-4,6
	Мегалобласты	полихроматофильные	8,9-16,9
		оксифильные	0,8-5,6
		Промегалобласты	
	Мегалобласты	базофильные	
		полихроматофильные	
		оксифильные	
Сумма клеток эритропоза		14,5-26,5	
Фигуры митоза белого ряда			
Фигуры митоза красного ряда			
Ретикулярные клетки		0,1-26,5	
Макрофаги			
Количество мегакарицитов в поле зрения			
Функциональная активность мегакарицитов			
Лейко-эритробластическое отношение		2,1-4,5/1	
Индекс созревания нейтрофилов		0,5-0,9	
Индекс созревания эритрокарицитов		0,7-0,9	
Остеобласты			
Адипоциты			
Фагоциты			
Тучные клетки			
Количество миелокариоцитов в тыс. в 1 мкл.		41,6-195,0	
Количество мегакариоцитов в 1 мкл		50-150	

Под цифровой частью бланка следует описательная часть с выводами. Прежде чем сделать окончательное заключение о состоянии костного мозга, необходимо соотнести полученные данные с нормой и с результатами исследования периферической крови. В ряде случаев необходимо решить, не разведен ли костный мозг кровью, так как по препарату, сильно разведенному периферической кровью, невозможно достоверно оценить костно-мозговое кроветворение. В таких случаях рекомендуется повторная пункция.

#### Признаки разведения костного мозга периферической кровью:

- пунктат бедный;
- пунктат представлен преимущественно зрелыми клетками периферической крови, соотношение нейтрофилов и лимфоцитов приближается к периферической крови;
- в пунктате присутствуют единичные эритрокарициты, а периферическая кровь анемию не показывает;
- лейко-эритробластическое отношение повышено, индекс созревания нейтрофилов снижен;
- единичные мегакарициты в препарате или полное их отсутствие, а количество тромбоцитов в периферической крови в норме.

#### В описательной части обращают внимание на следующие моменты:

- клеточность костно-мозгового пунктата
- клеточный состав – мономорфный или полиморфный; если мономорфный, то какими клетками представлен в основном (бластными, лимфоидными, плазматическими и пр.) или отмечается тотальная метаплазия;
- тип кроветворения (нормобластический, мегалобластический, смешанный), если имеются мегалобластические элементы, указать в процентах;

- значение лейко-эритробластического индекса, в случае отклонения от нормы поясняют, за счет каких элементов.

Затем необходимо охарактеризовать ростки кроветворения.

#### Миелоидный росток:

- ✓ размеры ростка (в пределах нормы, ряд хорошо выражен, сужен, редуцирован, представлен единичными клетками, гиперплазирован, раздражен и т. д.);
- ✓ особенности созревания (с нормальным созреванием, с задержкой созревания на молодых формах, с асинхронным созреванием ядра и цитоплазмы, с преобладанием зрелых форм нейтрофилов);
- ✓ наличие дегенеративных изменений (токсическая зернистость нейтрофилов, вакуолизация, гиперсегментация, цитолиз, кариорексис и др.);
- ✓ наличие конституциональных аномалий гранулоцитов;
- ✓ количество митозов на 100 клеток;

#### Эритроидный росток:

- ❖ размеры ростка (в пределах нормы, ряд хорошо выражен, сужен, редуцирован, представлен единичными клетками, гиперплазирован, раздражен и т. д.);
- ❖ особенности созревания (с нормальным созреванием, с незначительной задержкой созревания, с умеренной задержкой созревания, с резкой задержкой созревания, с асинхронным созреванием ядра и цитоплазмы, с преобладанием оксифильных нормобластов);
- ❖ наличие патологических форм эритрокариоцитов (мегалобластов)
- ❖ наличие патологических форм эритроцитов (анизоцитоз, анизохромия, пойкилоцитоз, патологические включения в эритроцитах);
- ❖ количество митозов на 100 клеток;

### Мегакариоцитарный росток:

- размеры ростка (в пределах нормы (5 - 12 мегакариоцитов в 250 полях зрения), сужен, редуцирован, представлен единичными клетками, гиперплазирован, раздражен и т. д.);
- особенности созревания (с нормальным созреванием, с задержкой созревания (увеличение или преобладание базофильных форм), с асинхронным созреванием ядра и цитоплазмы, с преобладанием оксифильных форм);
- наличие дегенеративных изменений;
- наличие или отсутствие зернистости в цитоплазме;
- степень отшнуровки тромбоцитов (умеренная, отсутствует, сниженная, повышенная, чрезмерная);
- количество и характер свободно лежащих тромбоцитов (отсутствуют, единичные, небольшое количество, умеренное количество, значительное количество, расположены отдельными пластинками, группами или скоплениями);
- особенности морфологии тромбоцитов (увеличение количества юных, старых или дегенеративных форм, форм раздражения, наличие гигантских, агранулярных тромбоцитов, анизоцитоз тромбоцитов).

Если количество бластов в пунктате превышает норму, необходимо описать их. Указывают форму и размер клеток, характер цитоплазмы (количество, цвет, наличие зернистости или палочек Ауэра, вакуолей), ядро (размеры, форма, окраска, структура хроматина), ядрышки (наличие, количество, размер, форма, окраска). При проведении цитохимических исследований бластов, в бланке приводятся их результаты.

### При повышении содержания плазматических клеток в мазках следует указать:

- расположение (равномерно по препарату, группами или отдельными скоплениями);
- размеры клеток (преимущественно крупные, средние или мелкие,

полиморфные);

- контуры цитоплазмы (фестончатые, ровные);
- окраску цитоплазмы (слабая, умеренная, резко базофильная);
- наличие включений или зернистости в цитоплазме (скудная, умеренная, обильная);
- расположение ядра (центральное, эксцентричное);
- структуру хроматина (мелкогранулированная или крупногранулированная, глыбчатая и т. п.);
- наличие многоядерных и пламенеющих клеток.

Описать нехарактерные для костного мозга клетки (в случае их присутствия):

- ✓ клетки Березовского-Штернберга;
- ✓ клетки Ланганса;
- ✓ клетки Гоше;
- ✓ клетки Нимана-Пика;
- ✓ клетки Ходжкина;
- ✓ клетки неидентифицируемого вида (клетки метастазов злокачественных опухолей).

При обнаружении в костно-мозговом пунктате неидентифицируемого вида клеток необходимо описать их по следующим признакам:

- ✓ размер и форма клеток, тип генерации – микро-, мезо-, макрогенерации, смешанные типы и др.;
- ✓ ядерно-цитоплазматическое соотношение (высокое, среднее, низкое или сдвиг его в пользу ядра или цитоплазмы);
- ✓ цитоплазма – объем (обильная, умеренная, скудная, почти не определяется – «голоядерная клетка»), четкость границ (четкие, нечеткие, имеются разрывы, прослеживается не на всем протяжении), контуры (ровные, фестончатые и т. п.), цвет (голубой, серо-голубой, розовый, розово-фиолетовый, базофильный), как окрашена (равномерно,

неравномерно, стекловидная, наличие перинуклеарного просветления), наличие зернистости (обильная, скудная, покрывающая ядро, крупная, пылевидная, однокалиберная и т. п.), включений, вакуолей;

- ✓ ядро – количество (одно- или многоядерные клетки), расположение (в центре, эксцентрично, занимает почти всю клетку), размер (мелкие, средние, крупные, гигантские), форма (округлая, овальная, полигональная, вытянутая, бобовидная, булавовидная, расщепленная, в виде перекрученного жгута и др.), окрашиваемость (гипохромия, гиперхромия, анизохромия, равномерно окрашенное), наличие фигур деления;
- ✓ структура хроматина – тонкодисперсная, гомогенная, нежнопетлистая, мелко- или крупнозернистая, глыбчатая, конденсация хроматина по краю ядерной мембраны и т. д.;
- ✓ ядрышки – наличие (есть, нет), количество, форма (округлая, неправильная), размеры, цвет, четкость границ, выраженность перинуклеарного валика.

В конце описательной части, если позволяют данные, ставится предполагаемый лабораторный диагноз. Мазки костного мозга маркируют и хранят в архиве.

## 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. Гематология: Новейший справочник / Под общ. ред. К. М. Абдулкадырова. — М.: Изд-во Эксмо; СПб.: Изд-во Сова, 2004. - 928 с, илл.
3. Клиническая онкогематология: Руководство для врачей / под ред. М. А. Волковой. 2-е издание – М.: Медицина, 2007.
4. Рукавицын, О.А. Гематология. Атлас-справочник / О.А. Рукавицын. - М.: Детство-Пресс, 2009. – 783 с.
5. Лабораторная гематология / С. А. Луговская, В.Т. Морозова, М.Е. Почтарь, В.В. Долгов. – М. – Тверь: ООО «Издательство «Триада», 2006. – 224 с.
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.