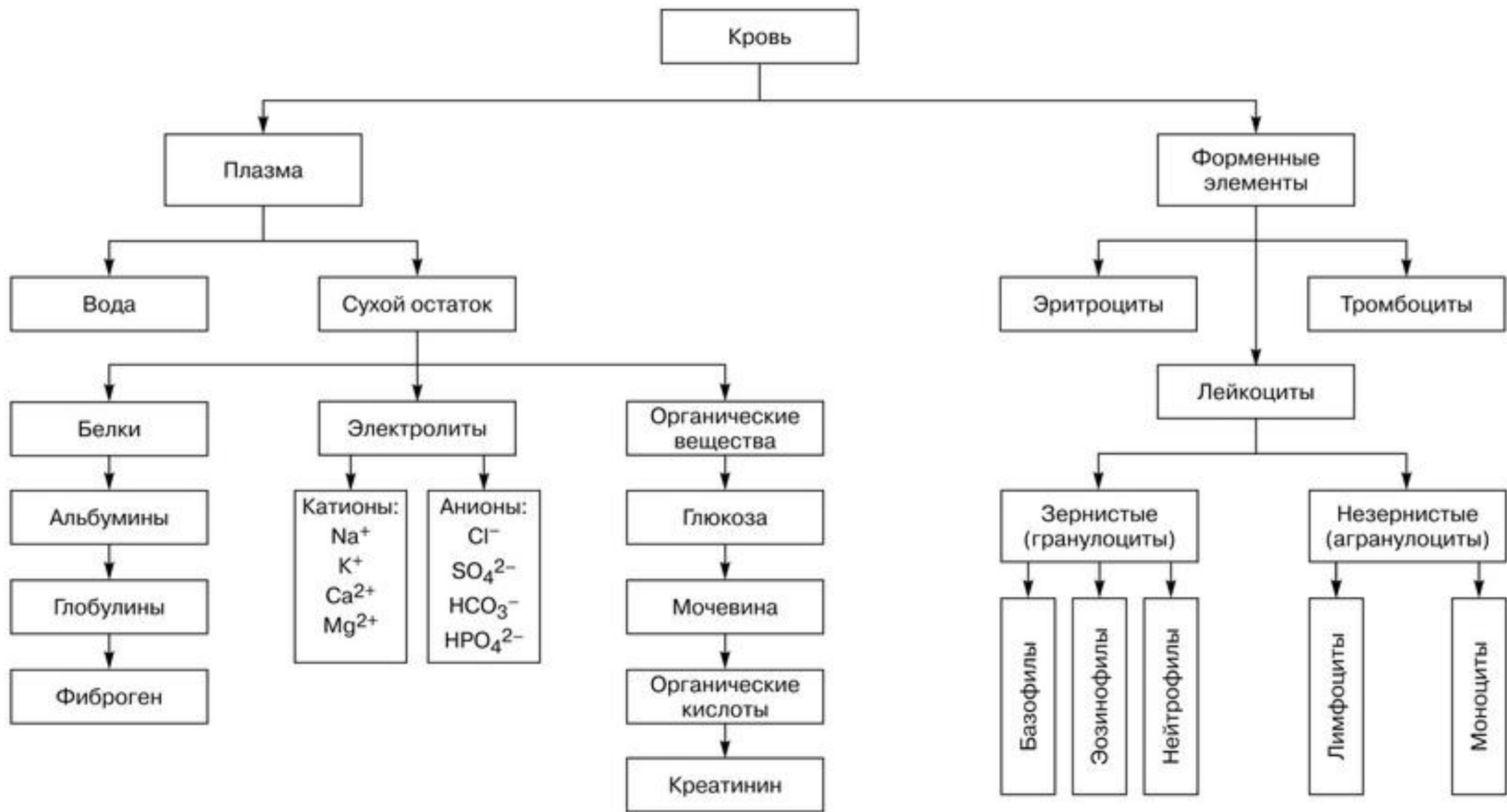


Кровь и ее структурные компоненты



Эритроциты

У мужчин $4,0 - 5,1 \cdot 10^{12}$

У женщин $3,7 - 4,7 \cdot 10^{12}$

Морфологические особенности:

- Не содержит ядра
- Не содержит большинства органелл
- Цитоплазма заполнена пигментным включением (Гемоглобином)

Размеры эритроцитов:

- Нормоциты 7,1- 7,9 мкм (75%)
- Макроциты больше 8 мкм (12,5%)
- Микроциты меньше 6 мкм (12,5%)

Функция эритроцитов:

- Дыхательная – транспорт (кислорода и углекислого газа)
- Транспорт других веществ, абсорбированных на поверхности цитолеммы (гормонов, иммуноглобулинов, лекарственных веществ, токсинов и др.)

Повышенное количество эритроцитов в крови могут наблюдаться в таких случаях:

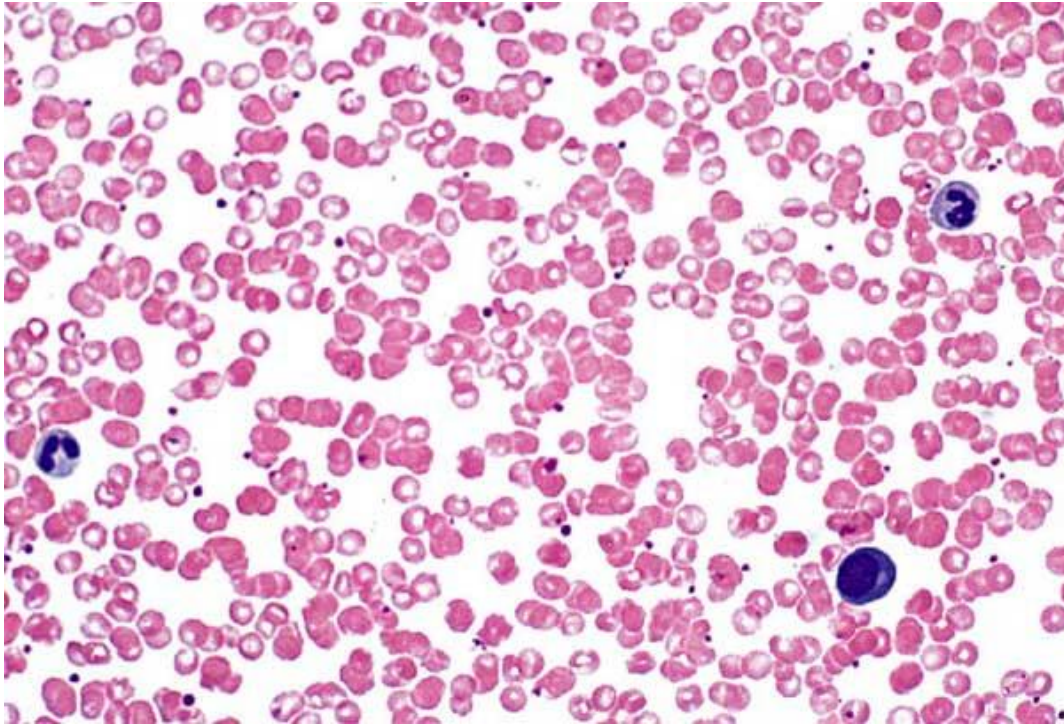
- эритремия или так называемый абсолютный первичный эритроцитоз
- дыхательная недостаточность при болезнях или пороках легких и/или бронхов
- пороки сердца
- относительно длительное пребывание или проживание на высокогорье
- болезни почек (поликистоз, гидронефроз, опухоли)
- новообразования в печени
- избыток стероидных гормонов в организме (к примеру, во время лечения препаратами стероидных гормонов, при синдроме или болезни Иценко-Кушинга)
- дегидратация (избыточное выведение жидкости из организма — поносы, рвота, ожоговая болезнь и так далее)

Сниженное количество эритроцитов возможно при:

- всех вариантах анемий
- после перенесенной кровопотери
- в период беременности (наиболее выражено на поздних сроках)
- на фоне наличия хронического очага воспаления в организме
- при избытке жидкости в организме — гипергидратация

Тромбоциты

200 - 400 *10⁹



Функции тромбоцитов - участие в механизмах свертывания крови посредством склеивания пластинок и образования тромба.

Составные части тромбоцита:

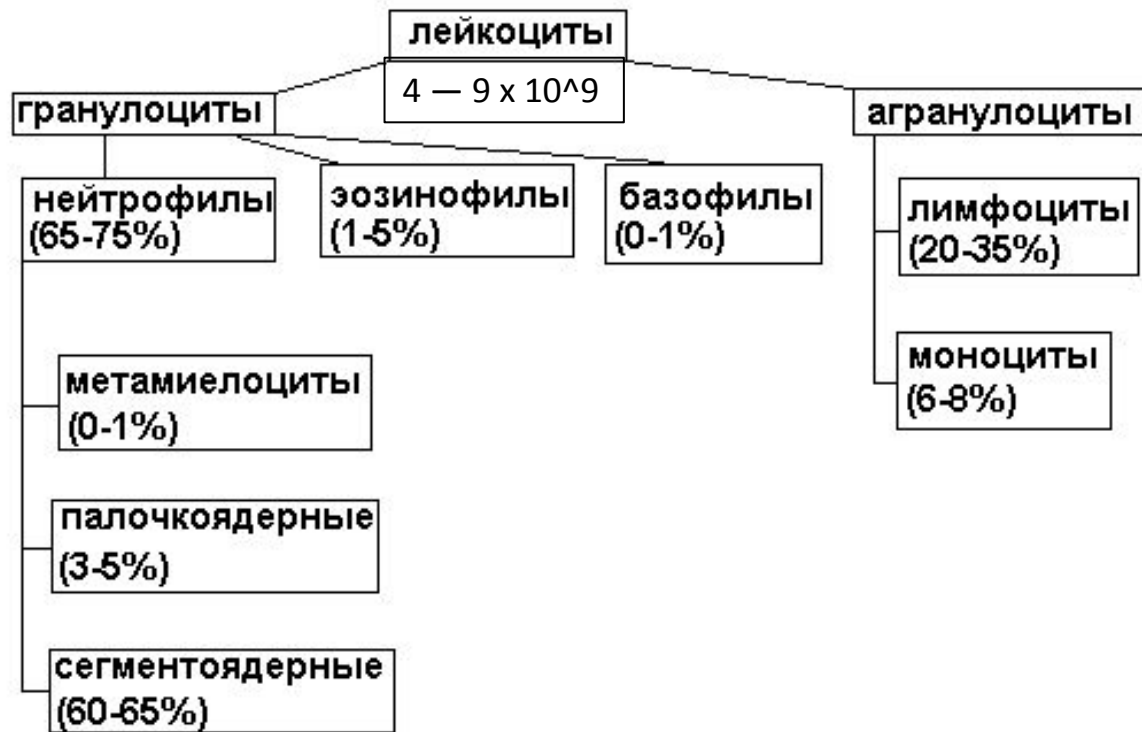
- *Гиаломер* – основа пластинки , окруженная цитолеммой,
- *Грануломер* – зернистость , представленная специфическими гранулами, а так же фрагментами зернистой эндоплазматической сети, рибосомами, митохондриями и другими.

Размеры тромбоцитов (2-3 мкм) , форма округлая, овальная, отростчатая.

По степени зрелости подразделяют:

- *Юные*
- *Зрелые*
- *Старые*
- *Дегенеративные*
- *Гигантские*

Продолжительность жизни 5-8 дней.



Все лейкоциты способны к активному перемещению путем образования псевдоподий, при этом у них изменяются форма тела и ядра. Они способны проходить между клетками эндотелия сосудов и клетками эпителия, через базальные мембраны и перемещаться по основному веществу соединительной ткани. Направление движения лейкоцитов определяется *хемотаксисом* под влиянием химических раздражителей — например продуктов распада тканей, бактерий и других факторов.

Лейкоциты способны к активным движениям, могут переходить через стенку сосудов в соединительную ткань органов, где они выполняют основные защитные функции.

По морфологическим признакам и биологической роли лейкоциты подразделяют на две группы: *зернистые лейкоциты*, или гранулоциты, и *незернистые лейкоциты*, или агранулоциты.

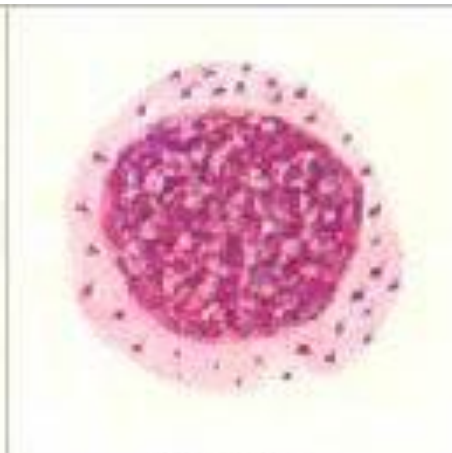
По другой классификации, учитывающей форму ядра лейкоцита, различают лейкоциты с круглым или овальным *несегментированным ядром* — т.н. мононуклеарные лейкоциты, или мононуклеары, а также лейкоциты с *сегментированным ядром*, состоящим из нескольких частей — сегментов, - сегментоядерные лейкоциты.

Процентное соотношение основных видов лейкоцитов называется лейкоцитарной формулой, или *лейкограммой*. Общее число лейкоцитов и их процентное соотношение у человека могут изменяться в норме в зависимости от употребляемой пищи, физического и умственного напряжения и при различных заболеваниях.

Лейкоциты выполняют *защитные функции*, обеспечивая *фагоцитоз* микробов, инородных веществ, продуктов распада клеток, *участвуя в иммунных реакциях*.



моноцит



миелоцит



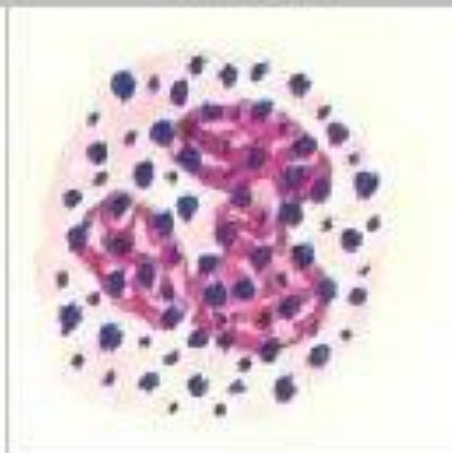
юный



палочкоядерный



сегментоядерный



базофил



эозинофил



лимфоцит

Повышенный уровень лейкоцитов в крови называется лейкоцитозом. Его возможные причины:

- инфекционные заболевания, вызванные бактериями
- воспалительные и/или некротические процессы в тканях
- состояние интоксикации
- наличие злокачественных процессов в организме
- лейкоз
- аллергические реакции
- влияние некоторых лекарственных препаратов и ядов
- Незначительное увеличение количества лейкоцитов (физиологический лейкоцитоз) может быть вызвано приемом пищи, физической нагрузкой и состоянием беременности.

Снижение количества лейкоцитов называется лейкопенией. Она может быть вызвана такими причинами:

- некоторые инфекционные заболевания
- влияние определенных лекарственных веществ
- патология костного мозга
- влияние радиации
- болезни селезенки
- лейкоз
- анафилактический шок
- болезни соединительной ткани

Гранулоциты

Нейтрофилы



Основная функция нейтрофилов — **фагоцитоз микроорганизмов**

Типы гранул:

- Специфические
- Азурофильные, окруженные одинарной мембраной

- **Специфические гранулы**, более мелкие и многочисленные содержат **бактериостатические** и **бактерицидные вещества** — **лизоцим** и **щелочную фосфатазу**, а также белок **лактоферрин**. Лизоцим является ферментом, разрушающим **бактериальную стенку**. Лактоферрин связывает ионы железа, что способствует **склеиванию бактерий**. Он также инициирует отрицательную обратную связь, обеспечивая торможение продукции нейтрофилов в костном мозге.
- **Азурофильные гранулы** более крупные, окрашиваются в фиолетово-красный цвет. Они являются первичными лизосомами, содержат **лизосомальные ферменты** и **миелопероксидазу**. Миелопероксидаза из перекиси водорода продуцирует молекулярный кислород, обладающий бактерицидным действием. Азурофильные гранулы в процессе дифференцировки нейтрофилов появляются раньше, поэтому называются первичными в отличие от вторичных — специфических.

Нейтрофильные гранулоциты (или **нейтрофилы**) — самая многочисленная группа лейкоцитов, составляющая (48—78% от общего числа лейкоцитов).

В популяции нейтрофилов крови могут находиться клетки различной степени зрелости — **юные, палочкоядерные и сегментоядерные**.

Первые два вида — молодые клетки. Юные клетки в норме не превышают 0,5% или отсутствуют, они характеризуются бобовидным ядром.

Палочкоядерные составляют 1—6%, имеют несегментированное ядро в форме английской буквы S, изогнутой палочки или подковы. Увеличение в крови количества юных и палочкоядерных форм нейтрофилов (т.н. сдвиг лейкоцитарной формулы влево) свидетельствует о наличии кровопотери или острого воспалительного процесса в организме, сопровождаемых усилением гемопоза в костном мозге и выходом молодых форм. Цитоплазма нейтрофилов окрашивается слабооксифильно, в ней видна очень мелкая зернистость розово-фиолетового цвета (окрашивается как кислыми, так и основными красками), поэтому называется нейтрофильной или гетерофильной. В поверхностном слое цитоплазмы зернистость и органеллы отсутствуют. Здесь расположены гранулы **гликогена**, актиновые филаменты и микротрубочки, обеспечивающие образование псевдоподий для движения клетки. Во внутренней части цитоплазмы расположены органеллы общего назначения, видна зернистость.

Увеличение количества нейтрофилов называется нейтрофилезом. В этом случае говорят также о сдвиге лейкоцитарной формулы влево. Возможные причины:

- любые бактериальные инфекции и наличие воспалительного очага в организме (перитонит, абсцессы, аппендицит, пиелонефрит и так далее)
- некроз тканей (их отмирание) в сочетании с воспалением или без него (инфаркт миокарда, ожоги на значительной поверхности тела, гангрена и так далее)
- распадающиеся опухоли
- лейкоз
- состояние интоксикации
- некоторые анемии
- болезни кожи с хроническим течением
- некоторые другие заболевания и состояниям

Нейтропения — уменьшение количества нейтрофильных лейкоцитов — возможна в таких случаях:

- некоторые инфекционные болезни
- вирусные и грибковые инфекции
- влияние некоторых лекарств
- поражение костного мозга
- действие радиации
- состояние после перенесенной инфекции
- лейкоз
- анафилактический шок
- другие состояния и заболевания

Гранулоциты

Эозинофи лы



Специфической функцией эозинофилов является **антипаразитарная**.

При паразитарных заболеваниях (гельминтозы, шистосомоз и др.) наблюдается резкое увеличение числа эозинофилов.

Эозинофилы убивают личинки паразитов, поступившие в кровь или органы (например, в слизистую оболочку кишки). Они привлекаются в очаги воспаления хемотаксическими факторами и прилипают к паразитам благодаря наличию на них обволакивающих компонентов комплемента.

*Эозинофилы находятся в периферической крови менее 12 ч и потом переходят в ткани. Их мишенями являются такие органы, как **кожа, легкие и желудочнокишечный тракт**. Изменение содержания эозинофилов может наблюдаться под действием медиаторов и гормонов: например, при стресс-реакции отмечается падение числа эозинофилов в крови, обусловленное увеличением содержания гормонов надпочечников.*

Эозинофильные гранулоциты (или **эозинофилы**). Количество эозинофилов в крови составляет от 0,5 до 5 % от общего числа лейкоцитов. Ядро эозинофилов имеет, как правило, 2 сегмента, соединенных перемычкой. В цитоплазме расположены органеллы общего назначения и гранулы. Среди гранул различают азурофильные (первичные) и эозинофильные (вторичные), являющиеся модифицированными лизосомами.

Специфические эозинофильные гранулы заполняют почти всю цитоплазму. Характерно наличие в центре гранулы кристаллоида, который содержит т.н. главный основной белок, богатый аргинином, лизосомные гидролитические ферменты, пероксидазу, эозинофильный катионный белок, а также гистаминазу.

Главный основной белок эозинофильных гранул участвует в антипаразитарной функции эозинофилов. Гистаминаза – фермент разрушающий гистамин, - один из основных медиаторов воспаления.

Эозинофилы обладают положительным хемотаксисом к гистамину.

Установлена роль эозинофилов в реакциях на чужеродный белок, в аллергических и анафилактических реакциях, где они участвуют в метаболизме гистамина, вырабатываемого тучными клетками соединительной ткани. Гистамин повышает проницаемость сосудов, вызывает развитие отека тканей; в больших дозах может вызвать шок со смертельным исходом.

Эозинофилы способствуют снижению содержания гистамина в тканях различными путями. Они разрушают гистамин с помощью фермента гистаминазы, фагоцитируют гистаминсодержащие гранулы тучных клеток, адсорбируют гистамин на плазмолемме, связывая его с помощью рецепторов, и, наконец, вырабатывают фактор, тормозящий дегрануляцию и освобождение гистамина из тучных клеток.

Эозинофильные лейкоциты чаще всего ассоциируют с аллергическими заболеваниями и состояниями, при которых так или иначе имеет место аллергический компонент. Их нормальное количество в крови составляет 0,5-5%.

Повышенный уровень эозинофилов:

- аллергия
- непереносимость медикаментов
- заболевания, вызванные паразитами (к примеру, глистами)
- болезни крови
- болезни кожи (экзема)
- некоторые инфекционные болезни и период выздоровления

Снижение уровня эозинофилов обычно оценивается только на автоматическом анализаторе крови. Об *эозинопении* говорят при уменьшении абсолютного количества эозинофилов ниже $0,02 \cdot 10^9$. возможные причины этого:

- острые инфекционные болезни
- ожоги и травмы
- хирургические операции
- роды
- тяжелый поздний гестоз беременных
- шок
- интенсивная физическая нагрузка
- влияние некоторых медикаментов

Гранулоциты

Базофилы



Базофильные гранулоциты (или **базофилы**). Количество базофилов в крови составляет до 1% от общего числа лейкоцитов. Ядра базофилов сегментированы, содержат 2—3 дольки. Характерно наличие специфических крупных метакроматических гранул, часто закрывающих ядро.

Базофилы опосредуют воспаление и секретируют эозинофильный хемотаксический фактор. Гранулы содержат *протеогликаны, гликозаминогликаны* (в том числе гепарин), *вазоактивный гистамин, нейтральные протеазы*. Часть гранул представляет собой модифицированные лизосомы. **Дегрануляция базофилов** происходит в реакциях гиперчувствительности немедленного типа (например, при астме, анафилаксии, сыпи, которая может ассоциироваться с покраснением кожи). Пусковым механизмом анафилактической дегрануляции является рецептор для иммуноглобулина класса E.

Метахромазия обусловлена наличием гепарина — кислого гликозаминогликана.

*Повышение уровня базофилов (базофилия) возможна вследствие действия гормонов (при нарушении функций эндокринной системы или лечении гормональными препаратами), хронических воспалительных процессов в желудочно-кишечном тракте, аллергиях, ветрянке и других состояниях.

Агранулоциты

Моноциты



***Моноцитоз** (повышение уровня моноцитов) возможен в таких случаях:

- различные инфекции
- состояние после перенесенных болезней
- туберкулез
- язвенный колит
- сифилис
- заболевания крови
- патология соединительной ткани
- перенесенные операции

Моноцитопения (уровень моноцитов менее 3%) может быть вызвана влиянием кортикостероидных гормонов, тяжелой анемией и другими факторами.

Моноциты. Эти клетки крупнее других лейкоцитов. В крови человека количество моноцитов от 6 до 8 % от общего числа лейкоцитов.

Ядра моноцитов встречаются бобовидные, подковообразные, редко — дольчатые.

Цитоплазма моноцитов менее базофильна, чем цитоплазма лимфоцитов. Она имеет бледно-голубой цвет, но по периферии окрашивается несколько темнее, чем около ядра. В цитоплазме содержится различное количество очень мелких азурофильных зерен (лизосом), расположенных чаще около ядра.

Характерно наличие пальцеобразных выростов цитоплазмы и образование фагоцитарных вакуолей. В цитоплазме расположено множество пиноцитозных везикул.

Моноциты относятся к *макрофагической системе* организма, или к так называемой *моноклеарной фагоцитарной системе*. Клетки этой системы характеризуются происхождением из промоноцитов костного мозга, способностью прикрепляться к поверхности стекла, активностью пиноцитоза и *иммунного фагоцитоза*, наличием на мембране рецепторов для иммуноглобулинов и комплемента. Моноциты циркулирующей крови представляют собой подвижный пул относительно незрелых клеток, находящихся на пути из костного мозга в ткани. Время пребывания моноцитов в периферической крови – от 1,5 суток до 4 дней.

Моноциты, выселяющиеся в ткани, превращаются в макрофаги, при этом у них появляются большое количество *лизосом, фагосом, фаголизосом*.

Агранулоциты

Лимфоциты



В-лимфоциты впервые были обнаружены в специальном органе у птиц – фабрициевой сумке, (бурсе, bursa Fabricius), поэтому и получили соответствующее название. Они образуются в костном мозге. В-лимфоциты составляют около 30 % циркулирующих лимфоцитов. Их главная функция — участие в выработке антител, т.е. обеспечение *гуморального иммунитета*. Плазмолемма В-лимфоцитов содержит множество иммуноглобулиновых рецепторов. При действии антигенов В-лимфоциты способны к пролиферации и дифференцировке в *плазмоциты* — клетки, способные синтезировать и секретировать защитные белки – антитела, или **иммуноглобулины**, которые поступают в кровь, обеспечивая гуморальный иммунитет.

Т-лимфоциты, или тимусзависимые лимфоциты, образуются из стволовых клеток костного мозга, а созревают в тимусе (вилочковой железе), что и обусловило их название. Они преобладают в популяции лимфоцитов, составляя около 70 % циркулирующих лимфоцитов. Для Т-клеток, в отличие от В-лимфоцитов, характерен низкий уровень поверхностных иммуноглобулиновых рецепторов в плазмолемме. Но Т-клетки имеют специфические рецепторы, способные распознавать и связывать антигены, участвовать в иммунных реакциях. Основными функциями Т-лимфоцитов являются обеспечение реакций *клеточного иммунитета и регуляция гуморального иммунитета* (т.е. стимуляция или подавление дифференцировки В-лимфоцитов). Т-лимфоциты способны к выработке сигнальных веществ - лимфокинов, которые регулируют деятельность В-лимфоцитов и других клеток в иммунных реакциях. Среди Т-лимфоцитов выявлено несколько групп: *Т-хелперы, Т-супрессоры, Т-киллеры*.

Нулевые лимфоциты не имеют поверхностных маркеров и являются резервной популяцией недифференцированных лимфоцитов.

Продолжительность жизни лимфоцитов варьирует от нескольких недель до нескольких лет. Т-лимфоциты являются «долгоживущими» (месяцы и годы) клетками, а В-лимфоциты относятся к «короткоживущим» (недели и месяцы).

Для Т-лимфоцитов характерно явление рециркуляции, т.е. выход из крови в ткани и возвращение по лимфатическим путям снова в кровь. Таким образом они осуществляют иммунологический надзор за состоянием всех органов, быстро реагируя на внедрение чужеродных агентов.

Среди клеток, имеющих морфологию малых лимфоцитов, следует назвать циркулирующие стволовые клетки крови, которые поступают в кровь из костного мозга. Из клеток, поступающих в кроветворные органы, дифференцируются различные клетки крови, а из поступающих в соединительную ткань, — тучные клетки, фибробласты и другие клетки соединительной ткани.

Лимфоцитоз или повышенное количество лимфоцитов встречается при:

- вирусных инфекциях
- болезнях крови
- токсоплазмозе
- некоторых других инфекциях (малярия, туберкулез, брюшной тиф, сифилис)
- вследствие действия медикаментов

Уменьшение уровня лимфоцитов:

- злокачественные опухоли
- состояние иммунодефицита
- влияние радиации
- прием кортикостероидных гормонов и/или иммунодепрессантов
- хронические болезни печени
- снижение функций почек
- недостаточность кровообращения

Схема кроветворения

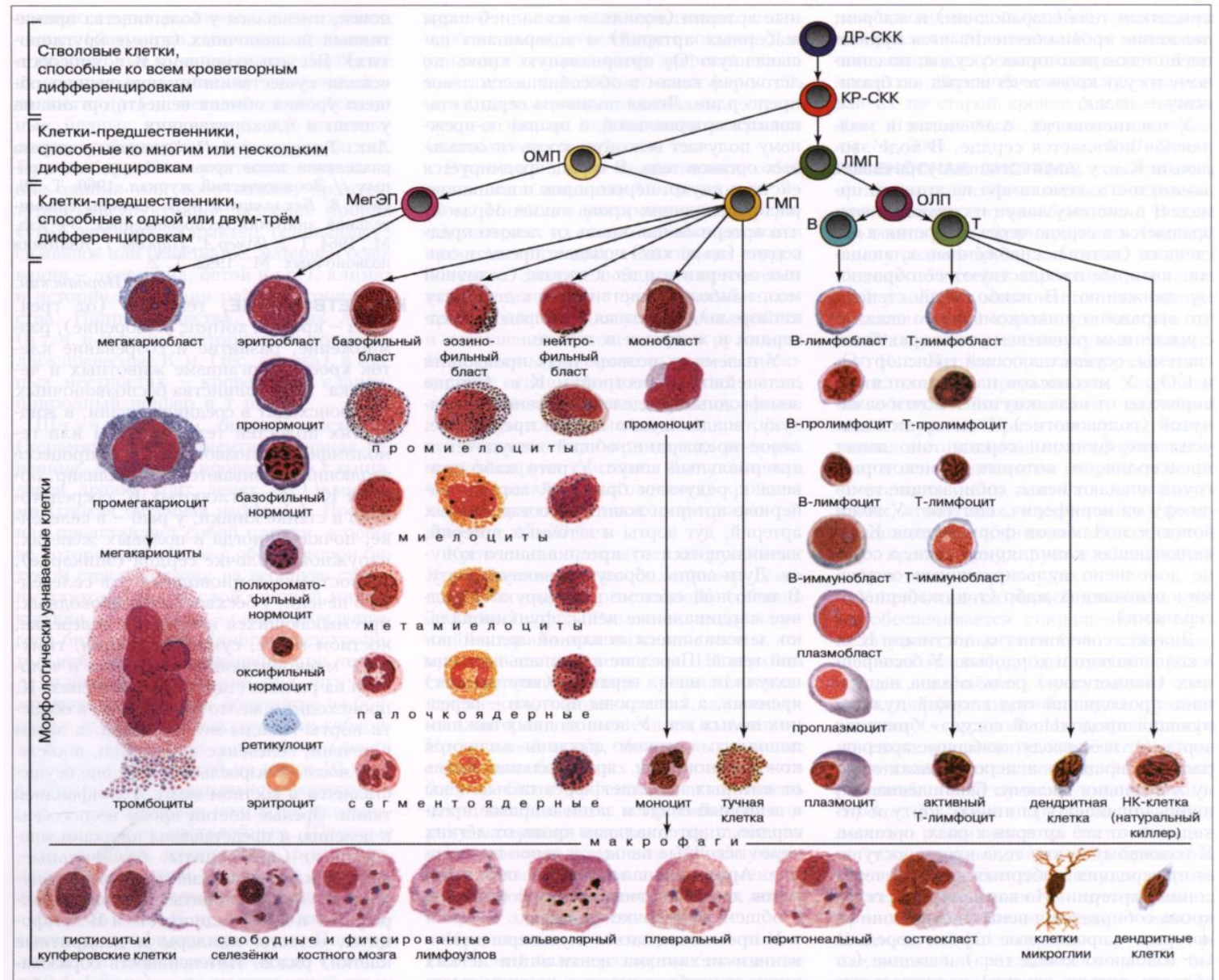


Схема кроветворения: СКК – стволовые кроветворные клетки, ДР – длительно репопулирующие, КР – коротко репопулирующие, ОМП – общий миелоидный предшественник, МерЭП – мегакариоцитарно-эритроидный предшественник, ЛМП – лимфомиелоидный предшественник, ГМП – гранулоцитарно-макрофагальный предшественник, ОЛП – общий лимфоидный предшественник, В – клетка-предшественник В-лимфоцитов, Т – клетка-предшественник Т-лимфоцитов.

Материал: Гистология человека А.Седов

Атлас клеток крови и костного мозга Г.И. Козинца

www.morphology.dp.ua

www.101god.ru/rasshifrovka-analizov/analizy-krovi