

# Характеристика и состав крови

лейкоциты

тромбоциты

эритроциты

Мазок крови лягушки  
окр. азуром II-эозином, x 1000



Кровь – это одна из разновидностей соединительных тканей. Система крови включает в себя следующие компоненты:

- 1) кровь и лимфу;
- 2) органы кроветворения и иммунопоэза;
- 3) клетки крови, выселившиеся из крови в соединительную и эпителиальную ткани и способные вернуться (рециркулировать) снова в кровеносное русло (лимфоциты).

Функции крови: 1) трофическая; 2) дыхательная; 3) защитная - имеются клетки и системы, обеспечивающие неспецифическую (система комплемента, фагоциты, НК-клетки) и специфическую (Т- и В-системы иммунитета) защиту; 4) экскреторная - выводит продукты распада макромолекул.

В совокупности эти функции обеспечивают гомеостаз (постоянство внутренней среды организма).

Составные компоненты крови:

- 1) клетки (форменные элементы);
- 2) жидкое межклеточное вещество (плазма крови).

Соотношение частей крови: плазма 55 – 60%, форменные элементы 40 – 45%.

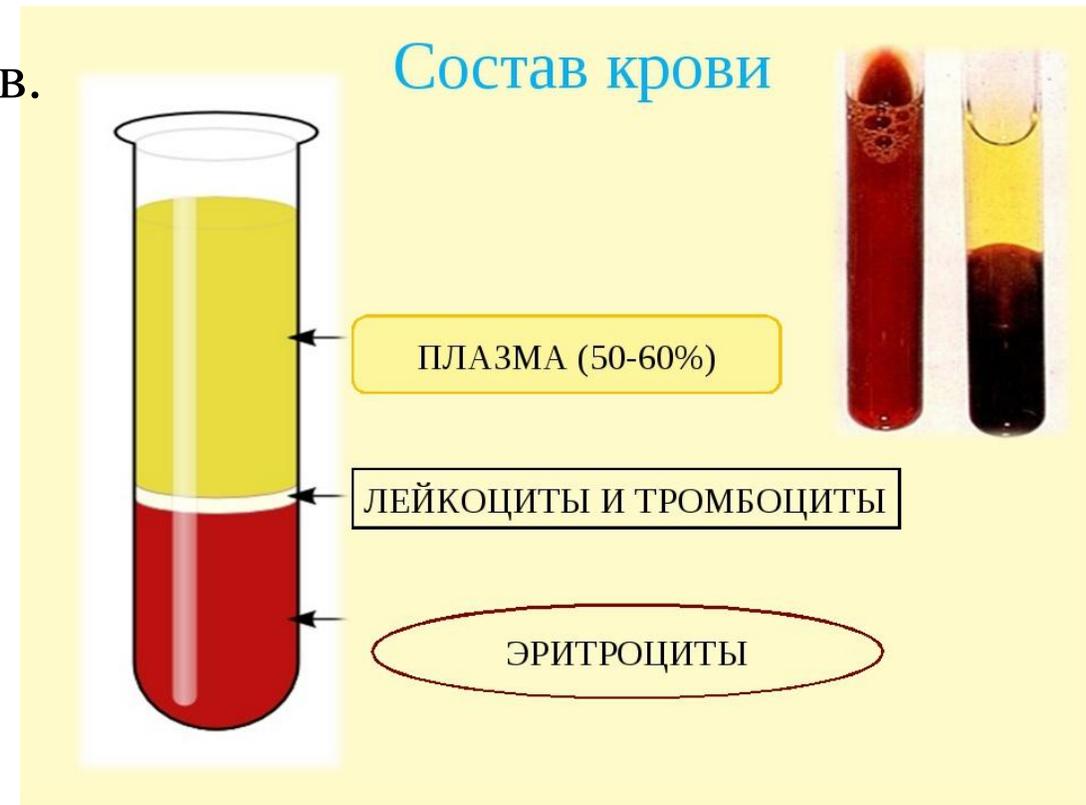
# Плазма

Плазма крови состоит из:

- 1) воды (90 – 93%);
- 2) содержащихся в ней веществ (7 – 10%).

В плазме содержатся белки плазмы крови (альбумины, глобулины, фибриноген, белки-ферменты) аминокислоты, нуклеотиды, глюкоза, минеральные вещества, продукты обмена.

Функция плазмы – транспорт растворимых веществ.



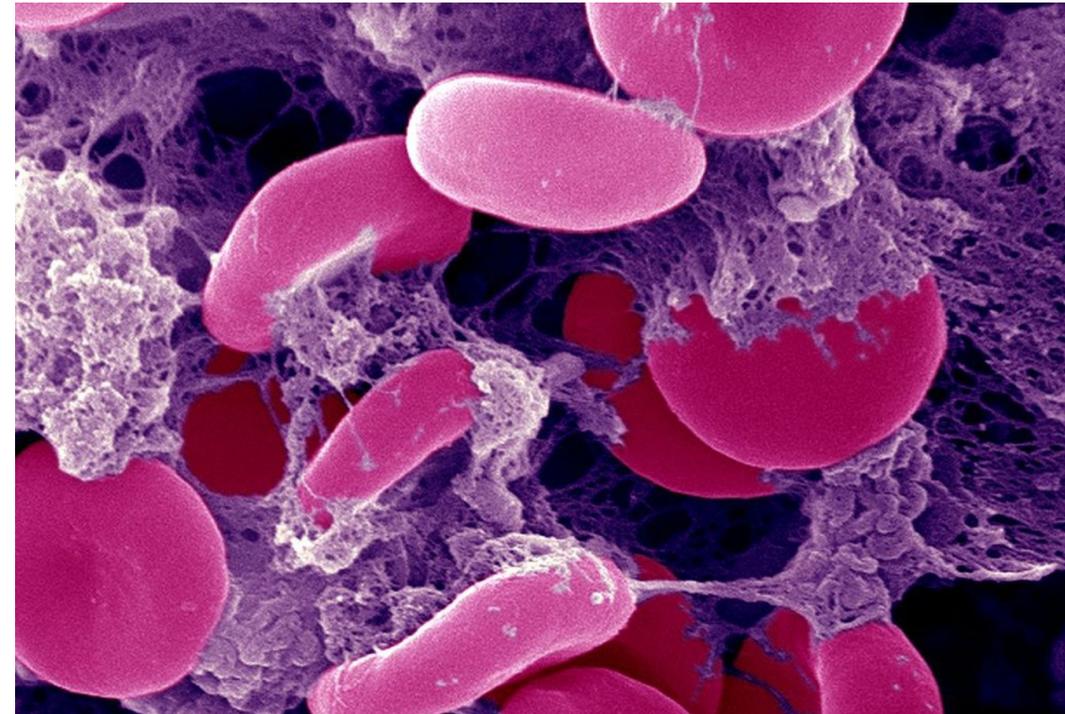


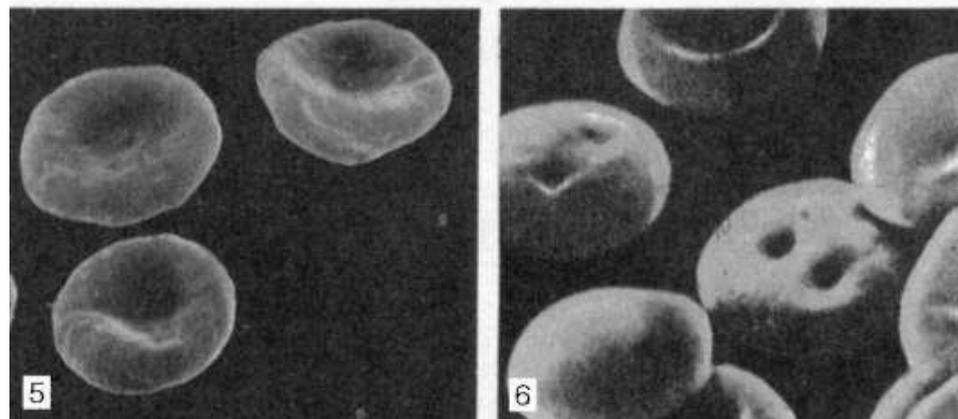
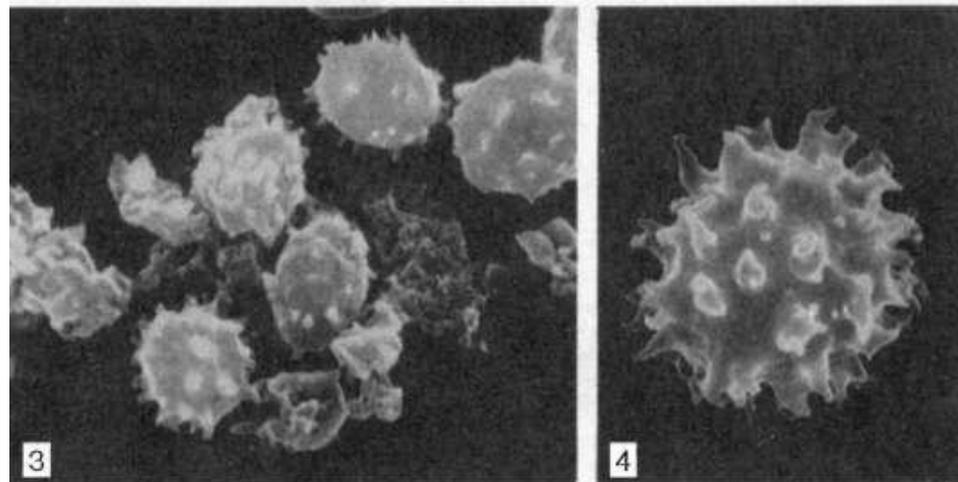
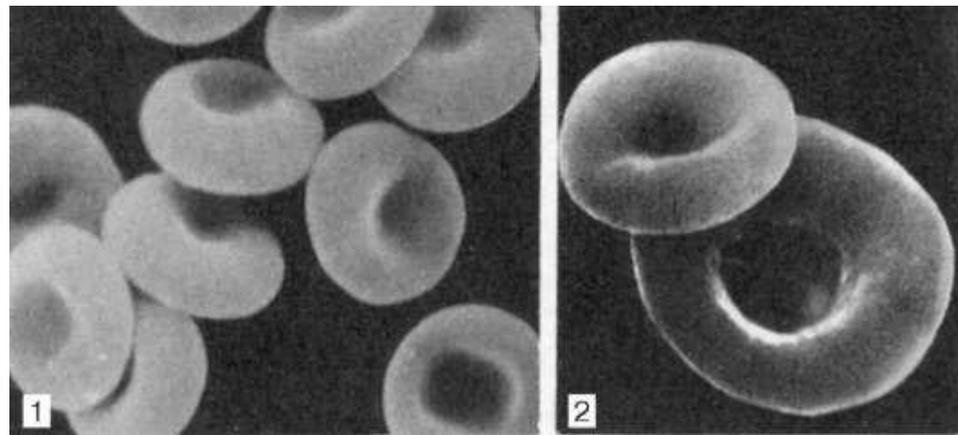
# Эритроциты

высокоспециализированные клетки, приспособленные для транспорта кислорода и углекислого газа в организме. В 1 мкл крови у большинства с.х. животных 5 - 10 млн. Эритроциты птиц, рептилий, амфибии и рыб - овальной формы, имеют ядро с сильно конденсированным хроматином. Зрелые эритроциты у млекопитающих безъядерные, имеют форму двояковогнутого круглого диска, у верблюда и ламы овальной формы. Дисквидная форма увеличивает общую поверхность эритроцита в 1,64 раза. В связи с такой формой, центральная часть клетки окрашивается слабее, чем периферическая. Эритроциты покрыты оболочкой – плазмолеммой, содержащей 44% липидов, 47% белков и 7% углеводов. Мембранные белки эритроцитов являются гликопротеидами и гликолипидами, их поверхностные концевые олигосахаридные компоненты определяют групповые свойства крови. Мембрана эритроцитов легко проницаема для газов, анионов. Эритроцит на 34% состоит из гемоглобина соединение - хромопротеида, в небелковой части которого имеется двухвалентное железо. При высокой концентрации кислорода, происходит присоединение молекул кислорода к атомам железа - образуется оксигемоглобин. В зрелых эритроцитах не удастся выявить никаких органелл, их внутреннее содержимое имеет высокую электронную плотность. Эритроциты способны противостоять разрушительным воздействиям. Процесс разрушения эритроцитов с выходом гемоглобина в окружающую жидкость называется гемолизом (при действии змеиного яда, токсинов, переливании несовместимой по группе крови).

По размеру эритроциты делится:

- 1) нормоциты (7,1 - 7,9 мкм, концентрация нормоцитов в периферической крови – 75%);
- 2) макроциты (размером более 8 мкм, количество – 12,5%);
- 3) микроциты (размером менее 6 мкм – 12,5%).





Эритроциты различной формы. Сканирующая микроскопия,  
ув. 8000:

- 1 - дискоциты-нормоциты;
- 2 - дискоцит-макроцит;
- 3, 4 - эхиноциты;
- 5 - стоматоциты;
- 6 – сфероцит

# Лейкоциты

разнообразные по морфологическим признакам и функциям клетки. Выполняют многообразные функции: защиту организма от чужеродного влияния путем фагоцитарной активности, участия в формировании гуморального и клеточного иммунитета, а также в восстановительных процессах при тканевом повреждении.

В крови животных лейкоцитов в 600 - 800 раз меньше, чем эритроцитов. Увеличение количества лейкоцитов - лейкоцитоз - характерный признак для многих патологических процессов, но может наблюдаться и у здоровых животных (лейкоцитоз новорожденных, пищеварительный лейкоцитоз).

Образовавшись в кроветворных органах и поступив в кровь, лейкоциты лишь непродолжительное время пребывают в сосудистом русле, затем они мигрируют в соединительную ткань и органы, где осуществляют свою основную функцию.

Лейкоциты обладают подвижностью, в цитоплазме около плазмолеммы, имеется комплекс актиновых микрофиламентов, с помощью которых приводится в движение клеточная поверхность и образуются псевдоподии.

В лейкоцитах различают ядро и цитоплазму, содержащую органеллы, включения.

Лейкоциты делятся на:

1. Зернистые (гранулоциты)
2. Незернистые (агранулоциты)

# Зернистые (гранулоциты)

в цитоплазме содержится специфическая зернистость. Зрелые зернистые лейкоциты, как правило, сегментоядерные. Различают 3 вида клеток:

А) **нейтрофилы** - очень мелкая, трудно различимая при световой микроскопии зернистость окрашивается и кислыми, и основными красителями. Цитоплазма нейтрофилов слабооксифильна. Клетки подвижные, обладают высокой фагоцитарной активностью. В крови животных нейтрофилов от 25 до 70% всех лейкоцитов. Больше всего нейтрофилов у лошадей, северных оленей, собак - до 65 - 70% (нейтрофильный профиль крови). При электронно-микроскопическом исследовании в цитоплазме небольшое количество органелл общего назначения, включения гликогена, в периферической зоне - микрофиламенты. Продолжительность жизни нейтрофилов - 8 дней, из них 8-12 ч они находятся в крови, а затем выходят в соединительную и эпителиальную ткани, где и выполняют основные функции (фагоцитоз бактерий; фагоцитоз иммунных комплексов - «антиген – антитело»; бактериостатическая и бактериолитическая; выделение кейлонов и регуляция размножения лейкоцитов.

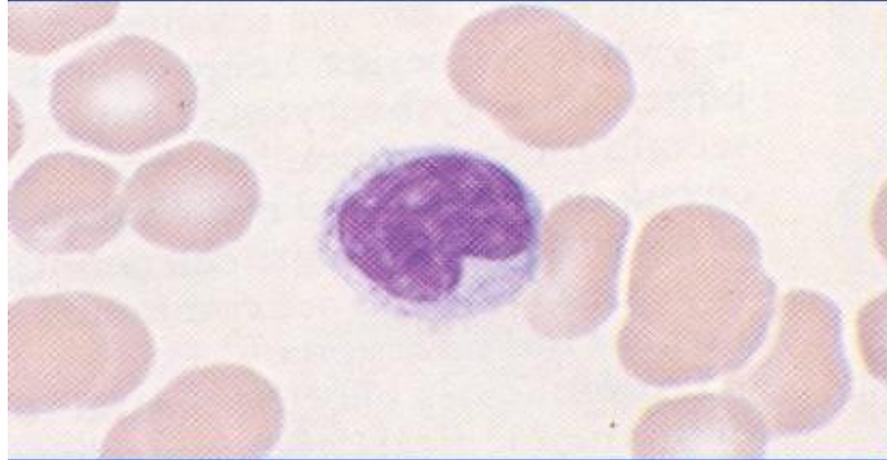
Нейтрофилы по степени зрелости делятся на:

- 1) юные (метамиелоциты) - 0-0,5%;
- 2) палочкоядерные - 3-5%;
- 3) сегментоядерные (зрелые)-60-65%.

Увеличение процентного содержания юных и палочкоядерных форм нейтрофилов носит название сдвига лейкоцитарной формулы влево.

Общее увеличение количества нейтрофилов в крови и появление юных форм наблюдается при различных воспалительных процессах в организме.

# Нейтрофилы



Юный



Палочкоядерный

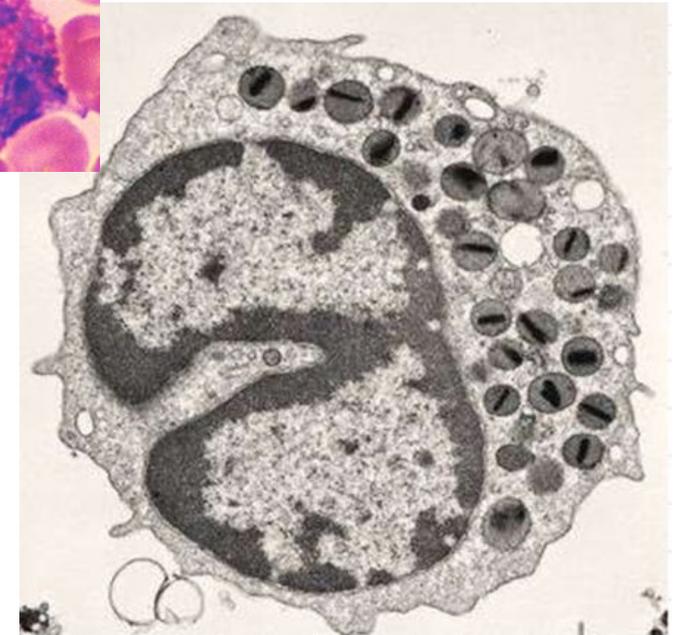
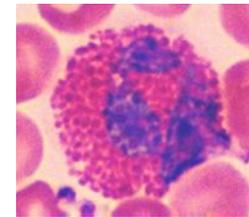


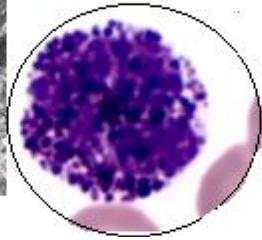
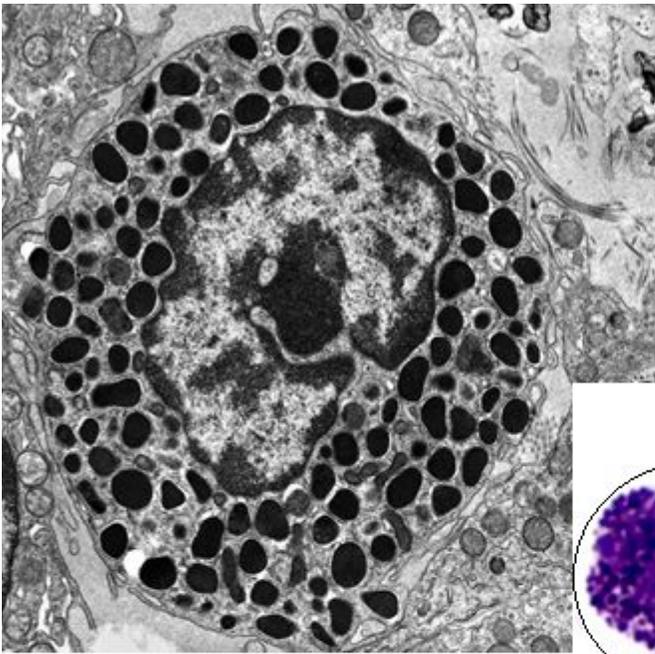
Сегментоядерный

Б) **эозинофилы** – крупная зернистость окрашивается кислыми красителями, которая равномерно и плотно заполняют площадь цитоплазмы. Количество у животных составляет 2 - 12% (больше всего КРС, МРС, верблюдов). Ядро в зрелых эозинофилах сегментированное, состоит из 2 сегментов. Эозинофилы являются важнейшими эффекторными клетками в противопаразитарном иммунитете. Органеллы развиты слабо. Гранулы эозинофилов содержат азурофильные (кислая фосфатаза) и оксифильные или ацидфильные вещества (в центре гранулы имеет кристаллоид, содержащий гранулы: белок МРВ, катионный белок, нейротоксин, пероксидаза, гистаминаза). Продолжительность жизни эозинофилов - 6-8 дней, из них нахождение в кровеносном русле составляет 3-8 ч.

Функции эозинофилов: 1. Участие в иммунологических (аллергических и анафилактических) реакциях: угнетают (ингибируют) аллергические реакции посредством нейтрализации гистамина гистаминазой, фагоцитозом, адсорбцией, выработкой фактора, тормозящего дегрануляцию гистамина тучными клетками.

2. Антипаразитарная.





В) базофилы – зернистость окрашивается основными красителями. Составляют 0,5 - 2% всех лейкоцитов. Ядро в виде неправильно изогнутой палочки, реже сегментированное. Содержит азурофильные гранулы-лизосомы, другие органеллы развиты слабо. Кроме гепарина, в базофилах имеются гранулы, содержащие высокоактивное вещество - гистамин.

Функции базофилов:

1. Участия в иммунных (аллергических) реакциях посредством выделения гранул (дегрануляции) и содержащихся в них вышеперечисленных биологически активных веществ, которые и вызывают аллергические проявления (отек ткани, кровенаполнение, зуд, спазм гладкой мышечной ткани и др.).
2. обладают способностью к фагоцитозу.

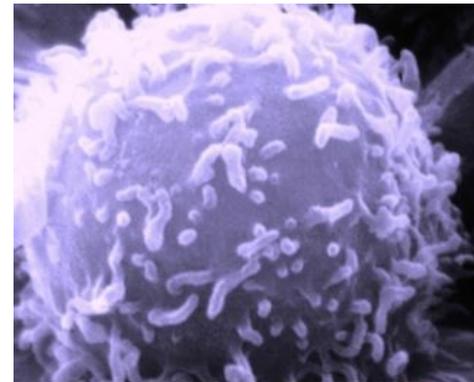
# Незернистые лейкоциты (агранулоциты)

не имеют специфической зернистости в цитоплазме, имеют несегментированные ядра.

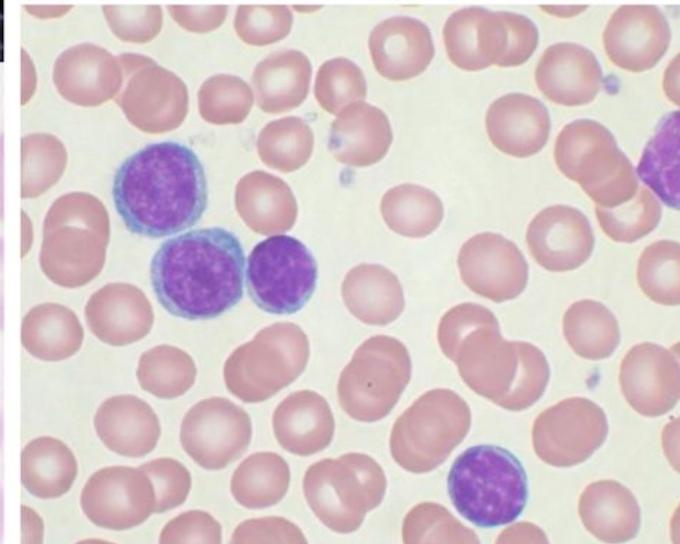
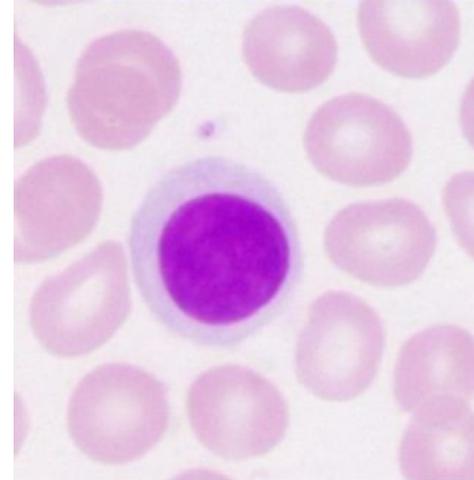
А) лимфоциты по размеру и структурным особенностям делятся на малые (диаметр до 8 мкм), средние (8 - 11 мкм) и большие (более 11 мкм). Малые лимфоциты составляют до 90% всех лимфоцитов. В клетках преобладает объем ядра над объемом цитоплазмы. Ядро круглое с небольшим углублением. Базофильная цитоплазма обнаруживается или в виде узкого вокругядерного ободка, или в виде серпа, прилежащего к одной стороне ядра. В цитоплазме малого лимфоцита свободные полисомы, рибосомы, митохондрий и ЭПС, комплекса Гольджи мало.

Малые лимфоциты характеризуются: 1) наличием крупного круглого ядра, состоящего в основном из гетерохроматина, особенно в мелких темных лимфоцитах; 2) узким ободком базофильной цитоплазмы, в которой содержатся свободные рибосомы и слабо выраженные органеллы — эндоплазматическая сеть, единичные митохондрии и лизосомы.

Для средних лимфоцитов характерно: 1) более крупное и рыхлое ядро, состоящее из эухроматина в центре и гетерохроматина по периферии; 2) в цитоплазме по сравнению с малыми лимфоцитами более развиты эндоплазматическая сеть и комплекс Гольджи, больше митохондрий и лизосом.



Лимфоцит

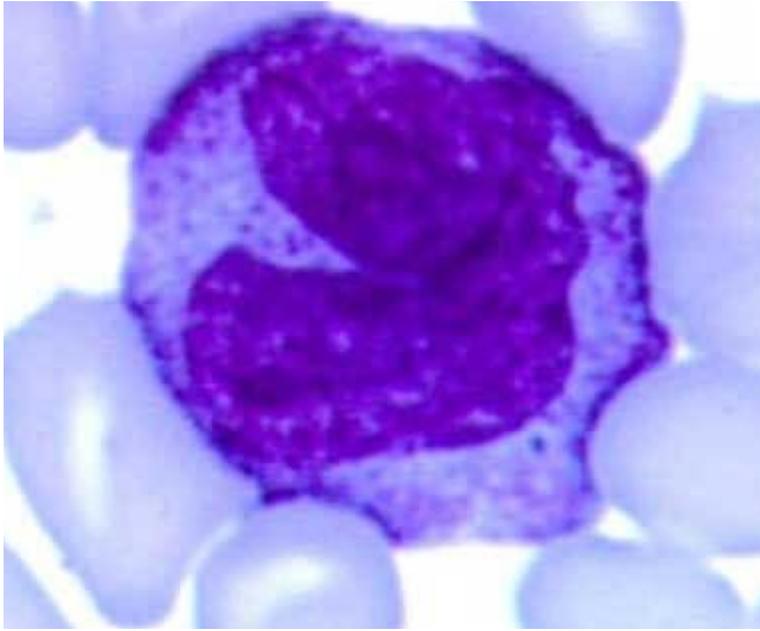


# По источникам развития лимфоциты делятся:

- 1) Т-лимфоциты - образование и дальнейшее развитие связано с тимусом (вилочковой железой);
- 2) В-лимфоциты, у птиц развитие связано с фабрициевой сумкой (бурсой).

По функции: 1) В-лимфоциты (короткоживущие) и образующиеся из них плазмоциты обеспечивают гуморальный иммунитет, т. е. защиту организма от чужеродных корпускулярных антигенов (бактерий, вирусов, токсинов, белков и др.), содержащихся в крови, лимфотканевой жидкости;

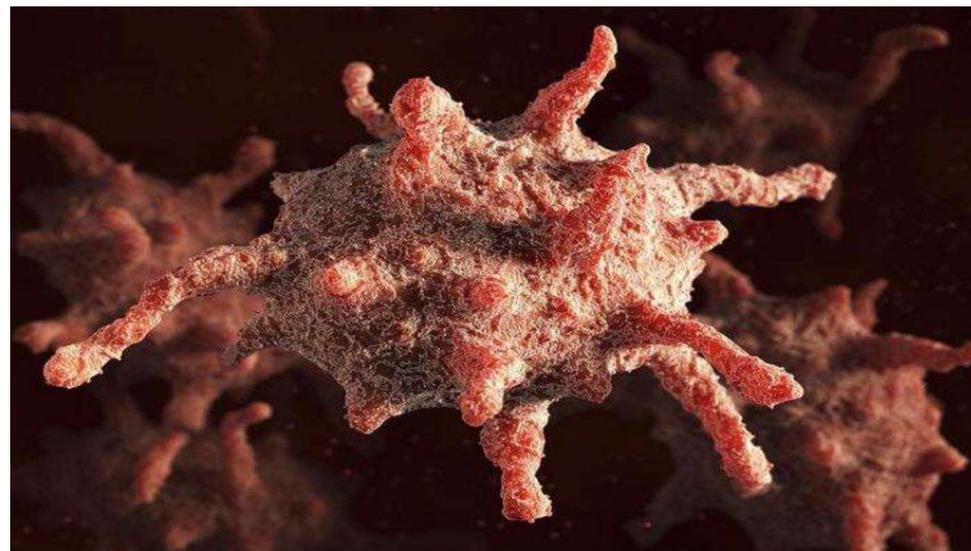
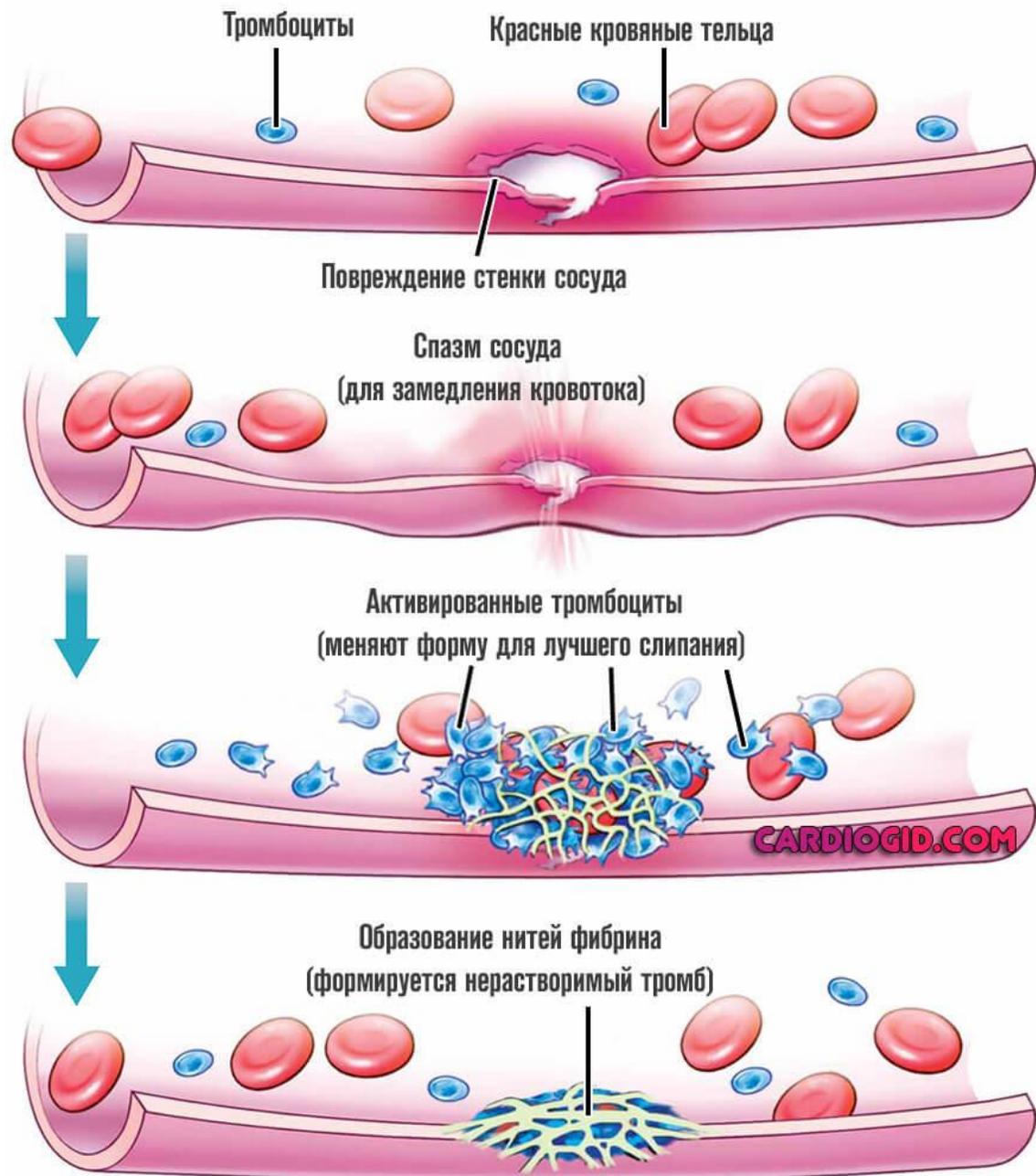
2) Т-лимфоциты (долгоживущие), которые по выполняемым функциям подразделяются на следующие субпопуляции: киллеры (CD 8), хелперы (CD 4), супрессоры.

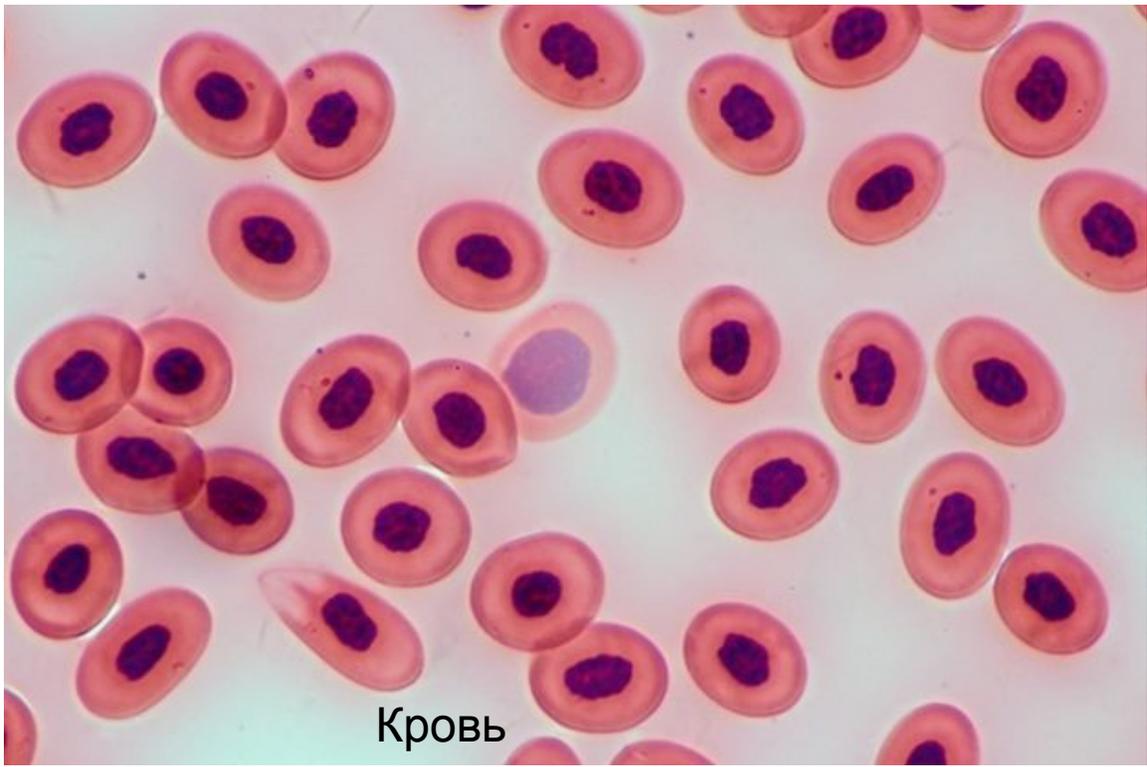


Б) моноциты составляют от 1 до 8%. Моноциты периферической крови - самые крупные из лейкоцитов. В цитоплазме выявляются лизосомы, пиноцитозные пузырьки, комплекс Гольджи, небольшие митохондрии, плотные гранулы. Циркулирующие в крови моноциты являются предшественниками тканевых и органных макрофагов

# Кровяные пластинки

безъядерные элементы, небольшие цитоплазматические фрагменты, отделившиеся от мегакариоцитов красного костного мозга (у птиц сходные по функции элементы, небольшие клетки с ядром – тромбоциты). Отдельные пластинки имеют вид дискообразных структур, со слабобазофильной и гомогенной наружной частью - гиаломер и с окрашенными азуром зернами - грануломер. При электронной микроскопии в них различают поверхностную мембрану, покрытую снаружи гликокаликсом, содержащим кислые гликозаминогликаны. Под мембраной и параллельно ей располагаются микротрубочки и актиновые микрофиламенты; сократительные свойства последних проявляются при активации пластинок. Во внутренней зоне находятся митохондрий и 2 типа гранул: плотные гранулы, в которых содержатся АТФ, катехоламины и серотонин, и так называемые  $\alpha$ -гранулы лизосомной природы. Кроме того, в пластинках обнаружены относительно крупные по диаметру канальцы, образованные путем впячивания поверхностной мембраны. В сосудистой крови пластинки существуют около 9 - 10 суток.





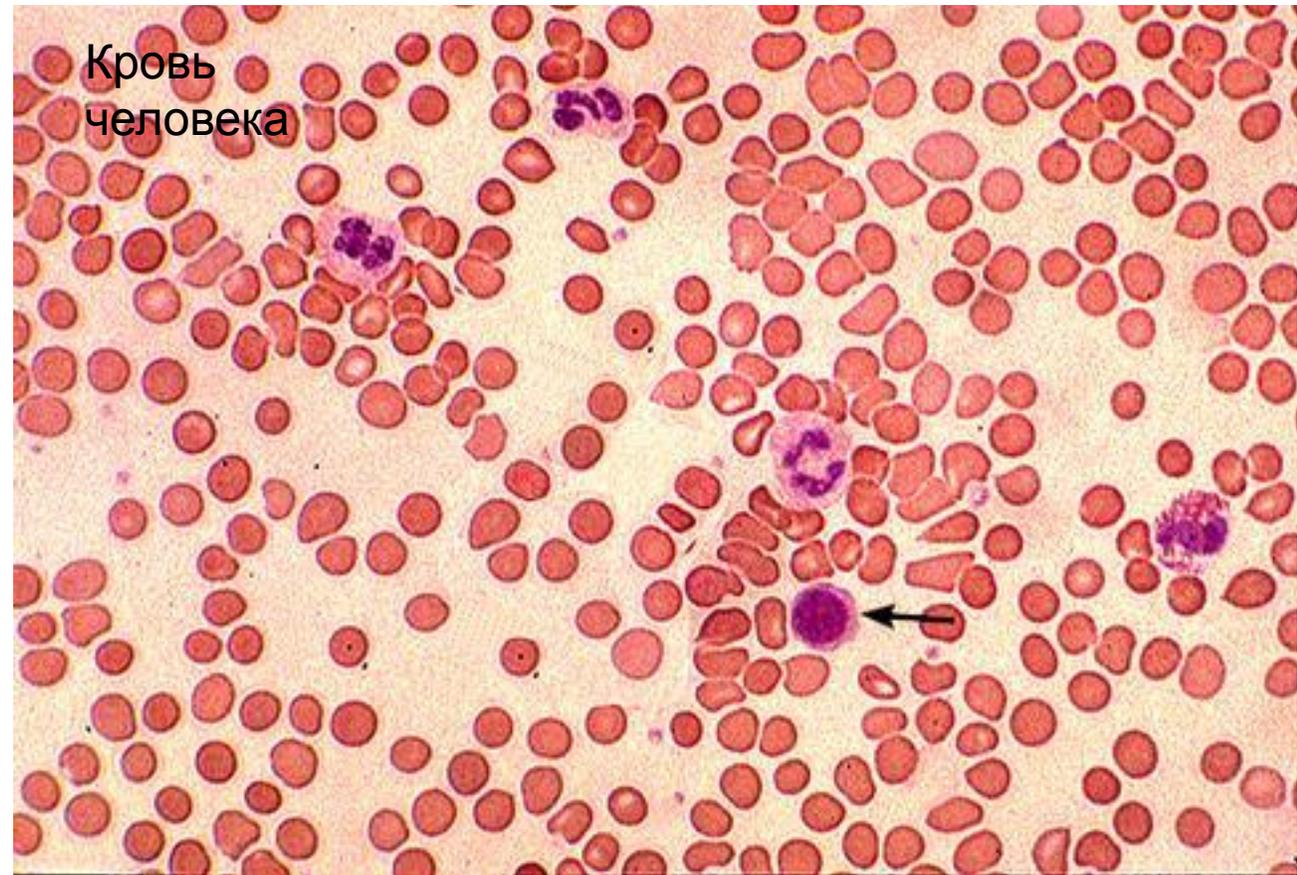
Кровь  
лягушки



Кровь  
лошадь



Кровь  
верблюда



Кровь  
человека