

КАЗАХСКАЯ АКАДЕМИЯ СПОРТА И
ТУРИЗМА
КАФЕДРА АНАТОМИИ И ФИЗИОЛОГИИ

Лекции по возрастной физиологии
ТЕМА ЛЕКЦИИ:
*«Возрастной развитие систем
крови, кровообращения и дыхания»*

АЛМАТЫ 2017

- **Цель лекции:** Ознакомиться с физиологией системы кровообращения и системы дыхания. Изучить возрастные особенности системы кровообращения и системы дыхания.
- **План лекции:** Возрастное развитие и морфофизиологические особенности системы крови. Развитие системы кровообращения в онтогенезе: сердце и ее строение, развитие и значение. Возрастные изменения систолического объема крови, АД, круги кровообращения. Возрастные особенности системы дыхания.

Физиология систем крови.

На заре эволюции жизнь зародилась и возникла в водной среде. С появлением многоклеточных организмов большинство клеток утратило непосредственный контакт с внешней средой. Они существуют, окруженные внутренней средой – межклеточной жидкостью.

Внутренняя среда организма – это совокупность жидкостей организма, включающая кровь, лимфу, тканевую и цереброспинальную жидкости.

Однако истинной внутренней средой организма является интерстициальная жидкость (межклеточная, тканевая, внутритканевая), ибо в основном она контактирует с клетками организма, тем самым представляет собой внешнюю среду для большинства клеток организма. Кровь же, соприкасаясь непосредственно с эндокардом и эндотелием сосудов, обеспечивает их жизнедеятельность и преимущественно косвенно через тканевую жидкость вмешивается в работу всех органов и тканей.

Основной составной частью тканевой жидкости, лимфы и крови является вода. В организме человека ее доля составляет до 60% от массы тела. Для человека массой 70 кг на воду приходится до 42 л, из них на интерстициальную жидкость и лимфу – около 21% (8,82 л) и плазму – около 8% (3,36 л).

Благодаря наличию системы крово- и лимфообращения, а также действию органов и систем, обеспечивающих поступление различных веществ из внешней во внутреннюю среду организма (органы дыхания и пищеварения), и органов, обеспечивающих выведение во внешнюю среду продуктов обмена, у многоклеточных организмов возникла возможность поддерживать постоянство состава внутренней среды организма (гомеостаз).

В систему крови входят кровь, органы кроветворения и кроверазрушения, а также аппарат их регуляции (Г.Ф. Ланг, 1939).



Георгий Фёдорович Ланг (1875-1948) – советский врач-терапевт, академик АМН СССР, ректор 1-го Ленинградского медицинского института, основатель и главный редактор журнала «Терапевтический архив».

Кровь – это жидкая ткань организма. Состоит из форменных элементов (40-45%) – эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов и из плазмы (жидкая часть крови, 55-60%). Процент форменных элементов называют гематокритным числом (в норме составляет 40-45%, у мужчин 40-48%, у женщин – 36-42%), которое определяют с помощью прибора «Гематокрита».

Количество крови в организме человека составляет 5-9% от массы тела (4,5-6,0 л у человека с массой тела 65-70 кг, у женщин – 4-4,5 л - 65 мг/кг, у мужчин – 5-6 л - 77 мл/кг). В состоянии покоя до 45-50% всего количества крови находится в кровяных депо (селезенке, подкожном сосудистом сплетении печени и легких). В селезенке кровь может быть почти полностью выключена из циркуляции, а в сосудистом сплетении кожи и печени она циркулирует в 10-20 раз медленнее, чем в других сосудах организма.

Если вязкость воды принят за единицу, то вязкость плазмы крови равна 1,7-2,2, а вязкость цельной крови – около 5. Вязкость крови обусловлена наличием белков и особенно эритроцитов, которые при своем движении преодолевают силы внешнего и внутреннего трения. Вязкость увеличивается при сгущении крови, т.е. потере воды (например, при поносах или обильной потении), а также при возрастании количества эритроцитов в крови.

Относительная плотность (удельный вес) цельной крови равен 1,050-1,060, эритроцитов – 1,090, плазмы – 1,025-1,034.



Прибор для определения гематокрита

Выделяют следующие функции крови:

- **Транспортная функция.** Циркулируя по сосудам, кровь осуществляет транспортную функцию, которая определяет ряд других;
- **Дыхательная функция.** Эта функция заключается в связывании и переносе O_2 и CO_2 ;
- **Трофическая (питательная) функция.** Кровь обеспечивает все клетки организма питательными веществами: глюкозой, аминокислотой, жирами, витаминами, минеральными веществами, водой;
- **Экскреторная (выделительная) функция.** Кровь уносит из тканей «шлаки жизни» - конечные продукты метаболизма: мочевины, мочевую кислоту и другие вещества, удаляемые из организма органами выделения;
- **Терморегуляторная функция.** Кровь охлаждает энергоемкие органы и согревает органы, теряющее тепло;
- **Кровь обеспечивает водно-солевой обмен между кровью и тканями.** В артериальной части капилляров жидкость и соли поступают в ткани, а в венозной части капилляров возвращается кровь;

- Кровь поддерживает стабильность ряда констант гомеостаза – рН, осмотическое давление, изоионию и др. (гомеостатическая функция);
- Защитная функция. Кровь выполняет защитную функцию, являясь важнейшим фактором иммунитета, т.е. защиты организма от живых тел и генетически чуждых веществ. Это определяется фагоцитарной активностью лейкоцитов (клеточный иммунитет) и наличием в крови антител, обезвреживающих микробы и их яды (гуморальный иммунитет). Эту задачу выполняет также бактерицидная пропердиновая система (система сыворотки крови, участвующая в неспецифической (естественной) защите организма. Впервые эту систему описал в 1954 г. Пиллемер);
- Гуморальная регуляция. Благодаря своей транспортной функции кровь обеспечивает химическое взаимодействие между всеми частями организма, т.е. гуморальную регуляцию. Кровь переносит гормоны и другие физиологически активные вещества от клеток, где они образуются, к другим клеткам;
- Осуществление креаторных связей. Макромолекулы, переносимые плазмой и форменными элементами крови, осуществляют межклеточную передачу информации, обеспечивающую регуляцию внутриклеточных процессов синтеза белков, сохранение степени дифференцированности клеток, восстановление и поддержание структуры тканей.

Плазма крови содержит 90-92% воды и 8-10% сухого вещества, главным образом белков и солей. В плазме находится ряд белков, отличающихся по своим свойствам и функциональному значению: альбумины (около 4,5%), глобулины (2-3%) и фибриноген (0,2-0,4%).

Общее количество белка в плазме крови человека составляет 7-8%. Остальная часть плотного остатка плазмы приходится на долю других органических соединений и минеральных солей.

Значение белков плазмы многообразны:

- Они обуславливают онкотическое давление, которое определяет обмен воды между кровью и тканью;**
- Обладая буферными свойствами, поддерживают рН крови;**
- Обеспечивают вязкость плазмы крови, имеющую важное значение в поддержании АД;**
- Препятствуют оседанию эритроцитов (СОЭ);**
- Участвуют в свертывании крови;**
- Являются необходимыми факторами иммунитета;**

- Служат переносчиками ряда гормонов, минеральных веществ, липидов, холестерина;
- Представляют собой резерв для построения тканевых белков;
- Осуществляют креаторные связи, т.е. передачу информации, влияющей на генетический аппарат клеток и обеспечивающей процессы роста, развития, дифференцировки и поддержания структуры организма (примерами таких белков являются т.н. «фактор роста нервной ткани», эритропоэтины и т.д.).

Жидкое состояние крови и замкнутость (целостность) кровеносного русла являются необходимыми условиями жизнедеятельности. Эти условия создает система свертывания крови (система гемокоагуляции), сохраняющая циркулирующую кровь в жидком состоянии и восстанавливающая целостность путей ее циркуляции посредством образования кровяных тромбов (пробок, сгустков) в поврежденных сосудах.

В систему гемокоагуляции входит кровь и ткани, которые продуцируют и выделяют из организма необходимые для данного процесса вещества, а также нейрогуморальный регулирующий аппарат.

Знание механизмов свертывания крови необходимо для понимания причин ряда заболеваний и возникновения осложнений, связанных с нарушением гемокоагуляции. В настоящее время более 50% людей умирает от болезней, обусловленных нарушением свертывания крови (инфаркт миокарда, тромбоз сосудов головного мозга, тяжелые кровотечения в акушерской и хирургической клиниках и др.).

Основоположником современной ферментативной теории свертывания крови является профессор Дерптского (Юрьевского, а ныне Тартуского) университета А.А. Шмидт (1872). Его теорию поддержал и уточнил П. Моравиц (1905).

За столетия, прошедшее после создания теории Шпидта-Моравица, она была значительно дополнена. Сейчас считают, что свертывание проходит в 3 фазы: образование протромбина, образование тромбина, образование фибрина. Кроме них, выделяют предфазу и после фазу гемокоагуляции.

В свертывании крови (гемостаз) участвуют 13 плазменных факторов, тромбоциты, лейкоциты.

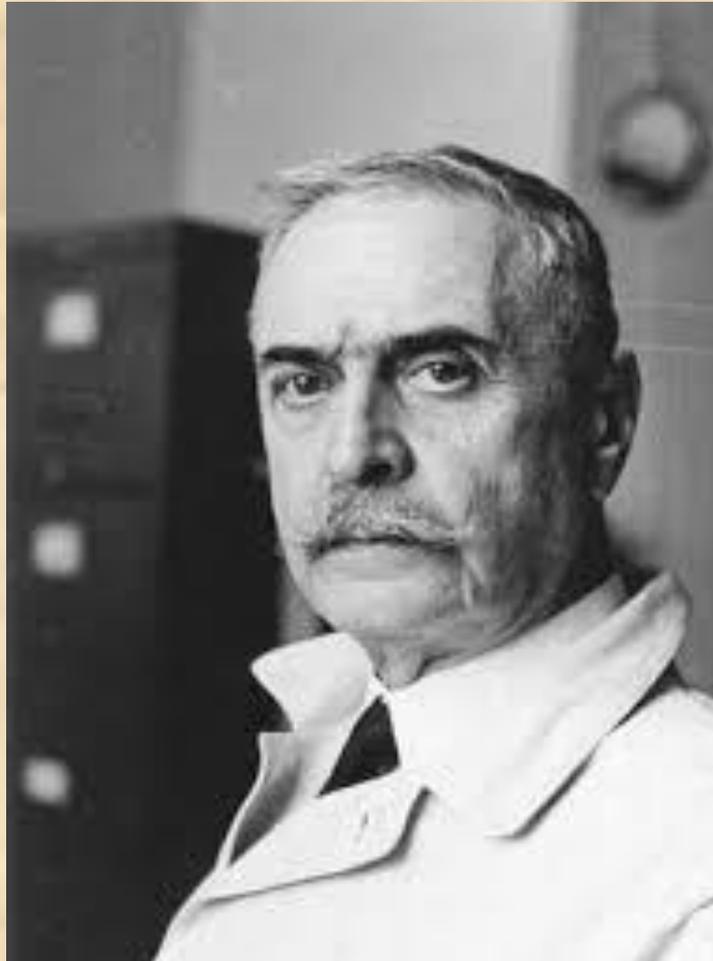


**Александр Александрович
Шмидт (1831—1894) - физиолог, доктор
медицины, профессор.**

В 1901 г. австриец К. Ландштейнер и в 1903 г. чех Я. Янский обнаружили, что при смешивании крови разных людей часто наблюдается склеивание эритроцитов друг с другом – явление агглютинации. Это зависит от наличия в эритроцитах агглютинируемых факторов – агглютиногенов А и В. в эритроцитах они могут быть по одному или вместе, либо отсутствовать.

Одновременно было установлено, что в плазме находятся агглютинирующие агенты, которые склеивают эритроциты. Указанные вещества названы α и β . В крови разных людей содержится либо один, либо два, либо ни одного агглютинина. При переливании несовместимой крови эритроциты не только склеиваются, но и разрушаются (гемолиз). Последнее связано с тем, что в плазме помимо агглютининов, находятся одноименные гемолизины.

Агглютиноген А и агглютинин α , а также В и β называются одноименными. Склеивание эритроцитов происходит в том случае, если эритроциты донора (человека, дающего кровь) встречаются с одноименными агглютинами реципиента (человека, получающего кровь): А+ α , В+ β или АВ+ $\alpha\beta$. Отсюда ясно, что в крови каждого человека находятся разноименные агглютиноген и агглютинин.



Карл Ландштейнер (1868-1943) - австрийский врач, химик, иммунолог, инфекционист.

У людей имеется 4 комбинации агглютиногенов и агглютининов системы АВ0. Они обозначаются следующим образом: I (0) – $\alpha\beta$; II (A) – A β , III (B) – B α и IV (AB). Из этих обозначений следует, что у людей I группы эритроциты не содержат агглютиногенов АВ, а в плазме имеются оба агглютинина. У людей II группы эритроциты имеют агглютиноген А, а плазма – агглютинин β . К III группе относятся люди, у которых в эритроцитах находится агглютиноген В и в плазме – агглютинин α . Кровь людей IV группы характеризуется наличием в эритроцитах обоих агглютиногенов и отсутствием в плазме агглютининов.

Выяснение причин агглютинации позволило сформулировать два основных правила переливания крови:

- Необходимо подбирать кровь так, чтобы избежать встречи одноименных агглютиногенов донора с одноименными агглютинами реципиента, т.е. плазма реципиента должна быть пригодна для жизни перелитых эритроцитов;**
- Агглютинины донора в расчет не принимаются – это т.н. правило разведения, которое пригодно при переливании небольших количеств крови.**

В 1930 г. за открытие групп крови К. Ландштейнер был удостоен Нобелевской премии. Выступая на церемонии вручения премии, он предложил, что в будущем будут открыты новые агглютиногены, а количество группы крови будет расти до тех пор, пока не достигнет числа живущих на земле людей. Это предложение оказалось верным. Только в системе АВ0 выявлено много вариантов каждого агглютиногена. Так, агглютиноген А существует более чем в 10 вариантах. Различие между ними состоит в том, что А1 является самым сильным, а А2-А7 и другие варианты обладают слабыми агглютинационными свойствами. Поэтому кровь таких лиц может быть ошибочно отнесена к I группе, что может привести к гемотрансфузионным осложнениям при переливании ее больным с I и III группами.

Среди агглютиногенов, не входящих в систему АВ0, одним из первых был обнаружен резус-фактор (или резус-агглютиноген). К. Ландштейнер и И.Винер нашли его в 1940 г. у обезьян макак резус. Этот же агглютиноген содержится у 85% людей (резус-положительная кровь). У 15% людей он отсутствует (резус отрицательная кровь). Система резус имеет 6 разновидностей агглютиногенов – D, C, E, из которых наиболее активен D. Если кровь человека, содержащего резус-фактор, перелить человеку, не имеющего его, то у него образуются иммунные антирезус-агглютинины. Повторное введение такому человеку резус-положительной крови может привести к развитию гемотрансфузионных осложнений.

Эритроциты, или красные кровяные тельца, представляют собой клетки, которые у человека и млекопитающих не имеют ядра.

В крови у мужчин содержится в среднем $5 \cdot 10^{12}$ /л эритроцитов (6 000 000 в 1 мкл), у женщин – около $4,5 \cdot 10^{12}$ /л (4 500 000 в 1 мкл). Они имеют форму двоявогнутого диска, при поперечном разрезе напоминают гантели.



Макака Резус

Скорость оседания эритроцитов (СОЭ) невысока (у мужчин составляет 1-10 мм/ч, у женщин – 2-15 мм/ч), что обусловлено преобладанием в плазме крови белков альбуминовой фракции.

Составной частью эритроцитов является белок гемоглобин, который обеспечивает дыхательную функцию крови. В крови здоровых мужчин содержится в среднем 14,5 г% гемоглобина (145 г/л) с колебаниями от 13 до 16 (130-160 г/л). В крови женщин находится около 13 г% (13 г/л по системе СИ) с колебаниями от 12 до 14% (120-140 г/л).

Свойства эритроцитов:

- Высокая пластичность (способность к обратимой деформации), что облегчает их прохождение через капилляры диаметром 2,5-3 мкм (диаметр эритроцита – 7,2-7,5 мкм);
- Способны к агрегации – образованию конгломератов при замедлении движении крови и повышении ее вязкости, что может наблюдаться при патологиях.

Основные функции эритроцитов:

- **Дыхательная;**
- **Участие стабилизации КОС (кислотно-основное состояние) за счет гемоглобина и наличия фермента карбоангидразы;**
- **Участие в процессах свертывания крови;**
- **Дезинтоксикация веществ;**
- **Участие в иммунных реакциях**

Лейкоциты, или белые кровяные тельца, играют важную роль в защите организма от микробов, вирусов, от патогенных простейших, любых чужеродных веществ, т.е. они обеспечивают иммунитет.

У взрослых кровь содержит $4-9 \cdot 10^9$ /л (4000-9000 в 1 мкл) лейкоцитов.

Выделяют следующие функции:

- **Защитная;**
- **Участие в процессах свертывания крови и фибринолиза;**
- **Регенеративная;**
- **Транспортная – лейкоциты являются носителями ряда ферментов.**

Лейкоциты в крови представлены следующими видами:

- **Нейтрофилы – самая большая группа белых кровяных телец, они составляют 50-75% всех лейкоцитов. Свое название они получили за способность их зернистости окрашиваться нейтральными красками. Основная функция нейтрофилов – защита организма от проникших в него микробов и их токсинов;**
- **Эозинофилы составляют 1-5% всех лейкоцитов. Зернистость в их цитоплазме окрашивается кислыми красками (эозином и др.), что и определило их название. Основная функция эозинофилов заключается в обезвреживании и разрушении токсинов белкового происхождения, чужеродных белков, комплекс антиген-антитело;**

- **Базофилы (0-1% всех лейкоцитов) представляют собой самую малочисленную группу гранулоцитов. Их крупная зернистость окрашивается основными красками, за что они и получили свое название. Функции базофилов обусловлены наличием в них биологически активных веществ. Они, как тучные клетки соединительной ткани, продуцируют гистамин и гепарин. Количество базофилов нарастает во время регенеративной (заключительной) фазы острого воспаления и немного увеличивается при хроническом воспалении. Гепарин базофилов препятствует свертыванию крови в очаге воспаления, а гистамин расширяет капилляры, что способствует рассасыванию и заживлению;**
- **Моноциты составляют 2-10% всех лейкоцитов, способны к амeboидную движению, проявляют выраженную фагоцитарную и бактерицидную активность. Моноциты фагоцитируют до 100 микробов, в то время как нейтрофилы – лишь 20-30. Моноциты появляются в очаге воспаления после нейтрофилов и проявляют максимум активности в кислой среде, в которой нейтрофилы теряют свою активность;**

- Лимфоциты составляют 20-40% белых кровяных телец. Лимфоциты в отличие от всех других лейкоцитов способны не только проникать в ткани, но и возвращаться обратно в кровь. Они отличаются от других лейкоцитов и тем, что живут не несколько дней, а 20 и более лет. Лимфоциты представляют собой центральное звено иммунной системы организма. Они отвечают за формирование специфического иммунитета и осуществляют функцию иммунного надзора в организме, обеспечивая защиту от всех чужеродного и сохраняя генетическое постоянство внутренней среды.
- Тромбоциты – маленькие кровяные пластинки (диаметр 2-5 мкм), не имеют ядра, содержат гранулы. При соприкосновении с чужеродной поверхностью распластываются и выпускают псевдоподии (адгезия). В 1 л крови содержится $(180-320) \cdot 10^9$ тромбоцитов.

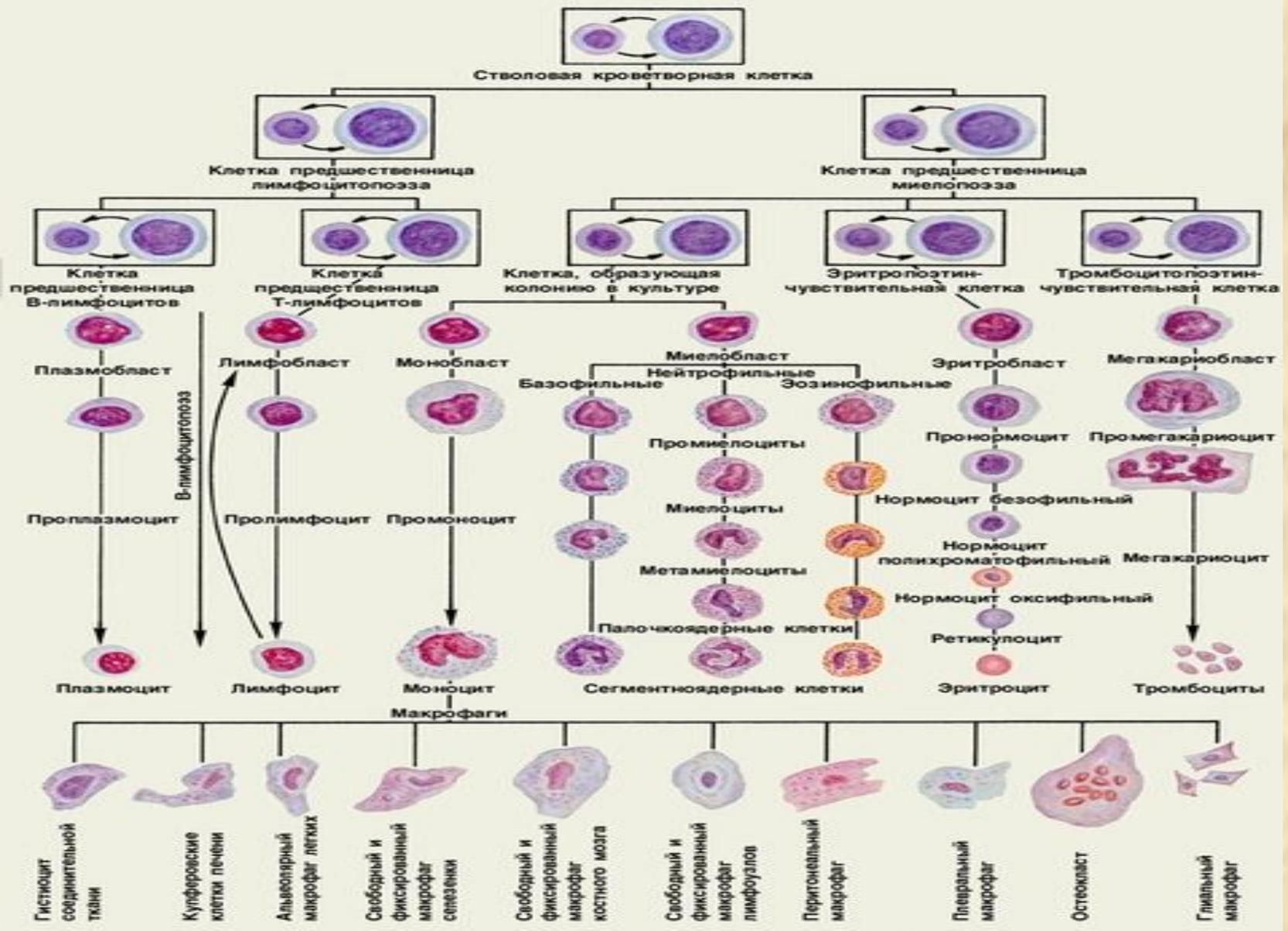
Свойства тромбоцитов заключается их в способности:

- **Фагоцитозу;**
- **Амебоидной подвижности;**
- **Секреторной активности;**
- **Адгезии (сцепление, прилипания);**
- **Агрегации (присоединение, склеивание тромбоцитов друг с другом).**

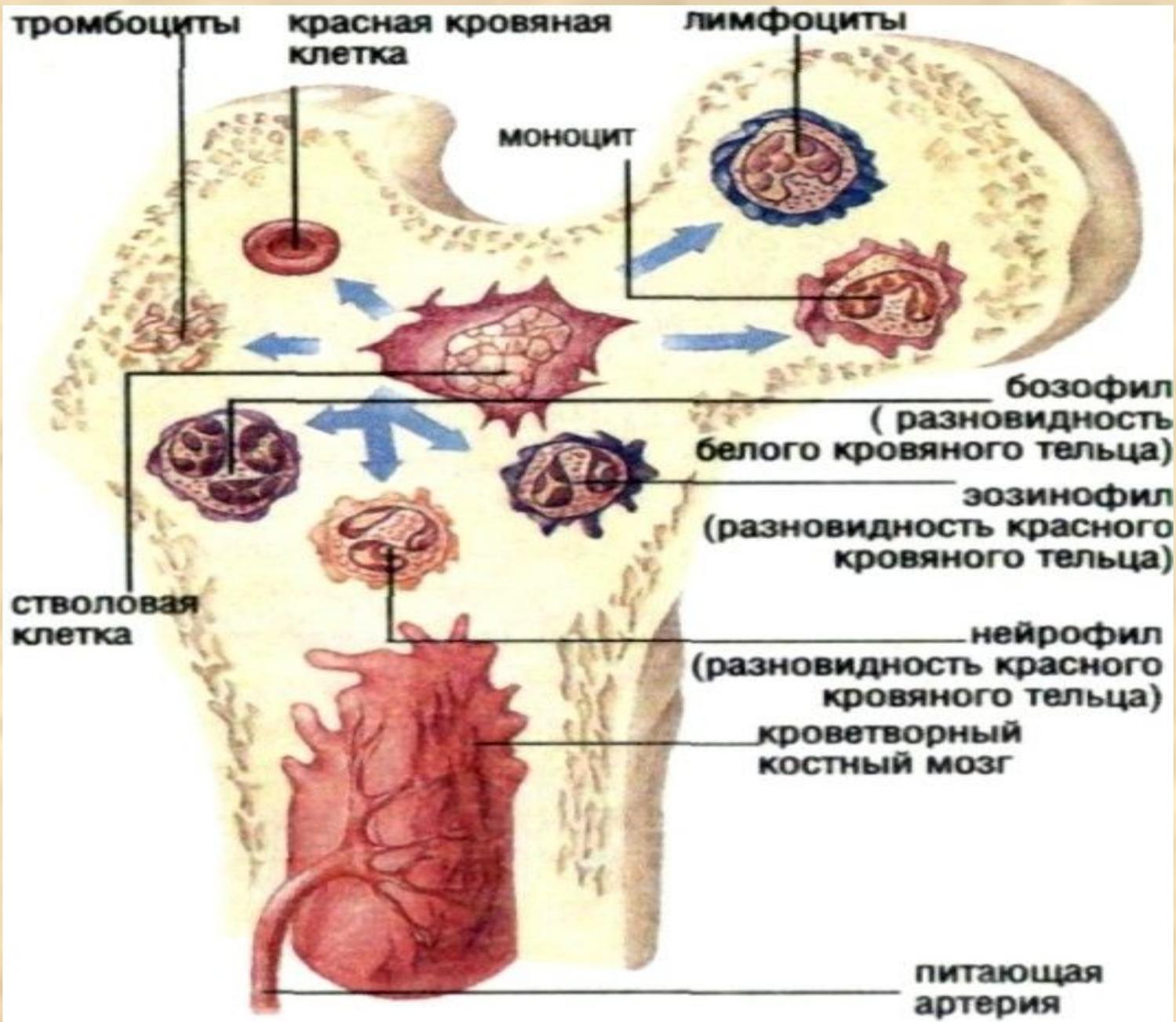
Функции тромбоцитов:

- **Участие в свертывание крови;**
- **Ангиотрофическая – питание эндотелия капилляров, благодаря чему поддерживается структура и функции сосудов микроциркуляторного русла;**
- **Регуляция сосудистой стенки;**
- **Участие в защитных реакциях организма (фагоцитоз).**

Кроветворение (гемопоз) – процесс образования и развития форменных элементов крови. Различают эритропоз – образование эритроцитов, лейкопоз – образование лейкоцитов и тромбоцитопоз – образование кровяных пластинок.

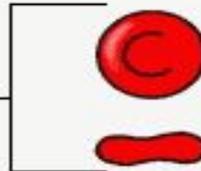


Гемопозэз



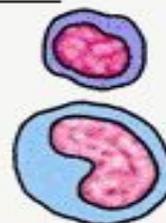


**Красные кровяные
клетки
(эритроциты)**

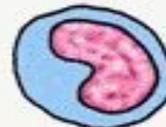


**Костный
мозг
(стволовые
клетки)**

**Белые кровяные
клетки
(лейкоциты)**



Лимфоцит



Моноцит



Эозинофил

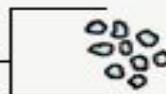


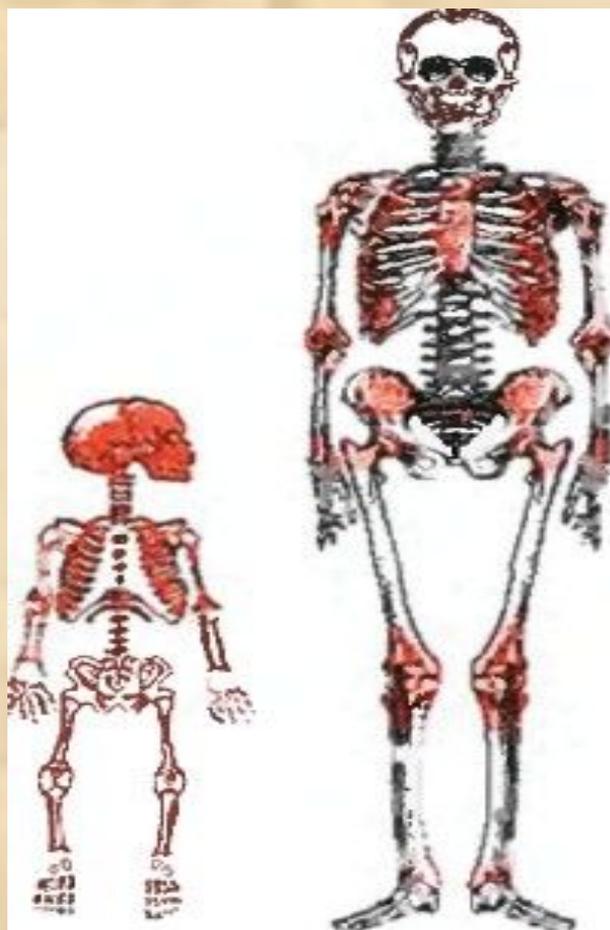
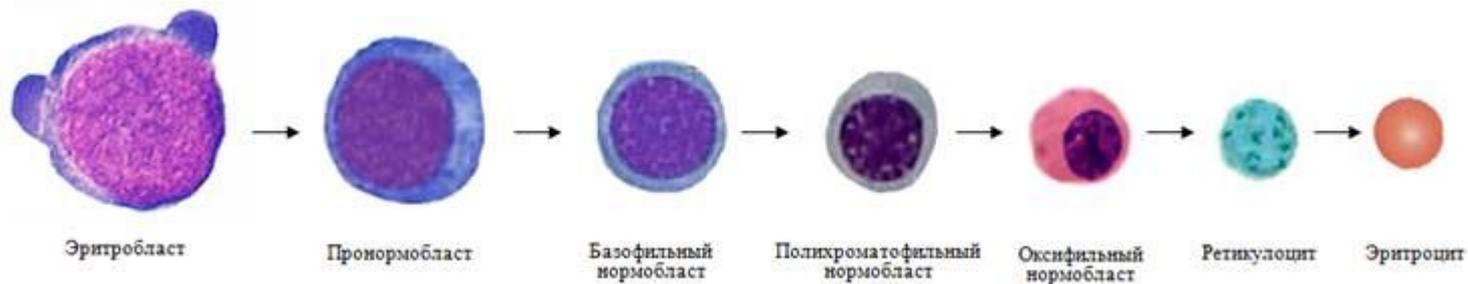
Базофил



Нейтрофил

Тромбоциты





Эритроциты, гранулоциты, моноциты и тромбоциты развиваются в красном костном мозге, который находится в плоских костях и метафизах трубчатых костей. Лимфоциты, кроме костного мозга, образуются в лимфатических узлах, селезенке, лимфоидной ткани кишечника и миндалин.

Количество образующихся форменных элементов крови точно соответствует количеству, разрушающихся, и общее их число остается удивительно постоянным, т.е. между образованием и разрушением клеток крови существует равновесие. Этот баланс регулируется нервными и гуморальными механизмами.

Еще в 80-х годах 19 века в лаборатории С.П. Боткина было показано, что при раздражении нервов, идущих к костному мозгу, у собак развивается эритроцитоз.

Раздражение симпатических нервов увеличивает число нейтрофилов в крови. Наряду с этим было доказано, что симпатическая иннервация стимулирует кроветворение, а парасимпатическая – тормозит.

На кроветворение влияют и эндокринные железы. Так, оно усиливается гормонами передней доли гипофиза (СТГ и АКТГ), надпочечников, щитовидной железы. Мужские половые гормоны стимулируют, а женские половые гормоны (эстрогены) тормозят эритропоэз, чем отчасти объясняется разное число эритроцитов у мужчин и женщин.

Нервные и эндокринные воздействия важны для кроветворения, но они действуют вероятно, не прямо, а за счет специфических посредников – гемопоэтинов, которые образно называют «гормонами кроветворения». Среди гемопоэтинов различают эритро-, лейко- и тромбопоэтины.

Возрастные особенности системы крови.

Количество крови в организме человека меняется с возрастом. У детей крови относительно массы тела больше, чем у взрослых. У новорожденных кровь составляет 14,7% массы, у детей одного года – 10,9%, у детей 14 лет – 7%. Это связано с более интенсивным протеканием обмена веществ в детском организме. Общее количество крови у новорожденных в среднем составляет 450-600 мл, у детей 1 года – 1,0-1,1 л, у детей 14 лет – 3,0-3,5 л, у взрослых людей массой 60-70 кг общее количество крови 5-5,5 л.

У детей с возрастом отмечается постепенное уменьшение миелоидной ткани в костном мозге и выявляется функциональная лабильность кроветворного аппарата. Сохраняется возможность возврата к мегалобластическому типу кроветворения.

У новорожденных и грудных детей более высокое относительное количество крови (15% и 14% массы тела соответственно). Снижение величины данного показателя до уровня взрослых происходит к 6-9 годам. Отмечается некоторое увеличение количества крови в период полового созревания. При старении происходит снижение относительной массы крови (до 67 мл/л).

Сравнительно высокий гематокрит (0,54) у новорожденных снижается до уровня взрослых к концу 1-го месяца, после чего снижается до 0,35 в грудном возрасте и в детстве (в 5 лет – 0,37, в 11-15 лет – 0,39), после чего его величина повышается и к концу пубертатного периода гематокрит достигает уровня взрослых (0,40-0,45).

У новорожденных содержание белков в крови равно 48-56 г/л. Увеличение их количества до уровня взрослых происходит к 3-4 годам. У детей младшего возраста характерны индивидуальные колебания количества белков в крови. Сравнительно низкий уровень белка объясняется недостаточной функцией печени (белкообразующей). В течение онтогенеза изменяется соотношение А/Г. В первые дни после рождения в крови больше глобулинов, особенно лямбда-глобулинов (из плазмы матери). Они затем быстро разрушаются. В первые месяцы содержание альбуминов снижено (37 г/л). Оно постепенно увеличивается и к 6 месяцам достигает 40 г/л, а к 3 годам достигает уровня взрослых. Высокое содержание лямбда-глобулинов в момент рождения объясняется способностью их проходить через плацентарный барьер. К старости происходит некоторое снижение концентрации белков и белкового коэффициента за счет снижения содержания альбуминов и повышения количества глобулинов.

- Низкий уровень белков в крови новорожденных обуславливает меньшее онкотическое давление крови по сравнению со взрослыми.
- У новорожденных детей рН и буферные основания крови снижены (декомпенсированный ацидоз в 1-й день, а затем – ацидоз компенсированный). К старости количество буферных оснований снижается (особенно бикарбонатов крови).
- Относительная плотность крови у новорожденных выше (1,060-1,080), чем у взрослых. Затем установившаяся относительная плотность крови в течение первых месяцев сохраняется на уровне взрослых.
- Вязкость крови новорожденных сравнительно высока (10,0-14,8), что в 2-3 раза выше, чем у взрослых (в основном за счет увеличения количества эритроцитов). К концу 1-го месяца вязкость уменьшается и остается на сравнительно постоянном уровне, не изменяясь к старости.

Количество эритроцитов у плода постепенно увеличивается, отмечается уменьшение их диаметра, объема и количества ядросодержащих клеток. У новорожденных интенсивность эритропоэза примерно в 5 раз выше, чем у взрослых. Количество эритроцитов у них в 1-й день повышено по сравнению со взрослыми и достигает $6-10 \times 10^{12}$ /л. На 2-3 день количество их снижается в результате их разрушения (физиологическая желтуха) и в течение 1-го месяца их содержание снижается до $4,7 \times 10^{12}$ /л. Для детей грудного возраста на протяжении 1-го полугодия характерно дальнейшее уменьшение количества эритроцитов, после чего происходит нарастание их количества до $4,2 \times 10^{12}$ /л. Начиная с 4-х лет отмечается уменьшение миелоидной ткани и в период полового созревания гемопоэз сохраняется в красном костном мозге губчатого вещества тел позвонков, ребер, грудины, костей голени и бедренных костей. При старении отмечается уменьшение общей массы красного костного мозга и его пролиферативной активности. Прослеживается тенденция к уменьшению количества эритроцитов и гемоглобина.

Функцию переносчика кислорода у эмбриона до 9-12 недель выполняет эмбриональный (примитивный) гемоглобин (HbP), который замещается фетальным гемоглобином (HbF) к 3-му месяцу внутриутробного развития. На 4-м месяце в крови плода появляется гемоглобин взрослых (HbA) и количество его до 8-ми месяцев не превышает 10%. У новорожденных еще сохраняется до 70% HbF и уже содержится 30% HbA. Количество Hb повышено (170-246 г/л), но, начиная с 1-х суток, его содержание постепенно снижается. У лиц пожилого и старческого возраста содержание Hb несколько снижается и колеблется в пределах нижней границы нормы зрелого возраста.

СОЭ у новорожденных ниже, чем у взрослых и равняется 1-2 мм/ч.

У новорожденных сразу после рождения количество лейкоцитов повышено и достигает $15 \times 10^{12}/л$ (лейкоцитоз новорожденных). Через 6 часов их количество повышается до $20 \times 10^{12}/л$, через 24 ч - $28 \times 10^{12}/л$, 48 ч - $19 \times 10^{12}/л$. Индекс регенерации повышен и отмечается сдвиг лейкоцитарной формулы влево. Наивысший подъем количества лейкоцитов отмечается на 2-е сутки. Затем их количество снижается и предельное падение кривой происходит на 5 сутки, а к 7 суткам количество их приближается к верхней границе нормы взрослых. У детей грудного возраста отмечается сравнительно низкая двигательная и фагоцитарная активность лейкоцитов. Картина белой крови у детей после 1-го года жизни характеризуется постепенным понижением абсолютного количества лейкоцитов, нарастанием относительного числа нейтрофилов при соответствующих понижении количества лимфоцитов. В лейкоцитарной формуле отмечаются 2 «перекреста» изменения лейкоцитов. Первый - в возрасте 3-7 дней (снижение процента нейтрофилов и возрастание процента лимфоцитов) и второй - в возрасте 4-6 лет (возрастание процента нейтрофилов и снижение процента лимфоцитов). К старости отмечается лейкопения (лейкопения старости) и эозинопения. Уменьшается функциональный резерв лейкопоэза в экстремальных условиях.

Количество тромбоцитов у новорожденных в первые часы после рождения колеблется в пределах $150-320 \times 10^9$ /л, что в среднем существенно не отличается от содержания их в крови взрослых. Затем следует некоторое снижение их количества (до $164-178 \times 10^9$ /л) к 7-9 дню, после чего к концу 2-й недели их содержание возрастает и остается практически без существенных изменений на уровне взрослых. Для детей 1-х дней жизни характерным является большое количество круглых и юных форм тромбоцитов, количество которых с возрастом уменьшается.

В крови плода до 16-20 недель отсутствуют фибриноген, протромбин и акцелерин, а поэтому она не свертывается. Фибриноген появляется на 4-5 месяце внутриутробной жизни, концентрация его при этом составляет 0,6 г/л. В этот период еще низкая активность фибринстабилизирующего фактора, но высокая активность гепарина (почти в 2 раза выше, чем у взрослых). Низкий уровень факторов свертывающей и антисвертывающей систем крови у плода объясняется незрелостью клеточных структур печени, осуществляющих их биосинтез. В крови новорожденных отмечается низкая концентрация ряда факторов (FII, FVII, FIX, FX, FXI, FXIII) свертывающей системы крови, антикоагулянтов и плазминогена, хотя соотношение их концентраций такое же, как и у взрослых. У детей первых дней жизни время свертывания крови снижена, особенно на 2-й день, после чего она постепенно повышается и достигает скорости свертывания крови у взрослых к концу подросткового периода. В периоды детства происходит постепенное повышение содержания прокоагулянтов и антикоагулянтов. При этом характерным является гетерохронность созревания отдельных звеньев (про- и антикоагулянтов) в данный постнатальный период. К 14-16 годам содержание и активность всех факторов, участвующих в свертывании крови и фибринолиза достигают уровня взрослых.

Формирование факторов, определяющих групповую принадлежность в онтогенезе происходит не одновременно. Агглютиногены А и В формируются к 2-3 месяцу претенатального периода, а агглютинины альфа и бетта – к моменту или же после рождения, что обуславливает низкую способность эритроцитов к агглютинации, которая достигает ее уровня у взрослых к 10-20 годам.

Агглютиногены системы Rh появляются у плода на 2-3 месяце, при этом активность Rh-антигена во внутриутробном периоде выше, чем у взрослых.

Состав крови:

← плазма (55%)

90% - вода

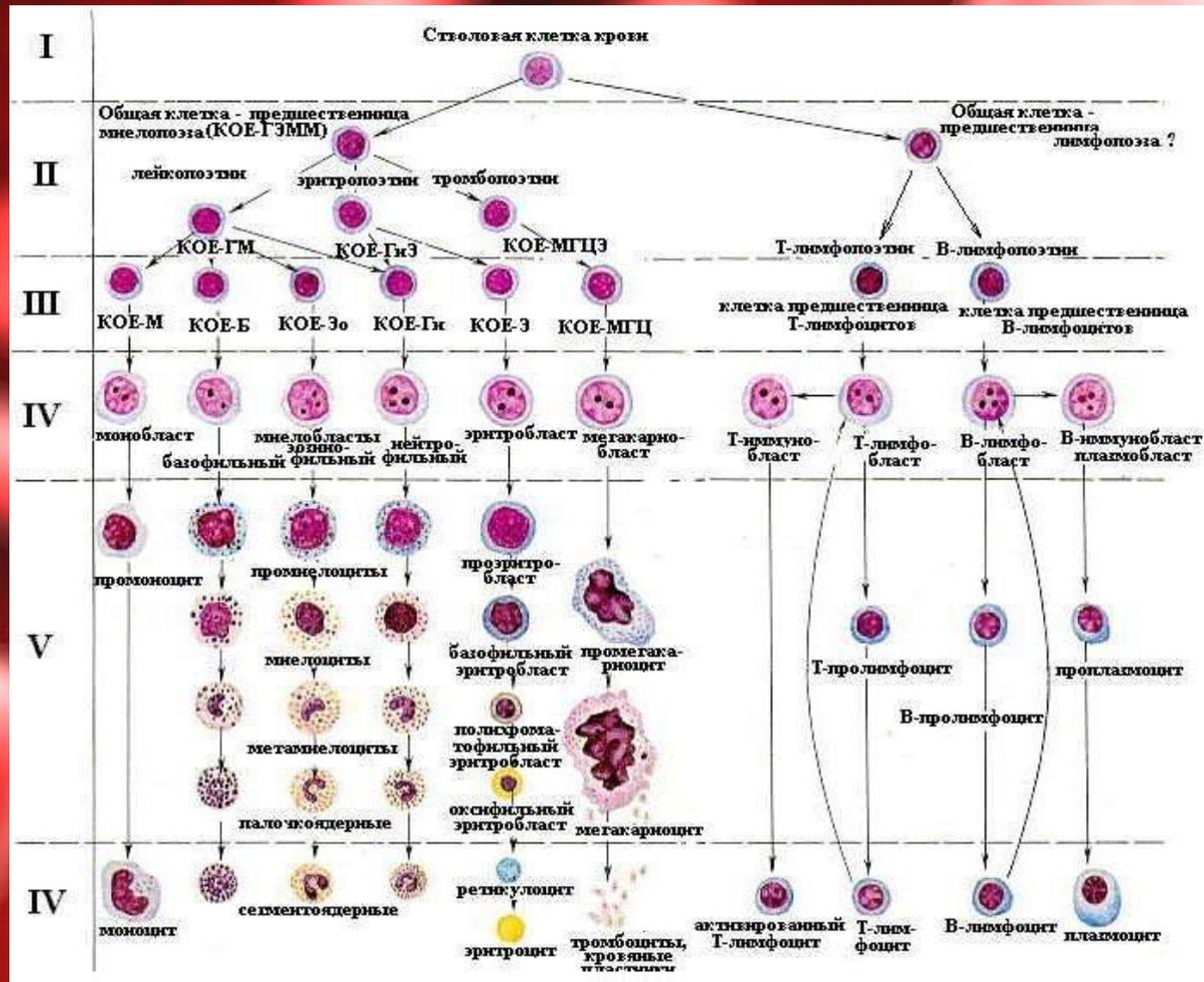
10% - соли; белки,
углеводы,
жиры,
витамины,
гормоны

→ форменные элементы (45%)

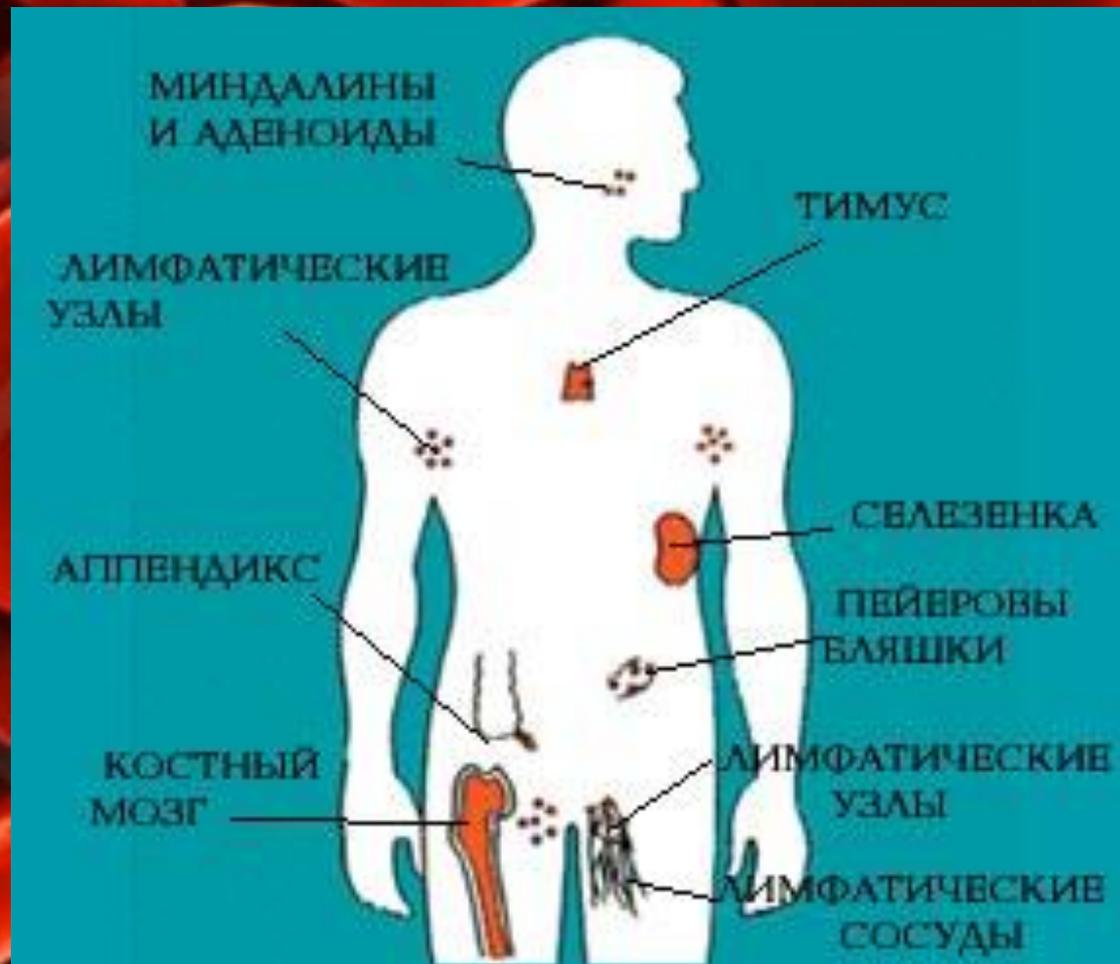
← эритроциты

↓ тромбоциты

→ лейкоциты



Гемопозэз



Органы кроветворения



Показатель	Единица	Единица СИ
Гемоглобин	Мужчины — 13—17,5 г%	130—170 г/л (2,02—2,71 ммоль/л)
	Женщины — 12—16 г%	120—160 г/л (1,86—2,48 ммоль/л)
Эритроциты (в 1 мкл крови)	Мужчины — 4—5,6 млн	$4 \cdot 10^{12}$ — $5,6 \cdot 10^{12}$ /л
	Женщины — 3,4—5 млн	$3,4 \cdot 10^{12}$ — $5,0 \cdot 10^{12}$ /л
Цветовой показатель	0,86—1,10	0,86—1,10

ЭРИТРОЦИТЫ

- В 1 мм^3 крови здорового человека содержится от 3,9 до 5,0 млн. эритроцитов.

Размеры эритроцитов:

- Средний диаметр 7 — 8 мкм, толщина — 2 мкм, объём — 88 мкм^3 .

Эритроциты и сосуды:

- наименьший диаметр капилляра в 50 раз тоньше человеческого волоса и равен 8 микрон (0,008 мм),
- наименьший диаметр эритроцита — 7 микрон (0,007 мм).

Таблица 1

ПРЕДЕЛЫ НОРМАЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ ЛЕЙКОЦИТОВ
В КРОВИ

Содержание лейкоцитов	Виды лейкоцитов								
	эози- нофи- лы	базо- филы	нейтрофилы				лимфо- циты	моно- циты	плаз- моци- ты
			миело- циты	юные	палоч- ко- ядер- ные	сег- менто- ядер- ные			
В процентах	2—4	0—1	0	0	2—5	55—67	20—35	4—8	0—0,5
В абсолютных числах	100— 320	0—80	0	0	100— 400	2750— 5360	1000— 2800	200— 640	0—40

Показатели	Возраст						
	1 день	1 месяц	6 месяцев	1 год	1-6 лет	7-12 лет	13-15 лет
Гемоглобин, г/л	180-240	115-175	110-140	110-135	110-140	110-145	115-150
Эритроциты, $\times 10^{12}/л$	4,3-7,6	3,8-5,6	3,5-4,8	3,6-4,9	3,5-4,5	3,5-4,7	3,6-5,1
Ретикулоциты, %	30-51	3-15	3-15	3-15	3-12	3-12	3-12
Тромбоциты, $\times 10^9/л$	180-490	180-400	180-400	180-400	160-390	160-380	160-360
СОЭ, мм/ч	2-4	4-8	4-10	4-12	4-12	4-12	4-15
Лейкоциты, $\times 10^9/л$	8,5-24,5	6,5-13,5	5,5-12,5	6,0-12,0	5-12	4,5-10	4,3-9,5
Лейкоцитарная формула, %							
Нейтрофилы	1-17	0,5-4	0,5-4	0,5-4	0,5-5	0,5-5	0,5-6
Палочкоядерные, %							
Нейтрофилы	45-80	15-45	15-45	15-45	25-60	35-65	40-65
Сегментоядерные, %							
Эозинофилы, %	0,5-6	0,5-7	0,5-7	0,5-7	0,5-7	0,5-7	0,5-6
Базофилы, %	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1
Лимфоциты, %	12-36	40-76	42-74	38-72	26-60	24-54	22-50
Моноциты, %	2-12	2-12	2-12	2-12	2-10	2-10	2-10

Показатель	Единицы измерения	Данные исследования	Норма для собак	Норма для кошек
Гемоглобин (Hb)	г/л	97	110 - 190	93 - 153
Эритроциты (RBC)	млн./мкЛМ	5,7	5,5 - 8,5	4,6 - 10,0
Цветовой показатель		0,50	0,75 - 1,05	0,65 - 0,9
Среднее содержимое Hb в RBC	Пг	27	21 - 27	14 - 19
Гематокрит (Ht)	%	21	39 - 56	28 - 49
Тромбоциты (Pl)	$\times 10^9/\text{лМ}$	291	117 - 460	100 - 514
Лейкоциты (WBC)	тыс./мкл	7,9	6,0 - 17,0	5,5 - 19,5
СОЭ	мм./час	4	2 - 8	2 - 12
Дифференциальная картина крови				
Миелоциты (Me)	%		нет	нет
Миелоциты (юные)	%		нет	нет
Палочкоядерные	%	2	3 - 4	2 - 5
Сегментоядерные	%	59	55 - 70	48 - 72
Базофилы	%		нет	нет
Эозинофилы	%	3	до 5	до 7
Лимфоциты	%	29	13 - 32	22 - 30
Моноциты	%	7	0 - 3	1 - 5

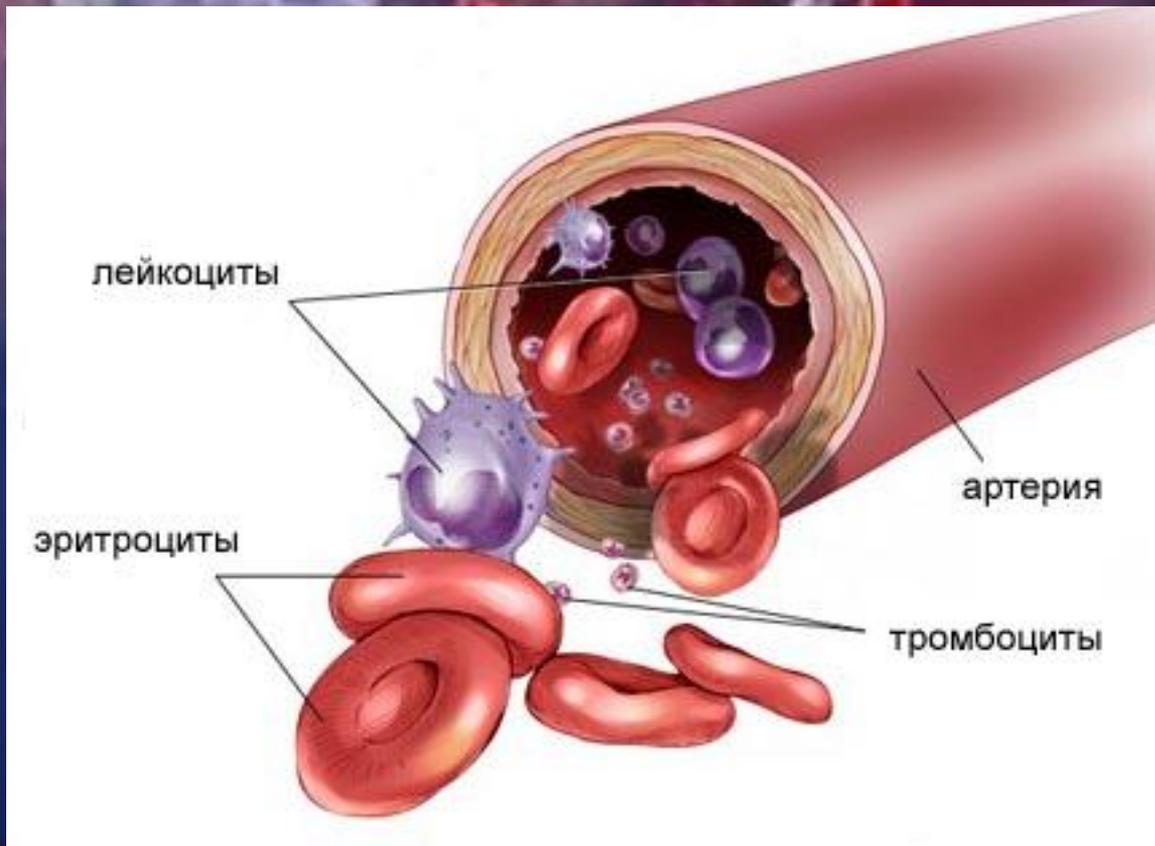
Морфологические изменения клеток эритроцитов

Морфологические изменения клеток лейкоцитов

Общий анализ крови (норма)

Показатель	Взрослые женщины	Взрослые мужчины
Гемоглобин	120—140 г/л	130—160 г/л
Эритроциты	$3,7—4,7 \times 10^{12}$	$4—5,1 \times 10^{12}$
Цветовой показатель	0,85—1,15	0,85—1,15
Ретикулоциты	0,2—1,2%	0,2—1,2%
Тромбоциты	$180—320 \times 10^9$	$180—320 \times 10^9$
СОЭ	2—15 мм/ч	1—10 мм/ч
Лейкоциты	$4—9 \times 10^9$	$4—9 \times 10^9$
Палочкоядерные	1—6%	1—6%
Сегментоядерные	47—72%	47—72%
Эозинофилы	0—5%	0—5%
Базофилы	0—1%	0—1%
Лимфоциты	18—40%	18—40%
Моноциты	2—9%	2—9%

Наименование	Единица измерения	Норма
Глюкоза	Ммоль/л	3,3-6,3
Белок	г/л	54-77
Альбумин	г/л	25-37
Холестерин	Ммоль/л	1,6-3,7
Билирубин общий	Мкмоль/л	3,0-12,0
Билирубин прямой	Мкмоль/л	0-5,5
Аланинаминотрансфераза	Ед./л	19-79
Аспартатаминотрансфераза	Ед./л	9-29
Лактатдегидрогеназа	Ед./л	55-155
Щелочная фосфатаза	Ед./л	39-55
Гамма-глутамилтрансфераза	Ед./л	5-50
а-Амилаза	Ед/л	580-1720
Мочевина	Ммоль/л	2,0-8,0
Креатинин	Мкмоль/л	70-165
Фосфор неорганический	Ммоль/л	0,7-1,8
Кальций	Ммоль/л	2,0-2,7
Магний	Ммоль/л	0,72-1,2
Креатинфосфокиназа	Ед./л	150-798
Триглицериды	Ммоль/л	0,38-1,1
Электролиты:		
Калий (K ⁺)	Ммоль/л	4,1-5,4
Натрий (Na ⁺)	Ммоль/л	143-165
Кальций	Ммоль/л	2,0-2,7
Железо	Ммоль/л	20-30
Хлор	Ммоль/л	107-122
Фосфор	Ммоль/л	1,1-2,3



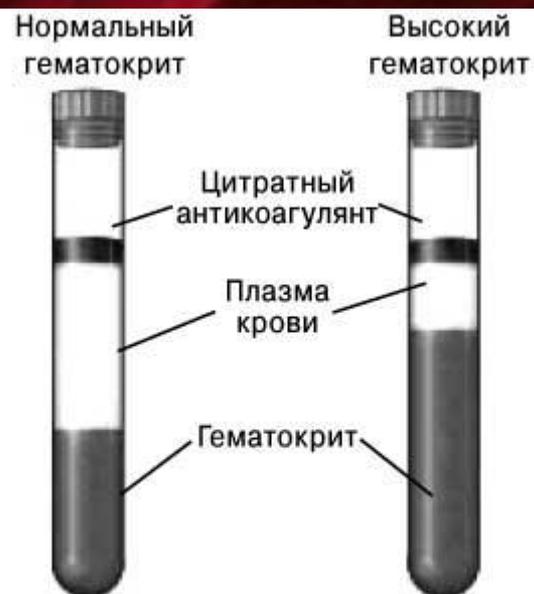
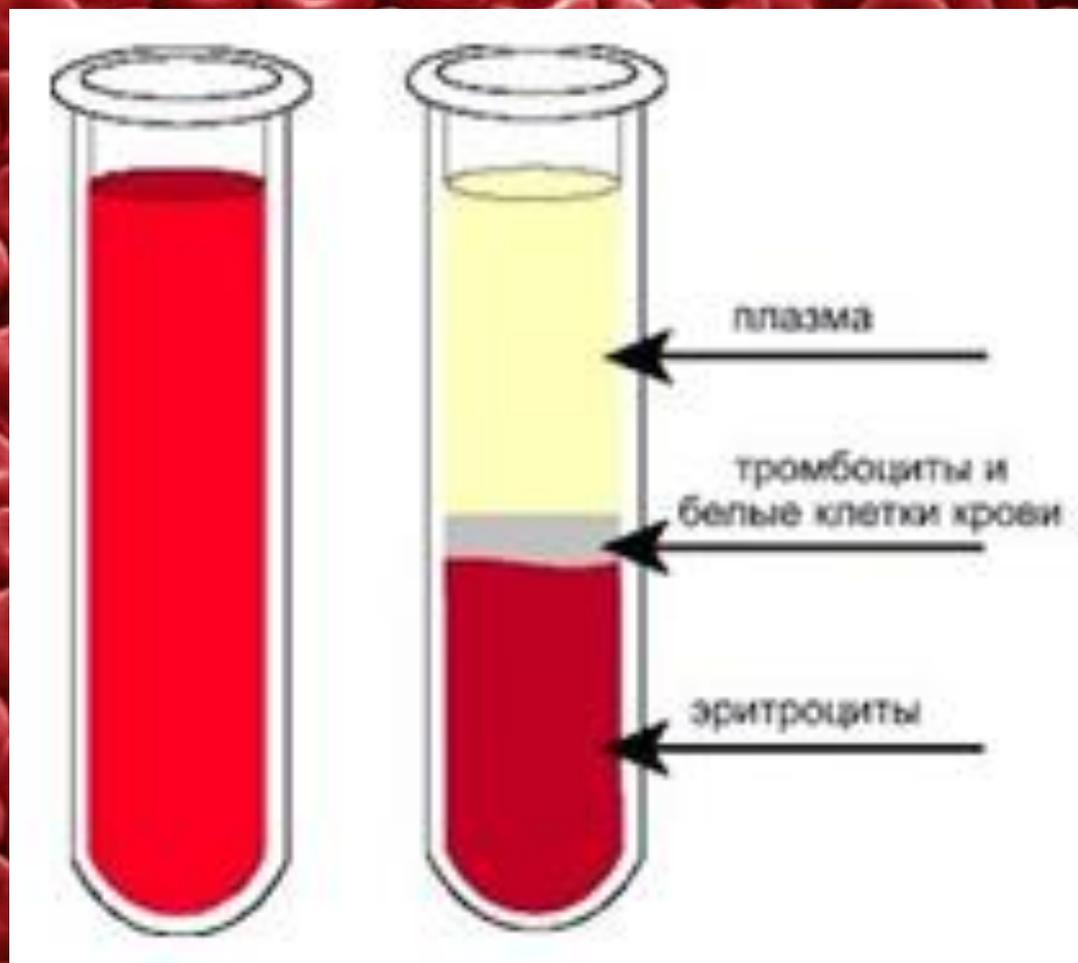
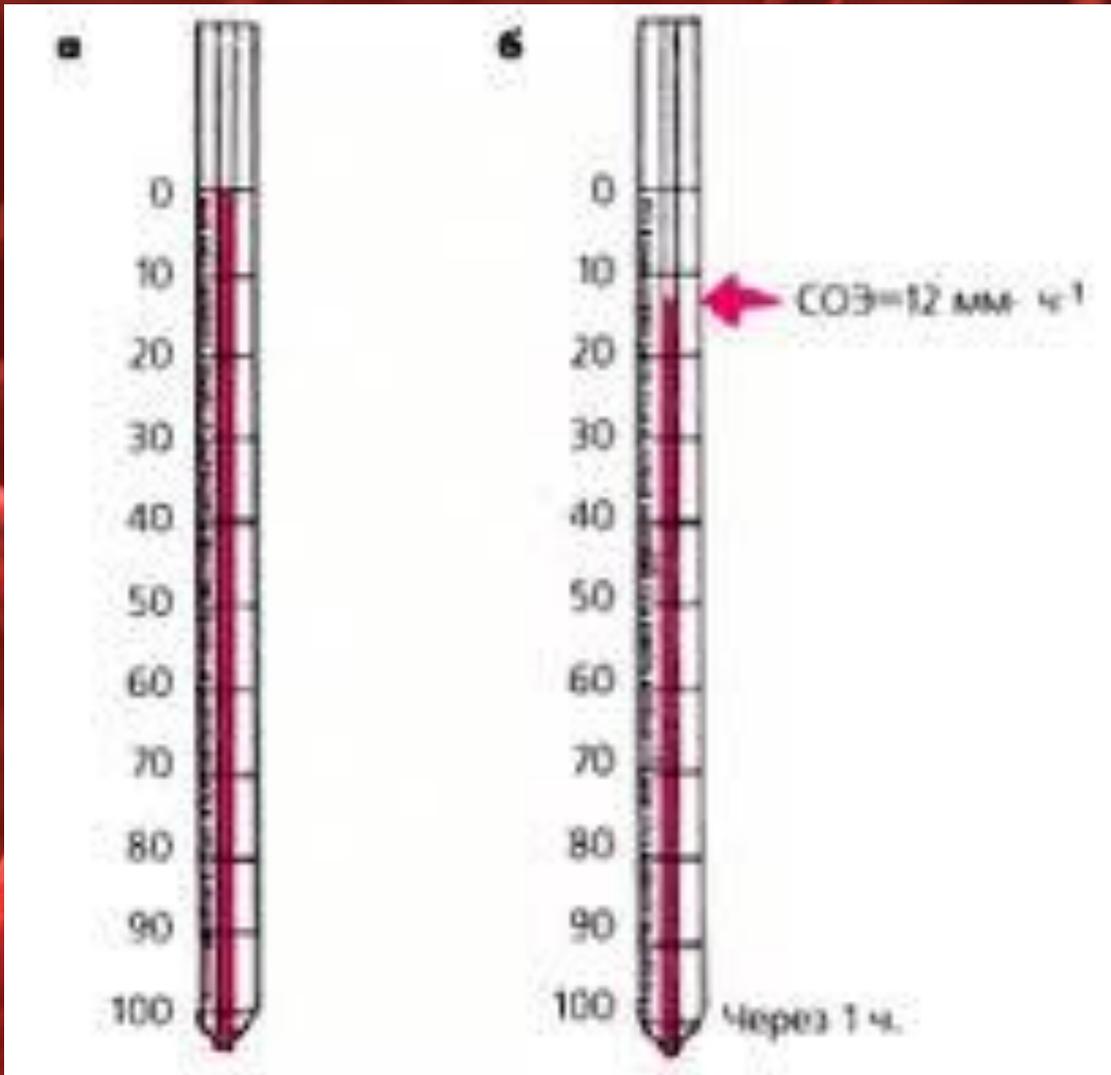
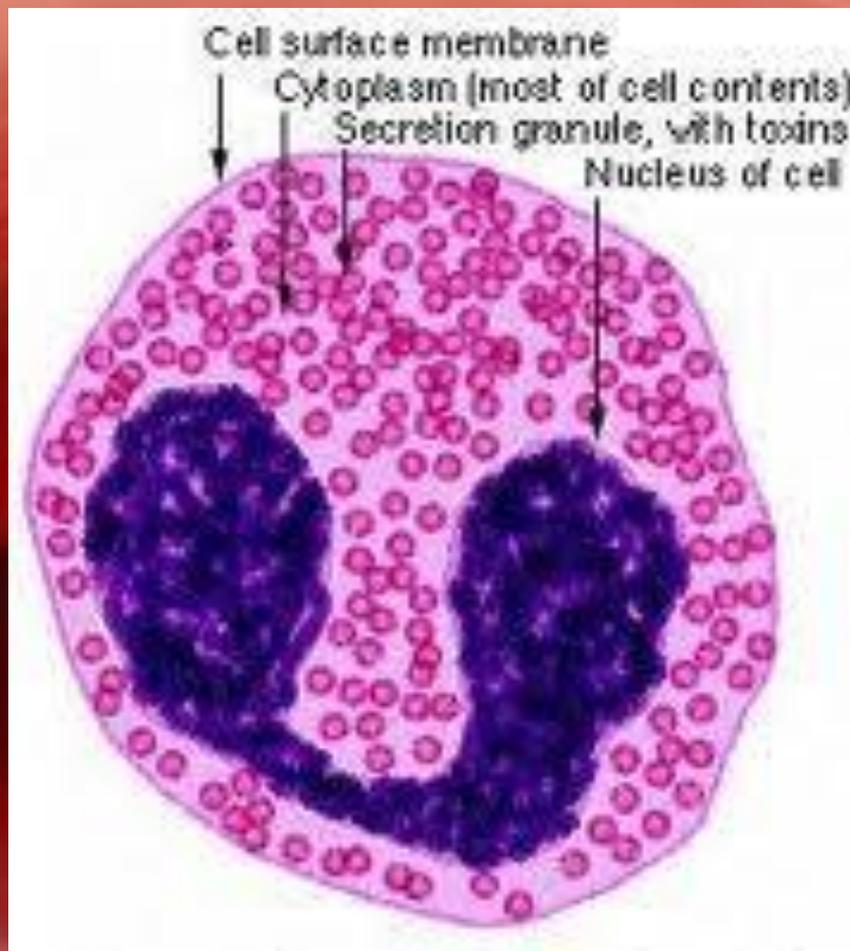


Рис. 3. Схематическое изображение влияния гематокрита на относительный объем цитратного антикоагулянта в пробирке для забора крови.

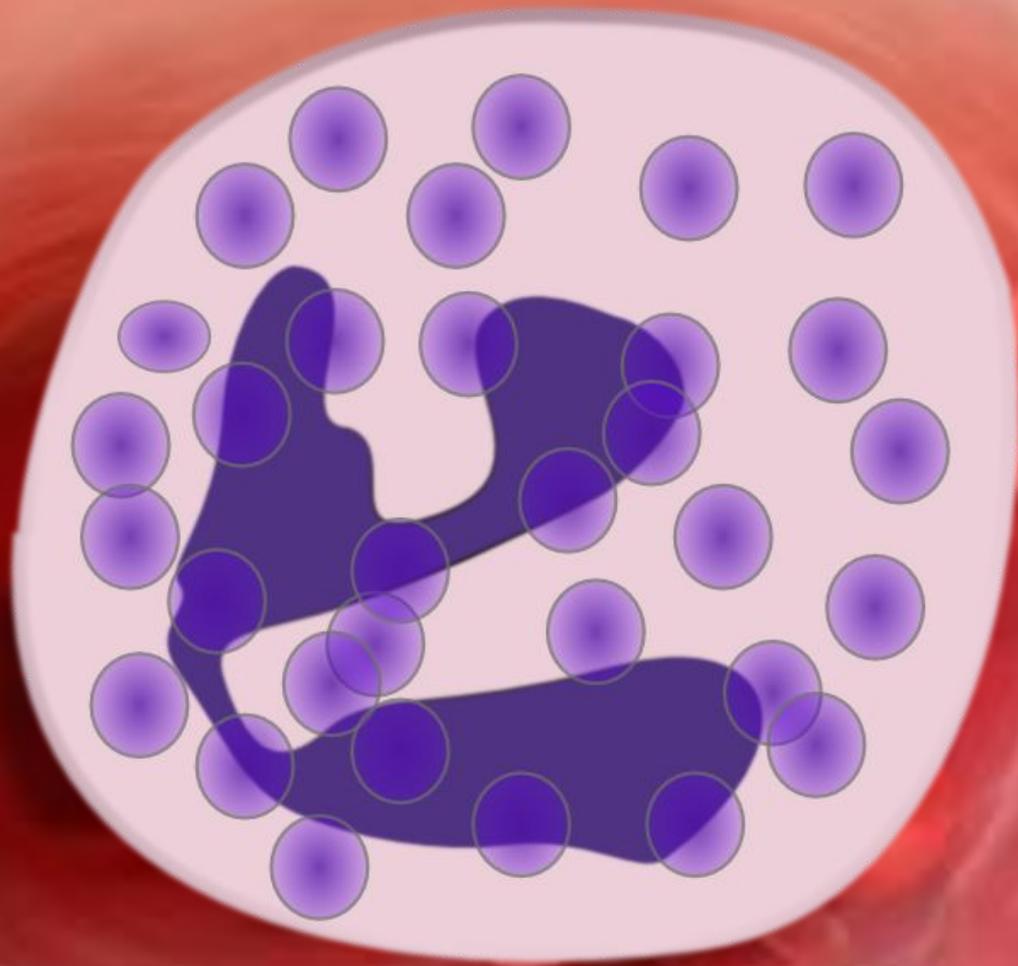




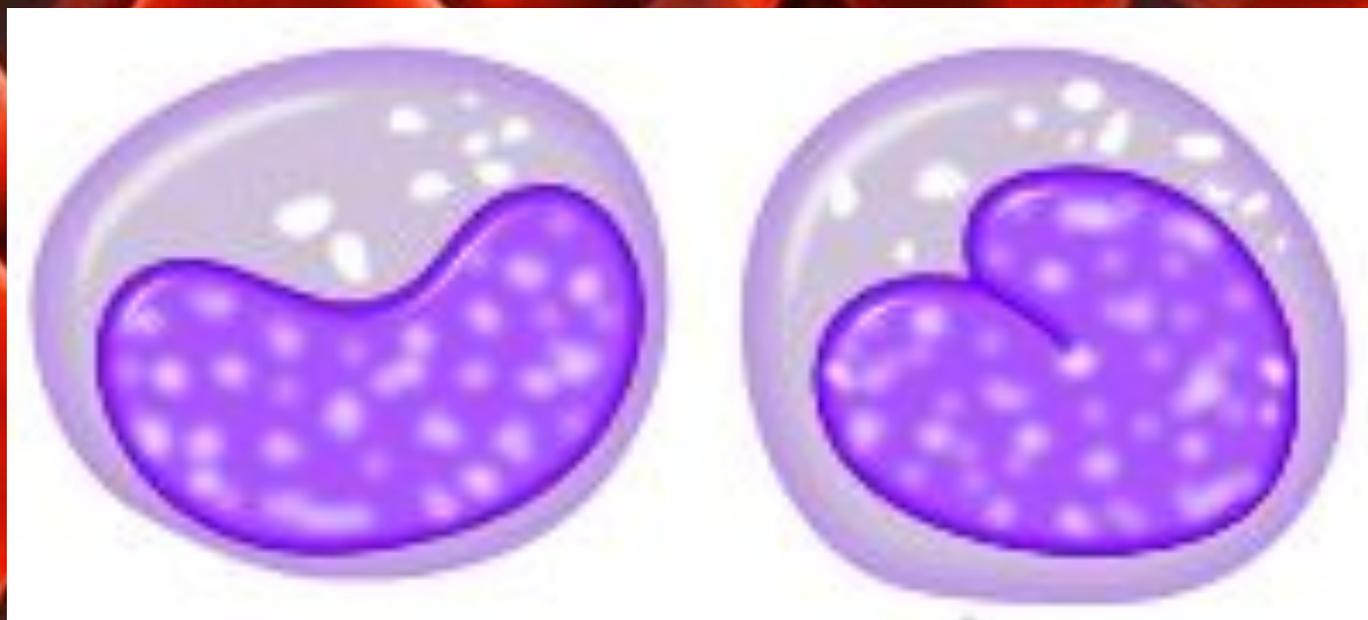




Эозинофил



Нейтрофил



Моноциты

Лейкоциты (WBC)

Гранулоциты



CD45
CD33
CD15
CD16

Лимфоциты



CD45 bright
CD14 -

Моноциты



CD45
CD14
HLA-DR

В-лимфоциты



CD19
CD20
HLA-DR

Т-лимфоциты



CD3
CD2
CD4/CD8

NK-клетки



CD16
CD56
CD3 -

Т-хелперы



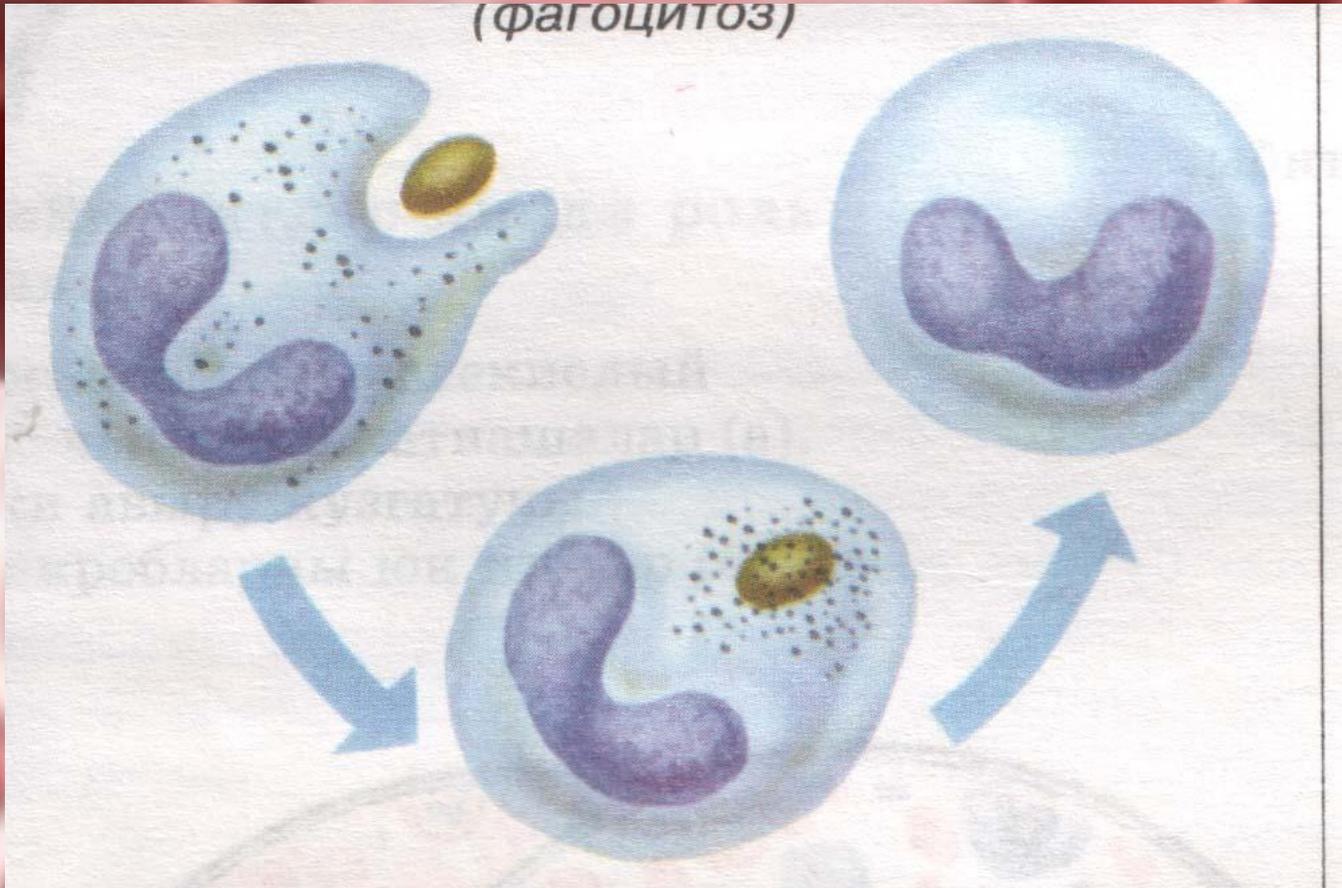
CD3
CD4

цитотоксические Т-лимфоциты



CD3
CD8

(фагоцитоз)

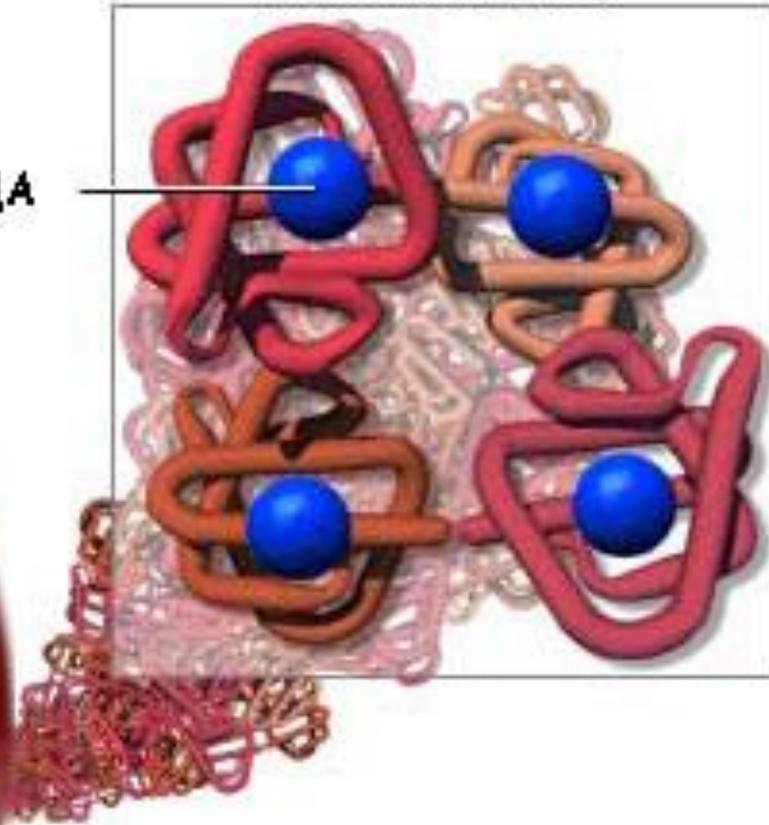


Фагоцитоз

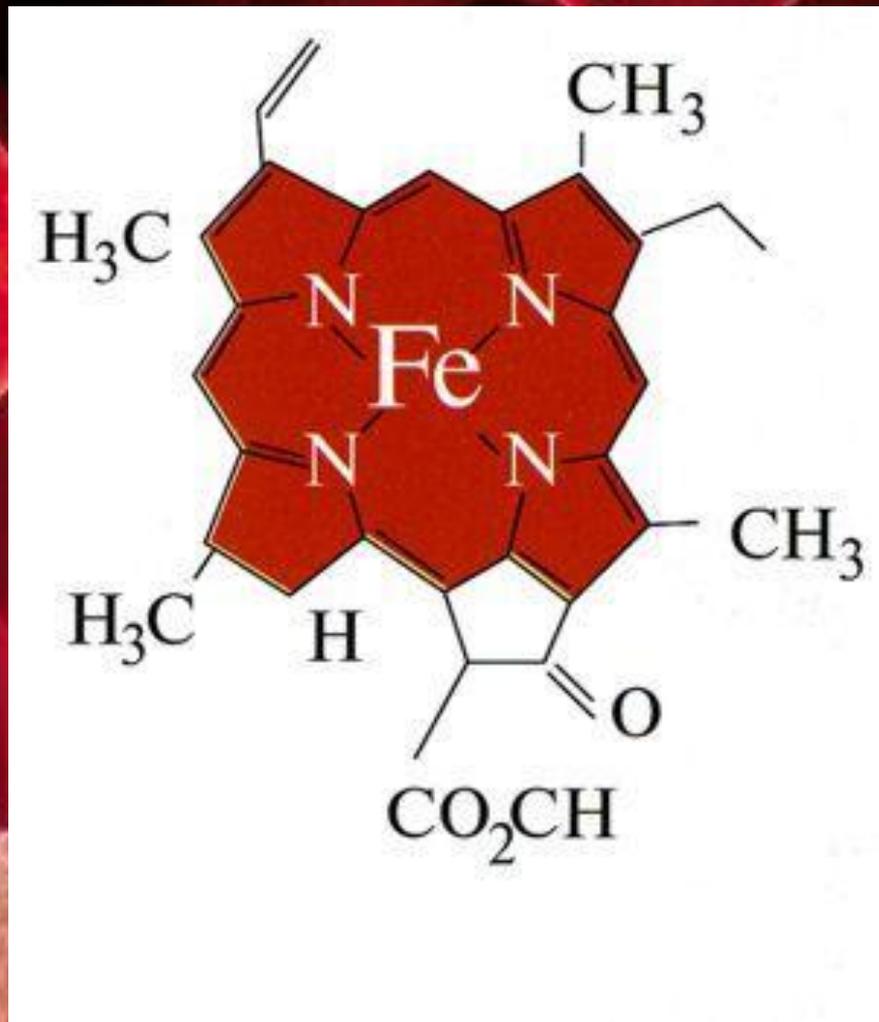
ГЕМОГЛОБИН

МОЛЕКУЛА КИСЛОРОДА

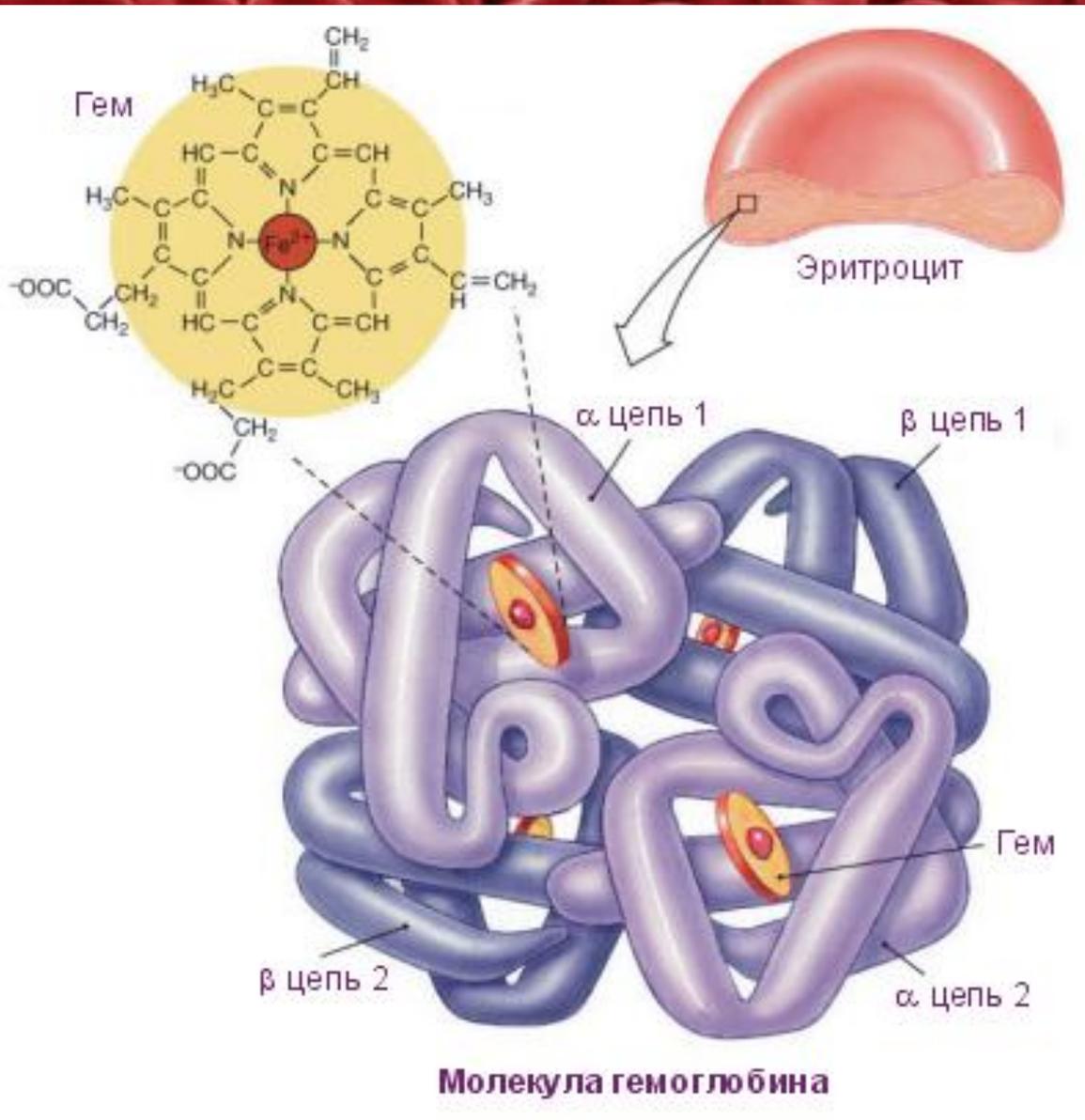
ЭРИТРОЦИТ



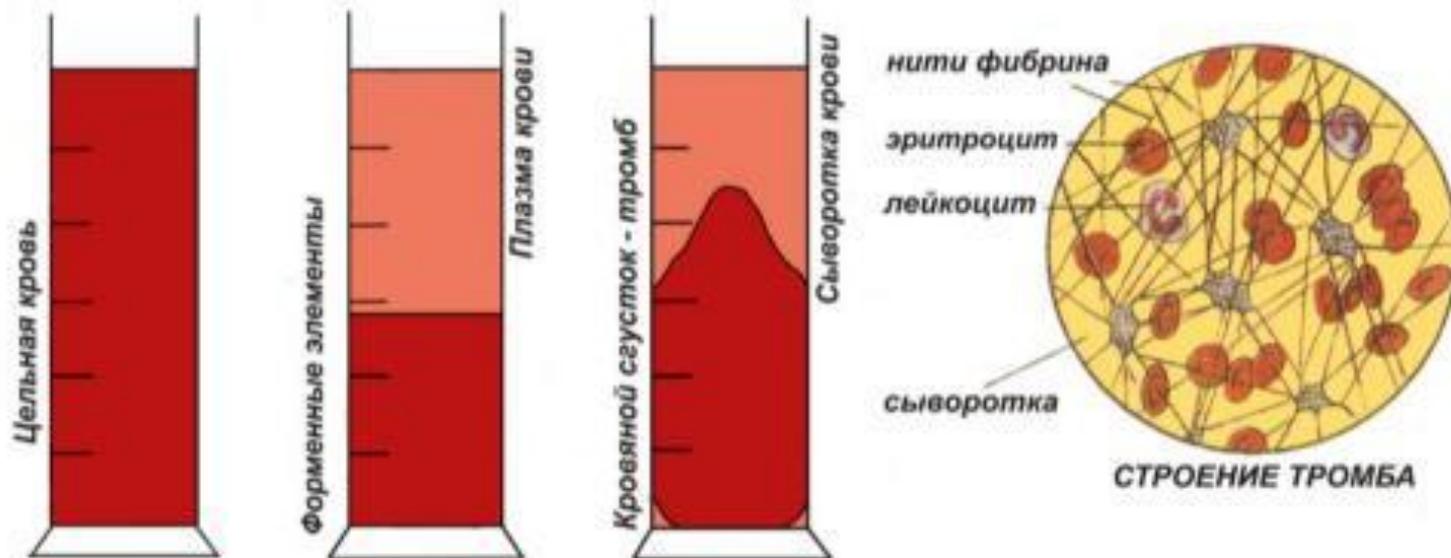
**ГЕМОГЛОБИН ПЕРЕНОСИТ
КИСЛОРОД ПО ТЕЛУ**

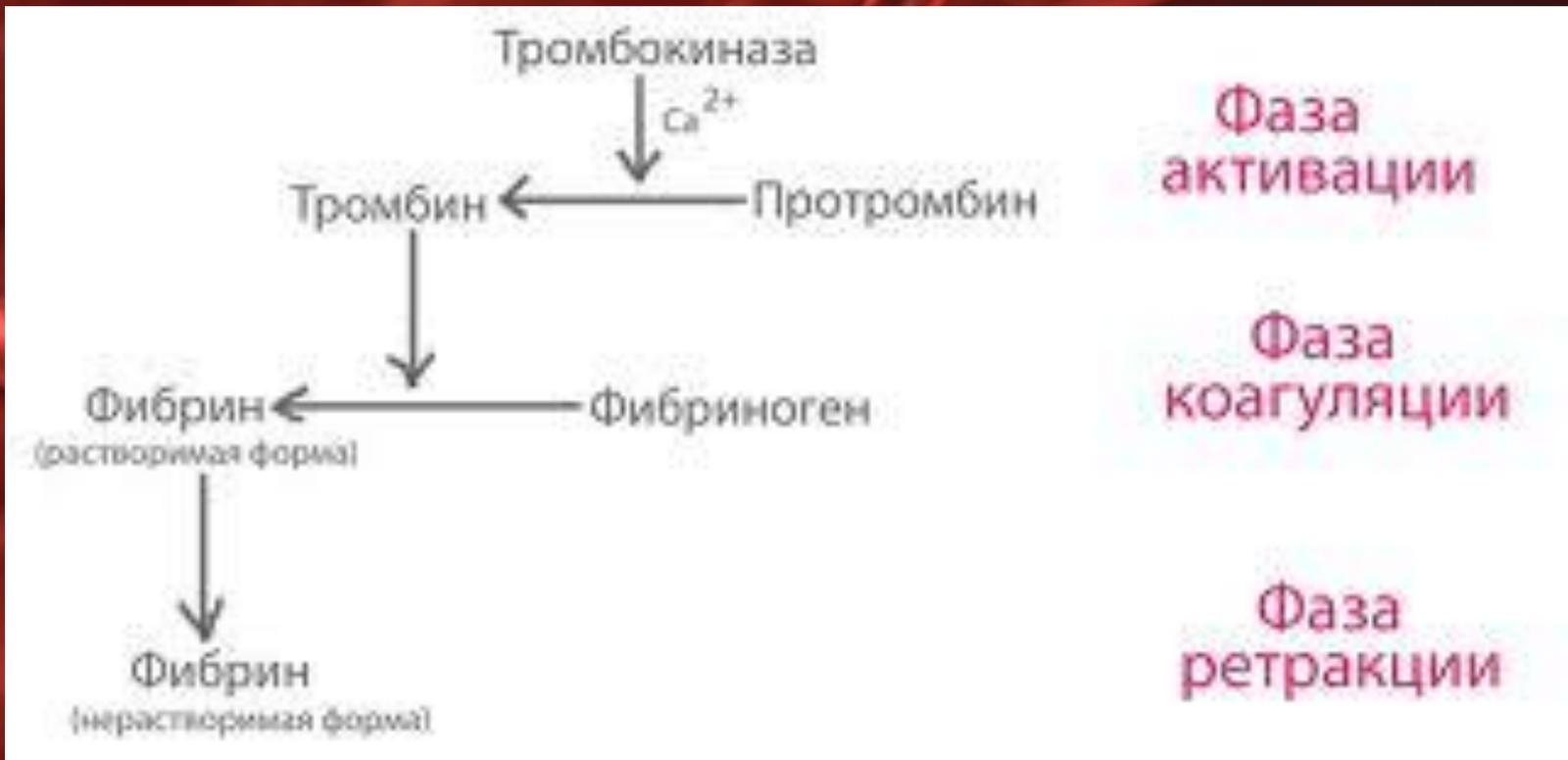


Гем эритроцита



ОБРАЗОВАНИЕ КРОВЯНОГО СГУСТКА





Стадии свертывания крови

Группа крови Резус фактор	I	II	III	IV
	00	A0(AA)	B0 (BB)	AB
	43%	37%	13%	7%
Резус- положительный	I Резус- положительный	II Резус- положительный	III Резус- положительный	IV Резус- положительный
Rh –	00 Rh –	A0(AA) Rh –	B0 (BB) Rh –	AB Rh –
85,0%	36,55%	31,45%	11,05%	5,95%
Резус- отрицательный	I Резус- отрицательный	II Резус- отрицательный	III Резус- отрицательный	IV Резус- отрицательный
rh rh	00 rh rh	A0(AA) rh rh	B0 (BB) rh rh	AB rh rh
15,0%	6,45%	5,55%	1,95%	1,05%

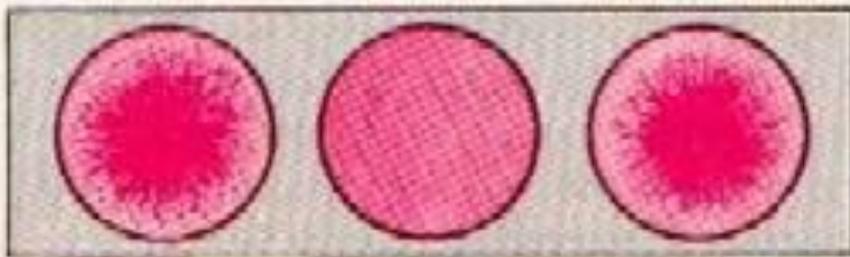
ОТЕЦ	МАТЬ	РЕБЕНОК
0 (I)	0 (I)	0 (I)
	A (II)	0 (I) или A (II)
	B (III)	0 (I) или B (III)
	AB (IV)	A (II) или B (III)
A (II)	0 (I)	0 (I) или A (II)
	A (II)	0 (I) или A (II)
	B (III)	любая (0, A, B, AB)
	AB (IV)	A (II), B (III), AB (IV)
B (III)	0 (I)	0 (I) или B (III)
	A (II)	любая (0, A, B, AB)
	B (III)	0 (I) или B (III)
	AB (IV)	A (II), B (III), AB (IV)
AB (IV)	0 (I)	A (II) или B (III)
	A (II)	A (II), B (III), AB (IV)
	B (III)	A (II), B (III), AB (IV)
	AB (IV)	A (II), B (III), AB (IV)

Сыворотка
анти-В

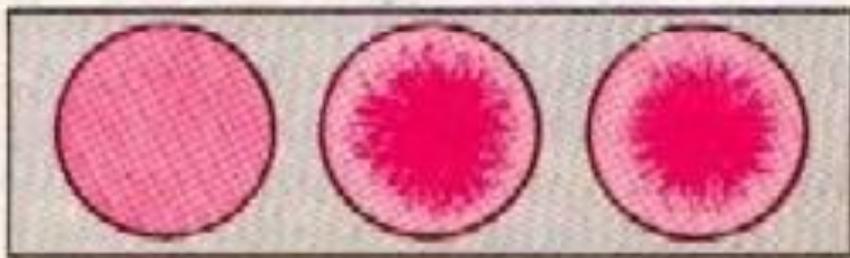
Сыворотка
анти-А

Сыворотка
анти-А-анти-В

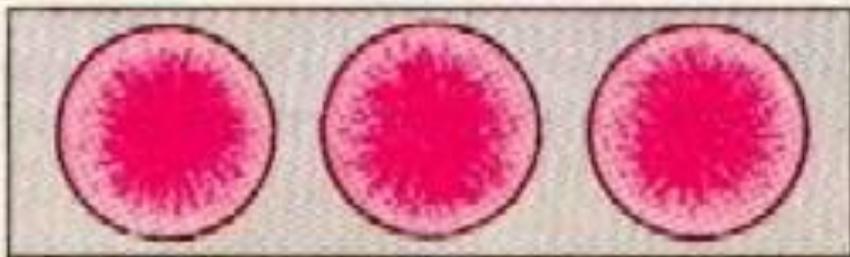
Заключение:
группа крови



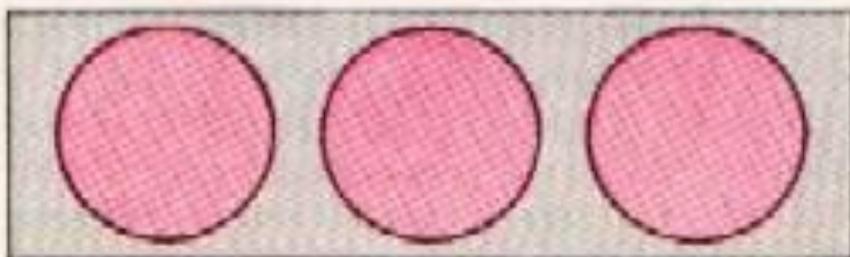
В



А



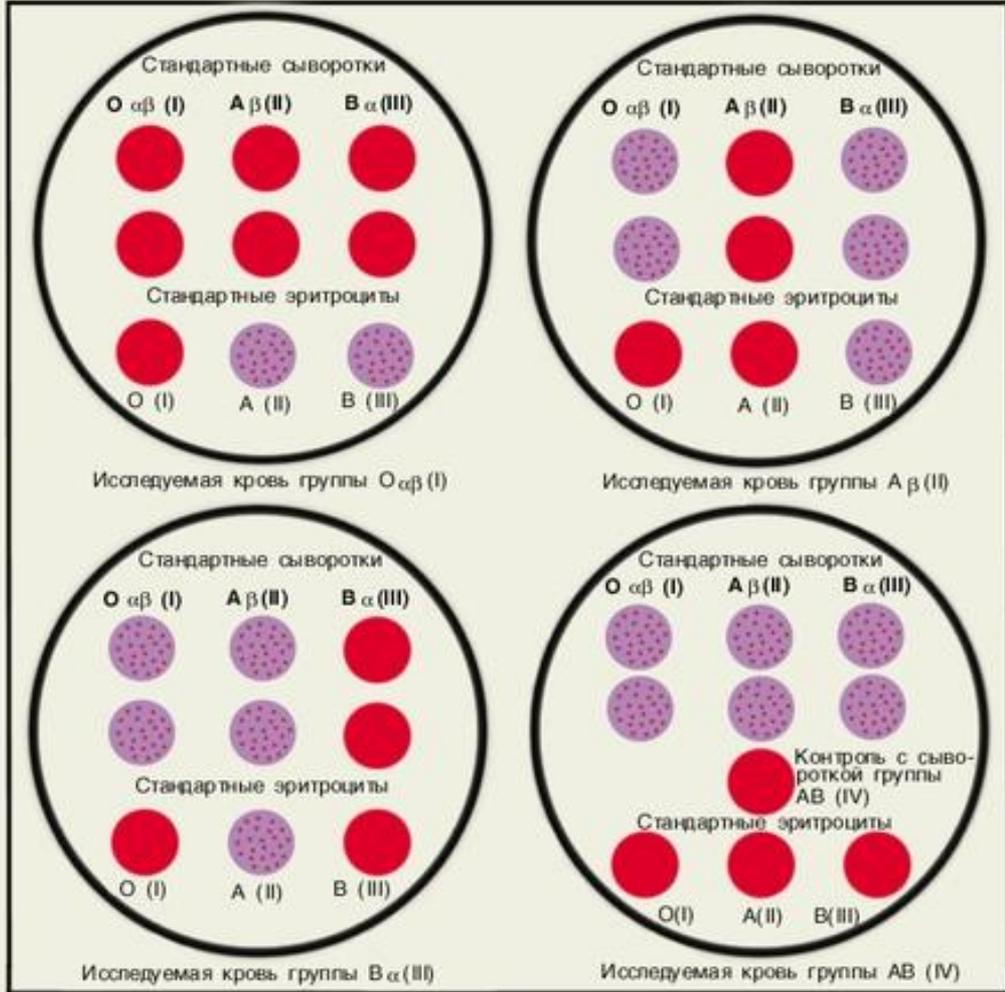
АВ



О

Результат реакции со стандартными сыворотками группы:			Исследуемая кровь принадлежит к группе:
O αβ (I)	A β (II)	B α (III)	
			O (I)
			
			A (II)
			
			B (III)
			
			AB (IV)
			
Контроль с сывороткой группы AB (IV)			

1



2



Реакция отрицательная



Реакция положительная

Группа крови отца

I (0)

II (A)

III (B)

IV (AB)

Группа крови матери

I (0)

II (A)

III (B)

IV (AB)

I (0)

II (A)
I (0)

III (B)
I (0)

II (A)
III (B)

II (A)
I (0)

II (A)
I (0)

любая

II (A), III (B)
IV (AB)

III (B)
I (0)

любая

III (B)
I (0)

II (A), III (B)
IV (AB)

II (A)
III (B)

II (A), III (B)
IV (AB)

II (A), III (B)
IV (AB)

II (A), III (B)
IV (AB)

Группа крови ребенка



• Благодарю за Ваше
внимание!!!