

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.

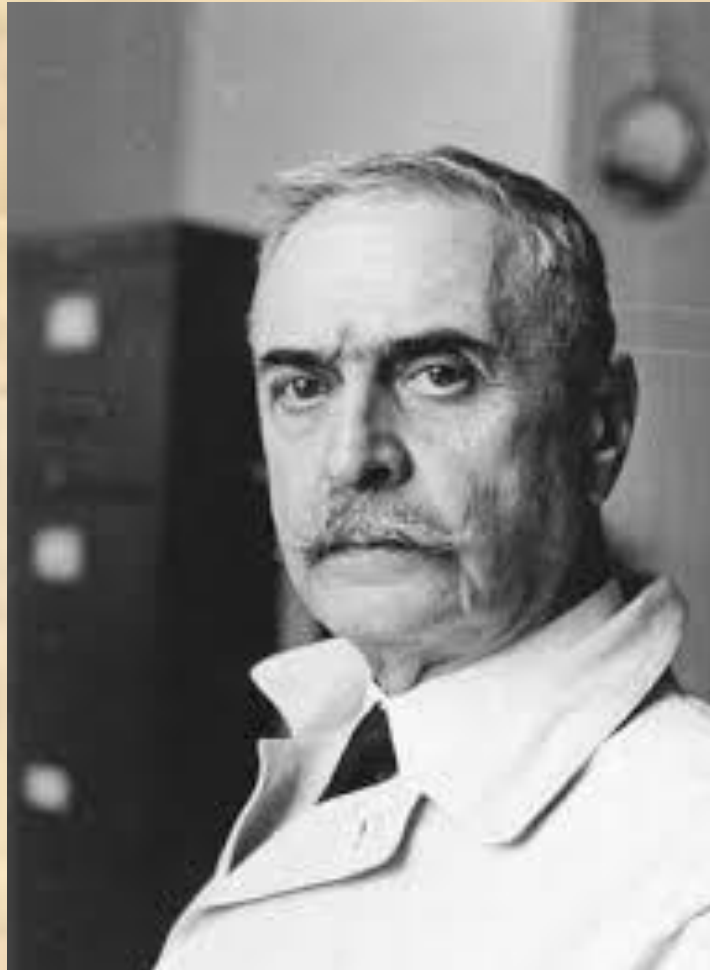


**Александр Александрович
Шмидт (1831—1894) - физиолог, доктор
медицины, профессор.**

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) – $A\beta$, III (B) – $B\alpha$ 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. Своё 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.

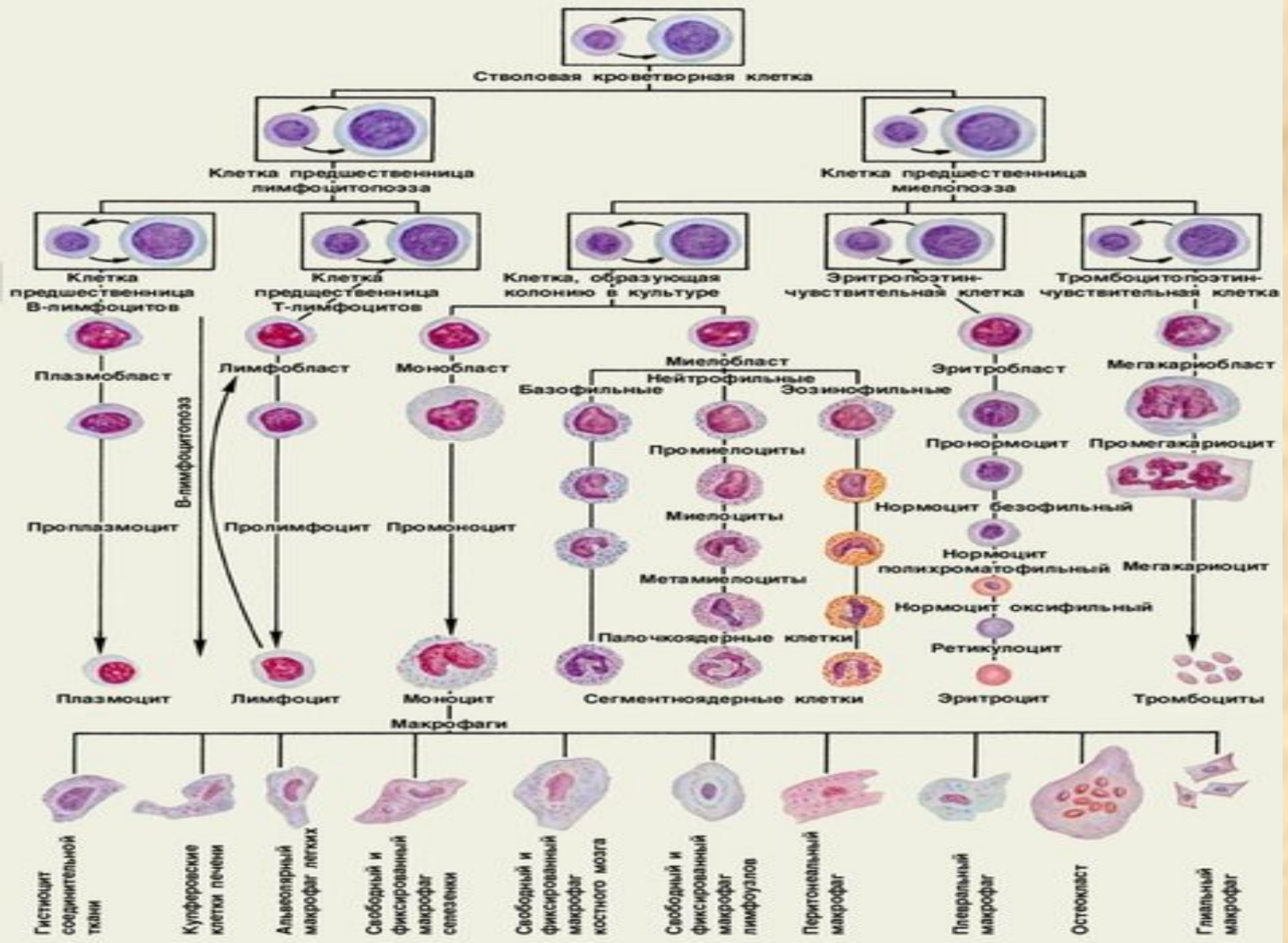
Свойства тромбоцитов заключается их в способности:

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

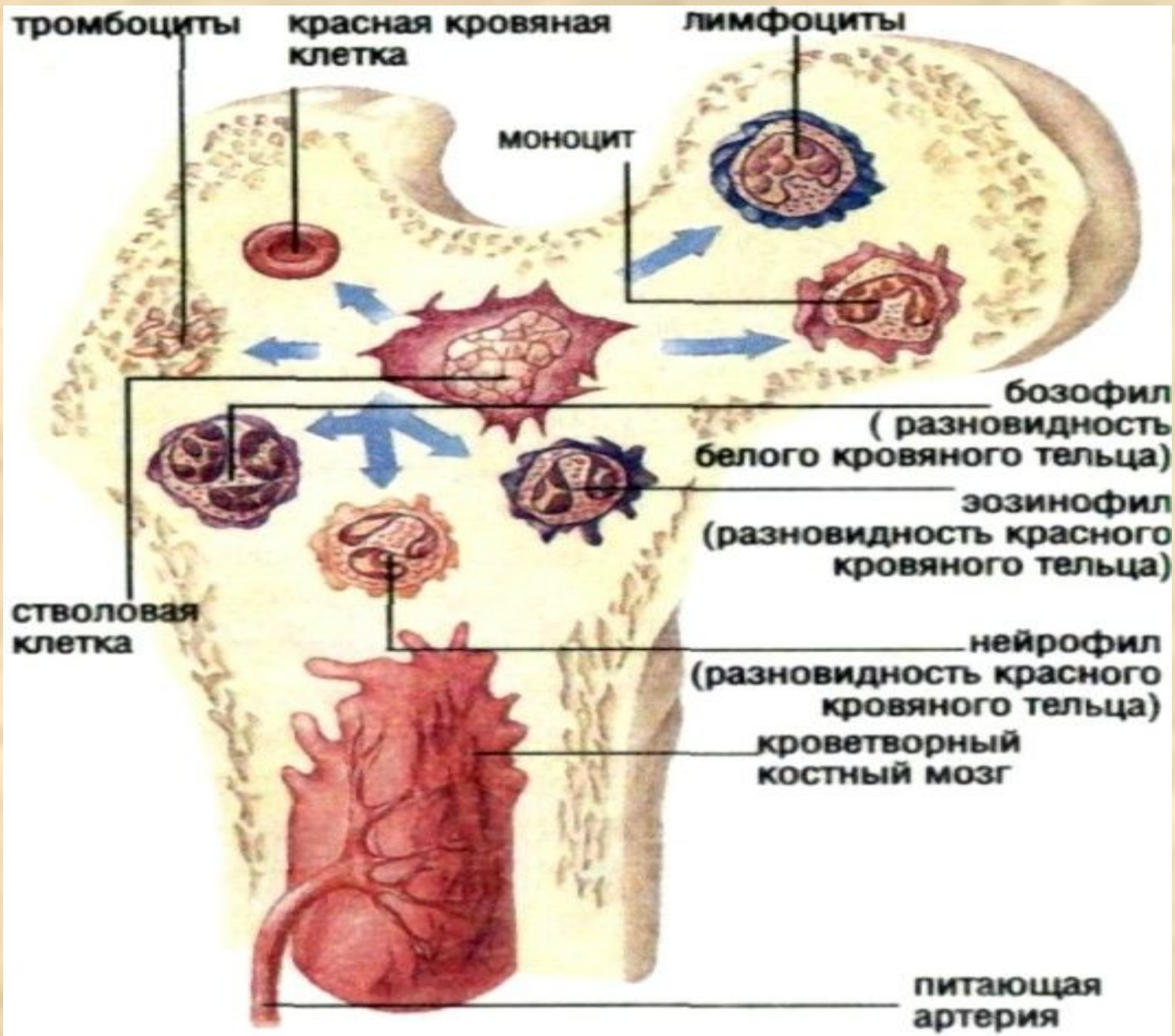
Функции тромбоцитов:

- **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



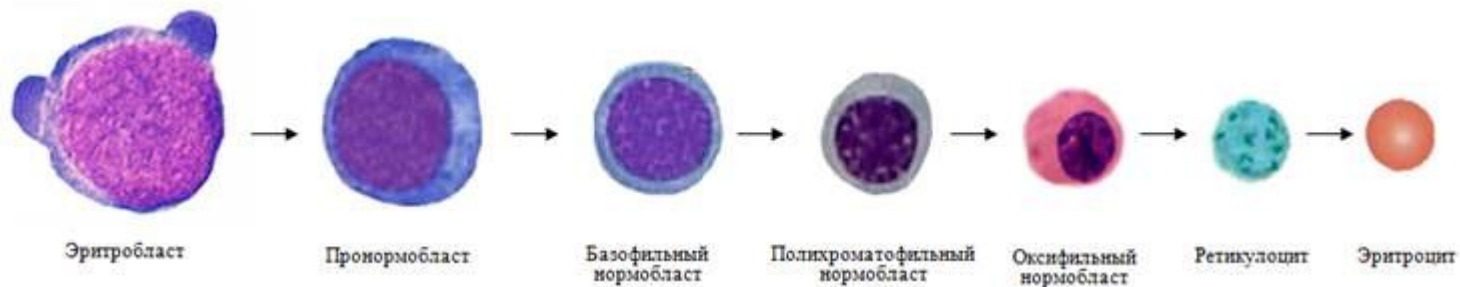
Базофил



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 (белокообразующей). 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

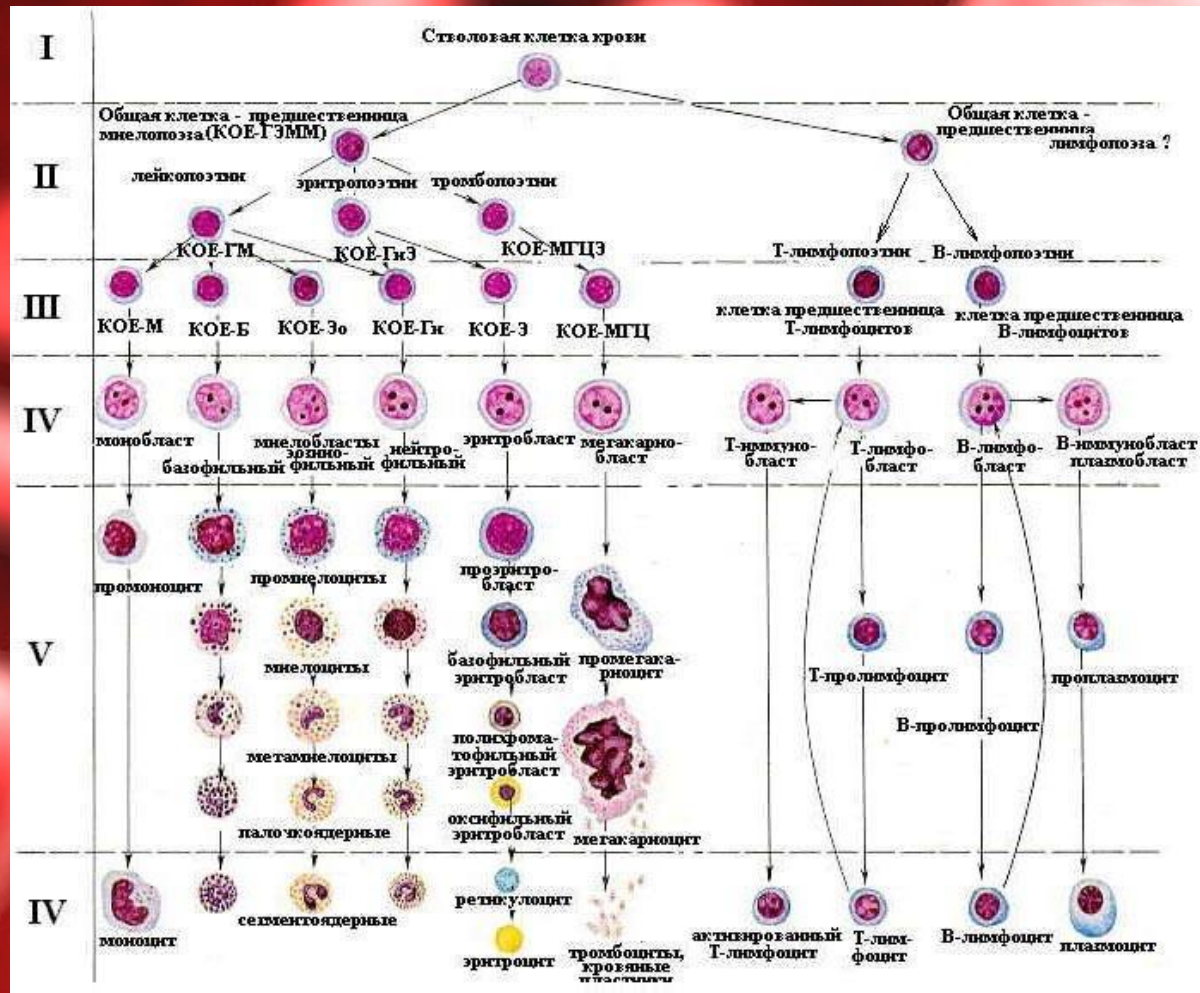
10% - соли; белки,
углеводы,
жиры,
витамины,
гормоны

→ форменные элементы (45%)

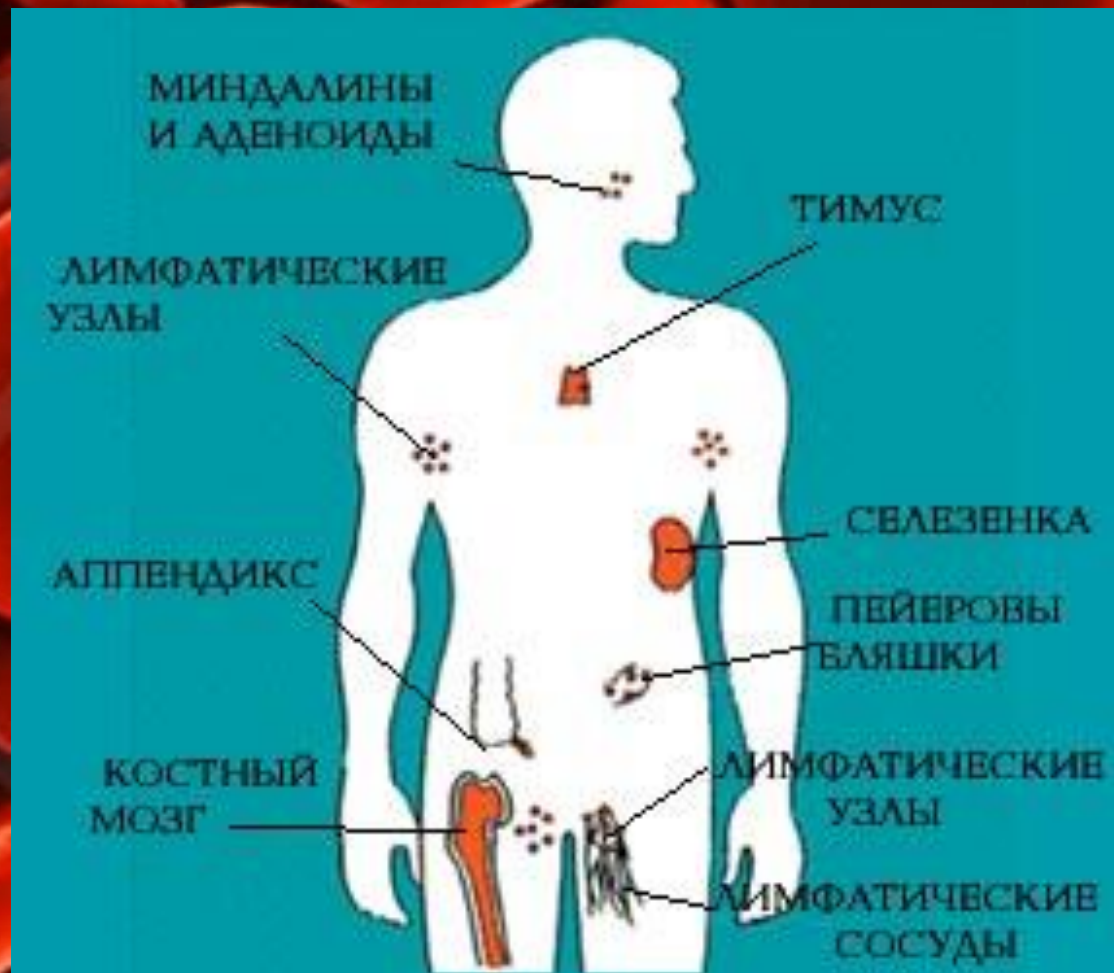
← эритроциты

↓ тромбоциты

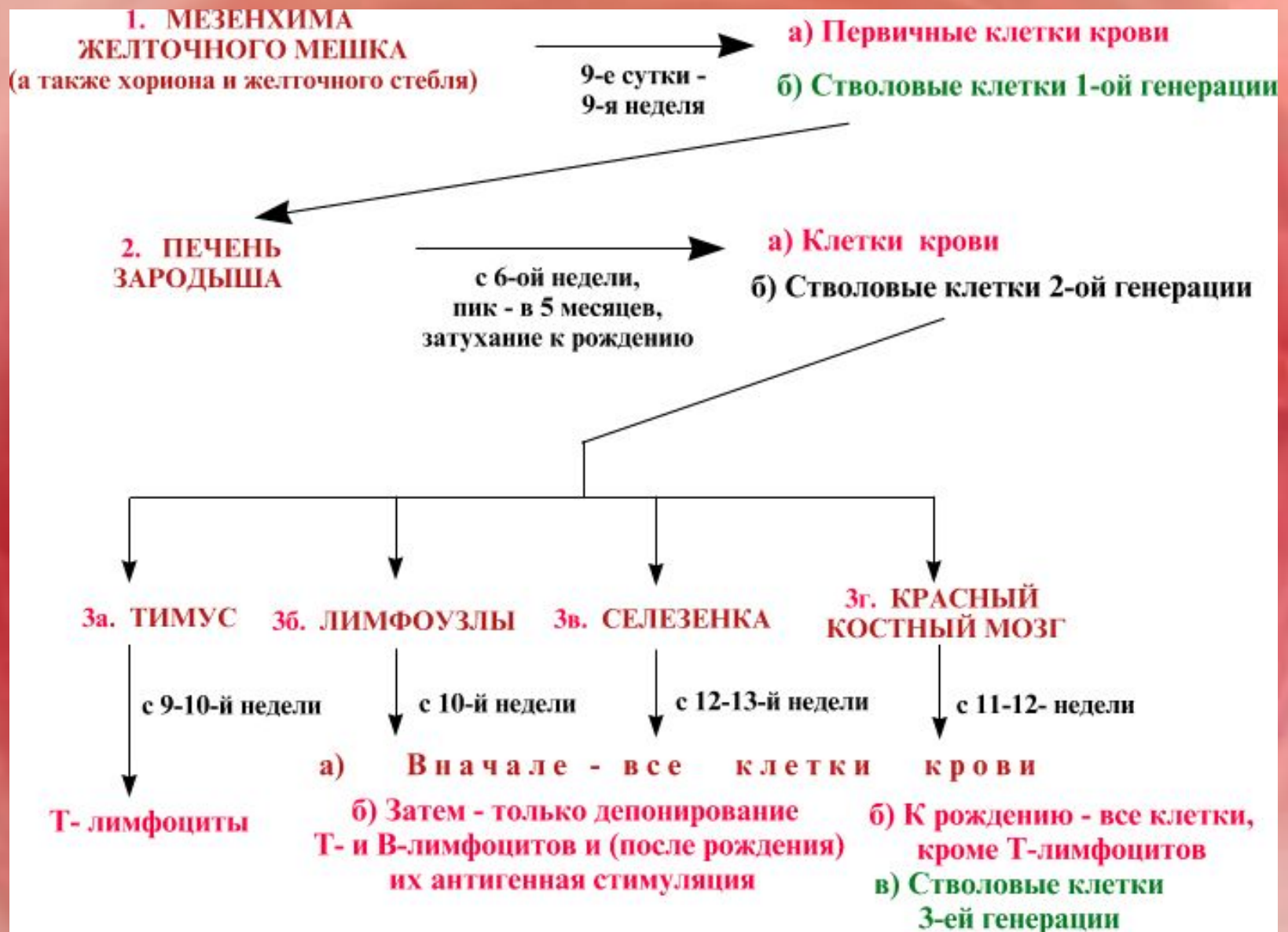
→ лейкоциты



Гемопоз



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

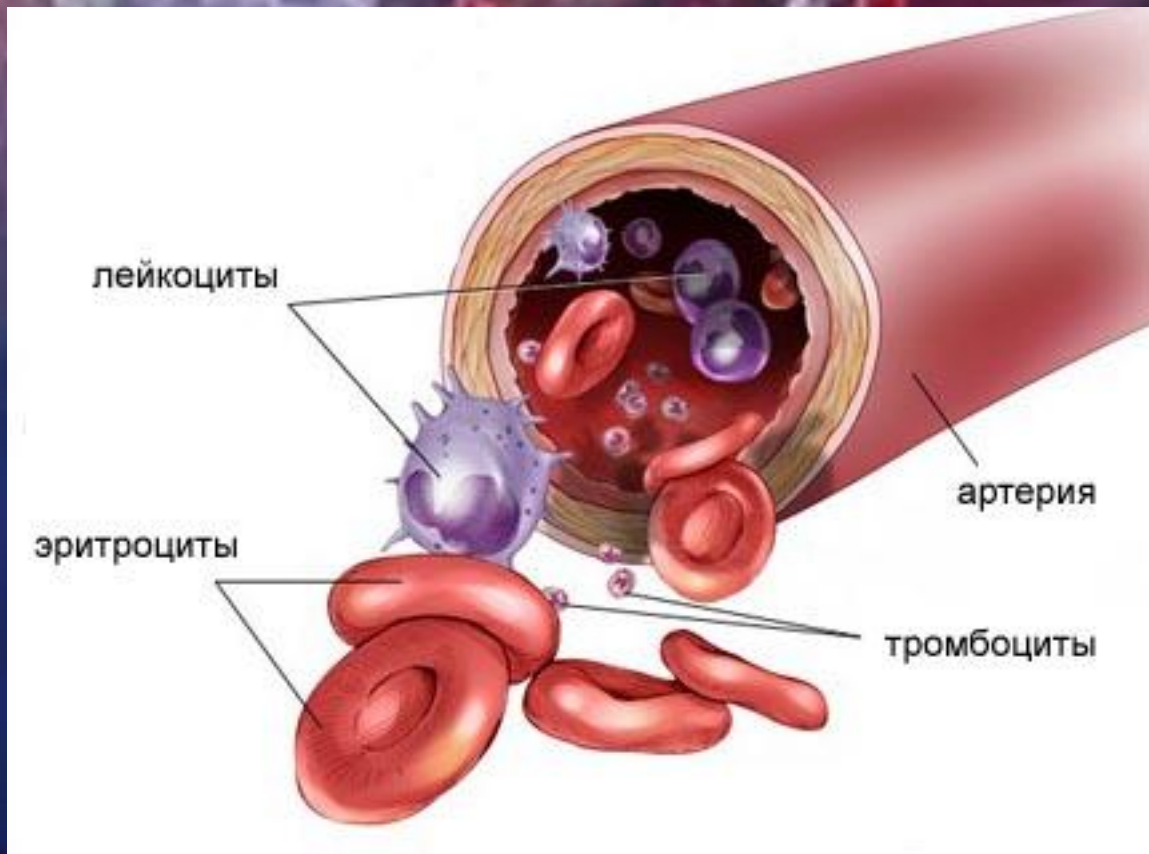
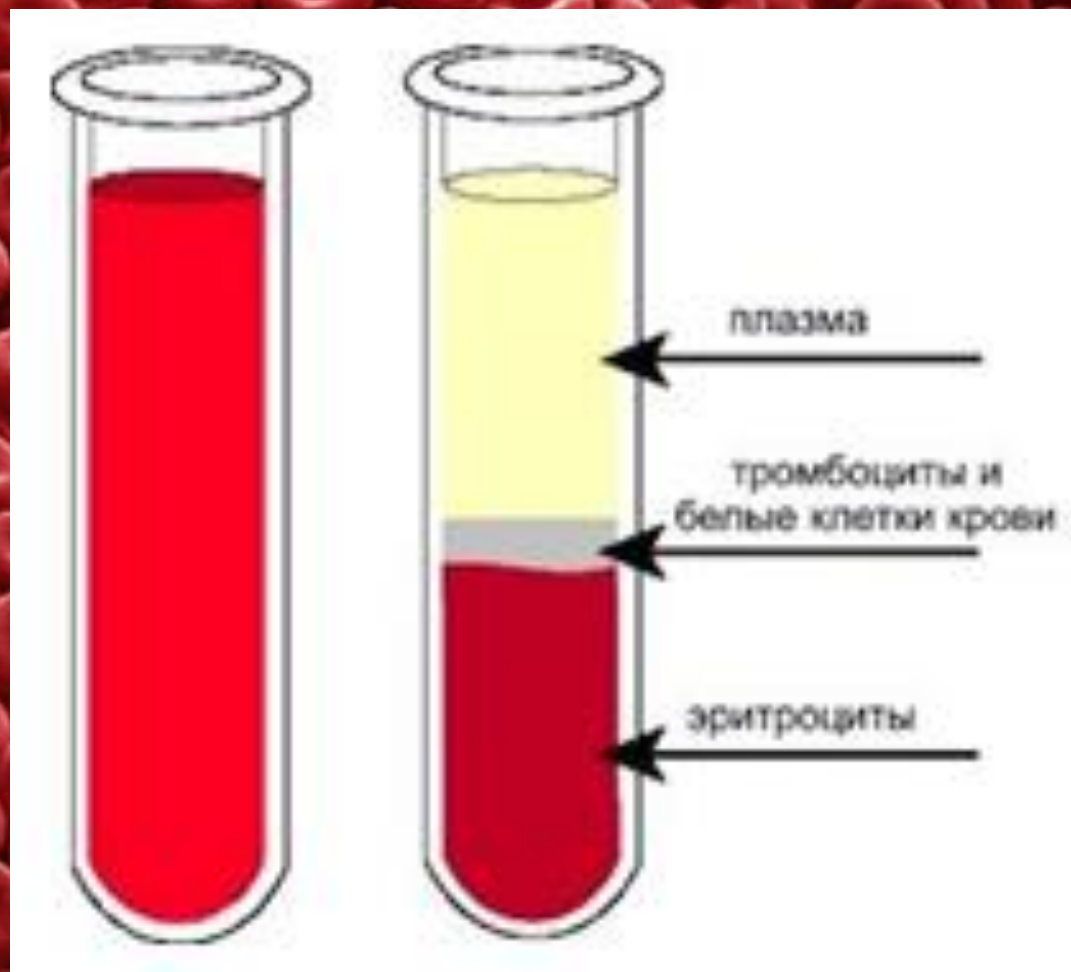
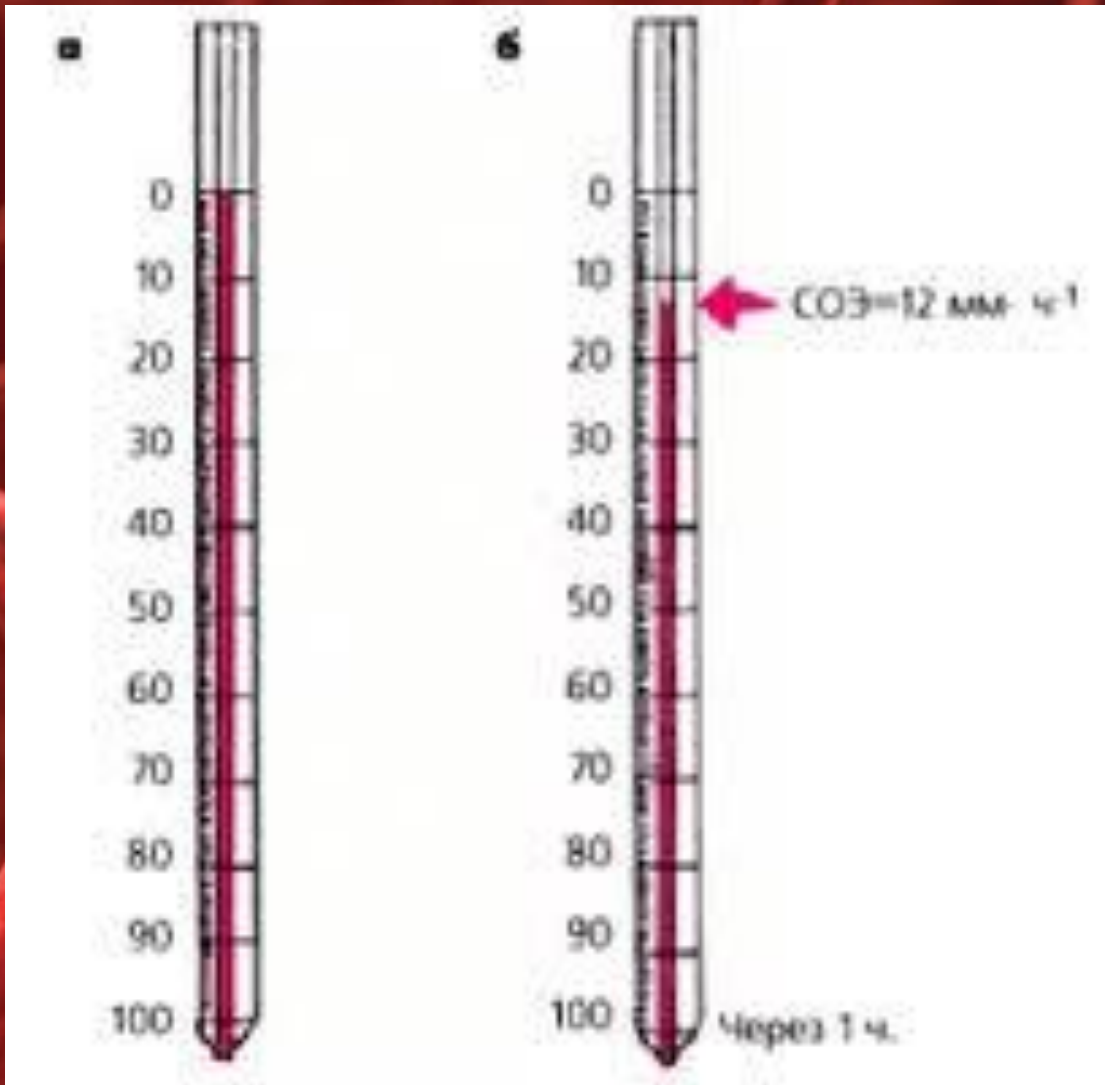


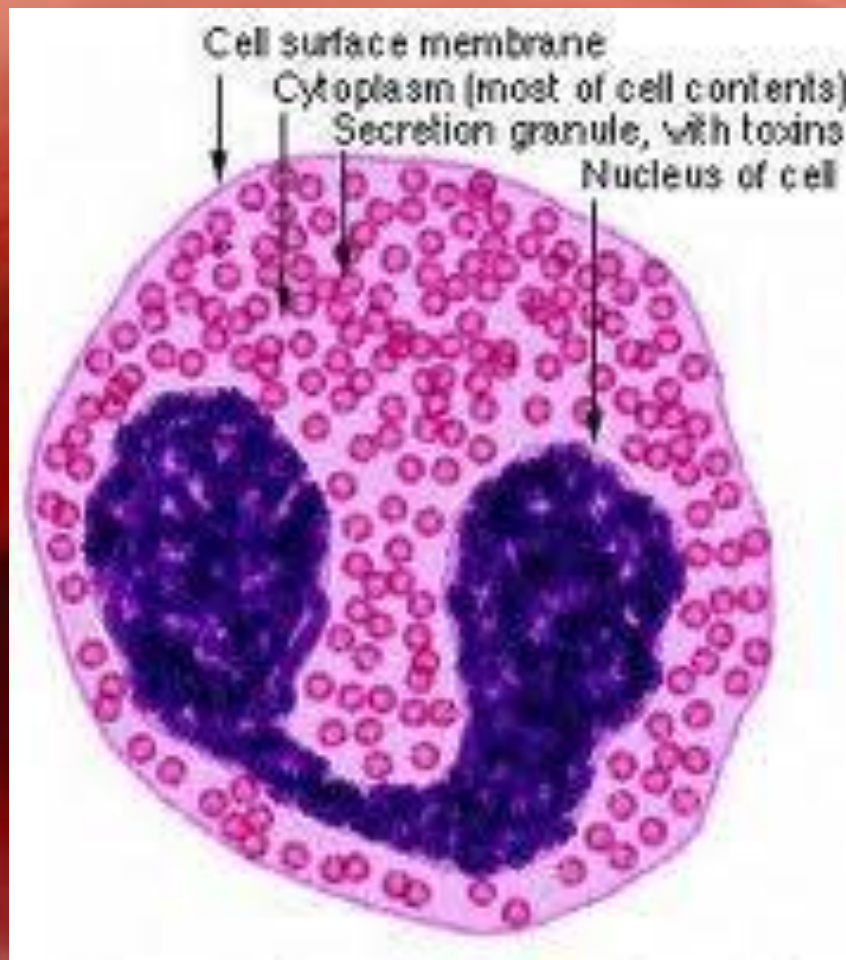


Рис. 3. Схематическое изображение влияния гематокрита на относительный объем цитратного антикоагулянта в пробирке для забора крови.

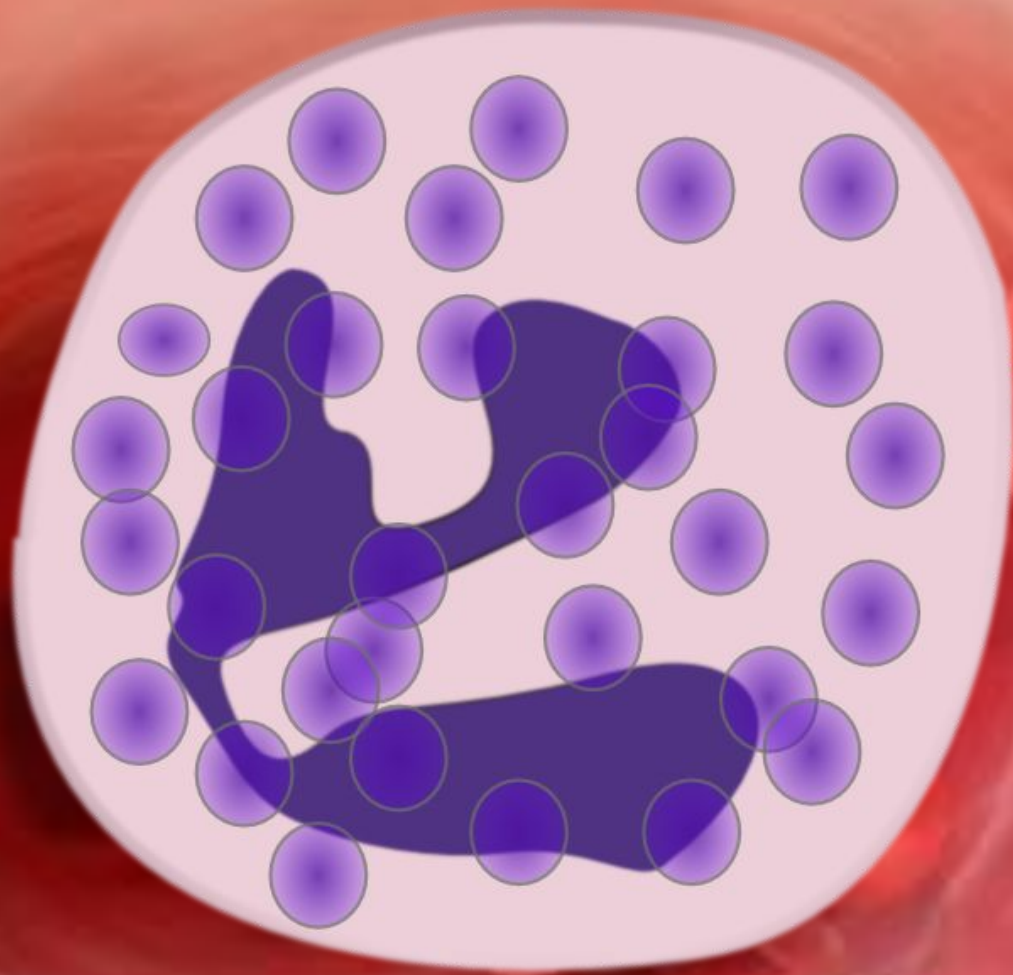








Эозинофил



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



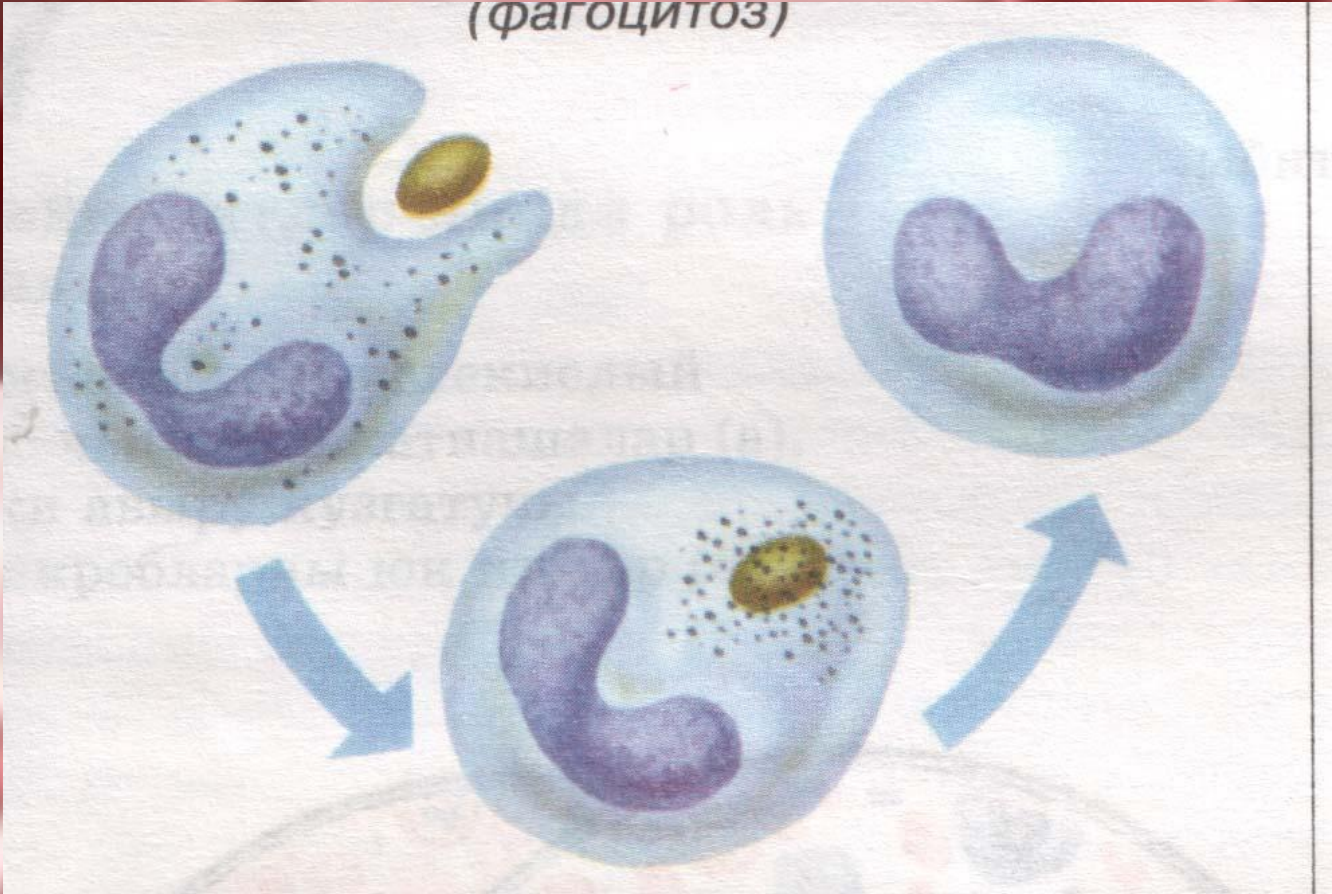
CD3
CD4

цитотоксические Т-лимфоциты



CD3
CD8

(фагоцитоз)

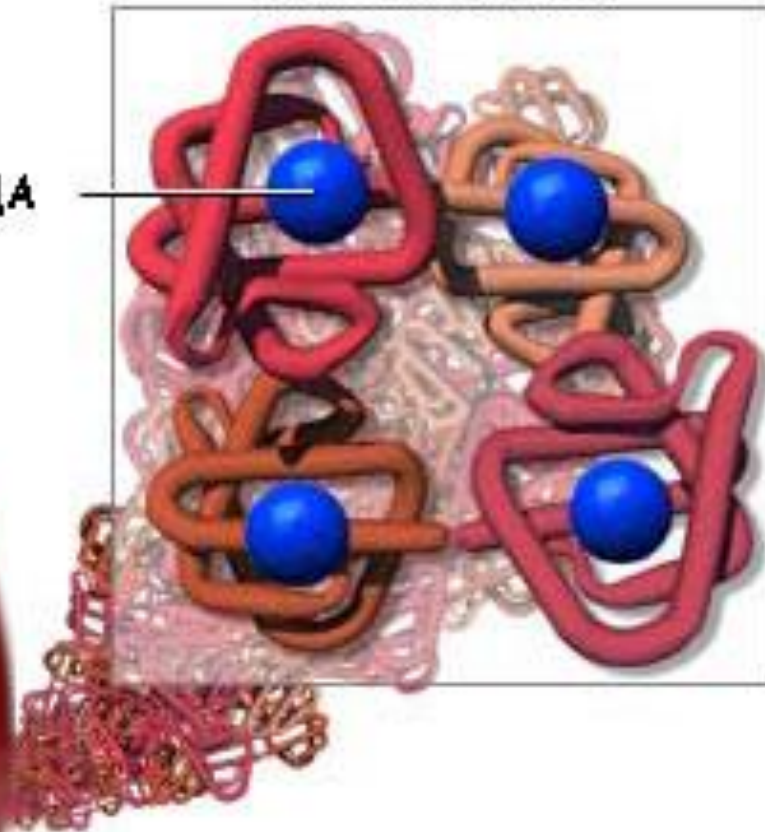


Фагоцитоз

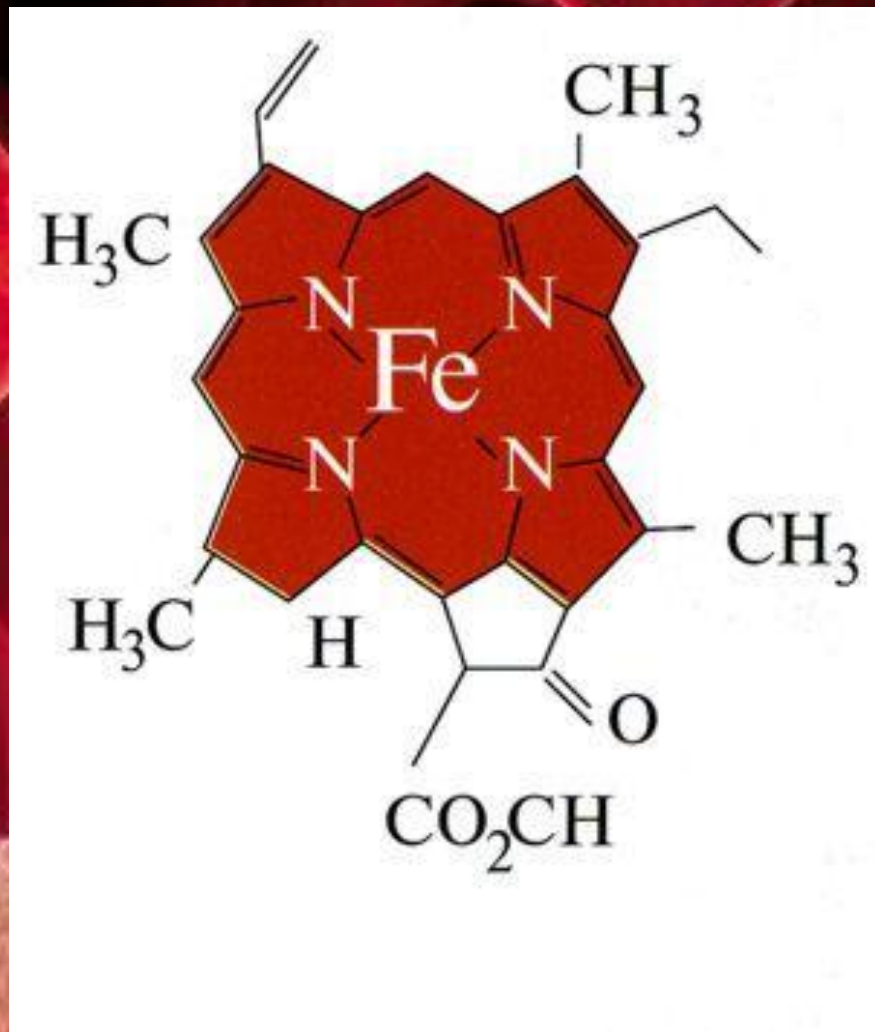
ГЕМОГЛОБИН

МОЛЕКУЛА КИСЛОРОДА

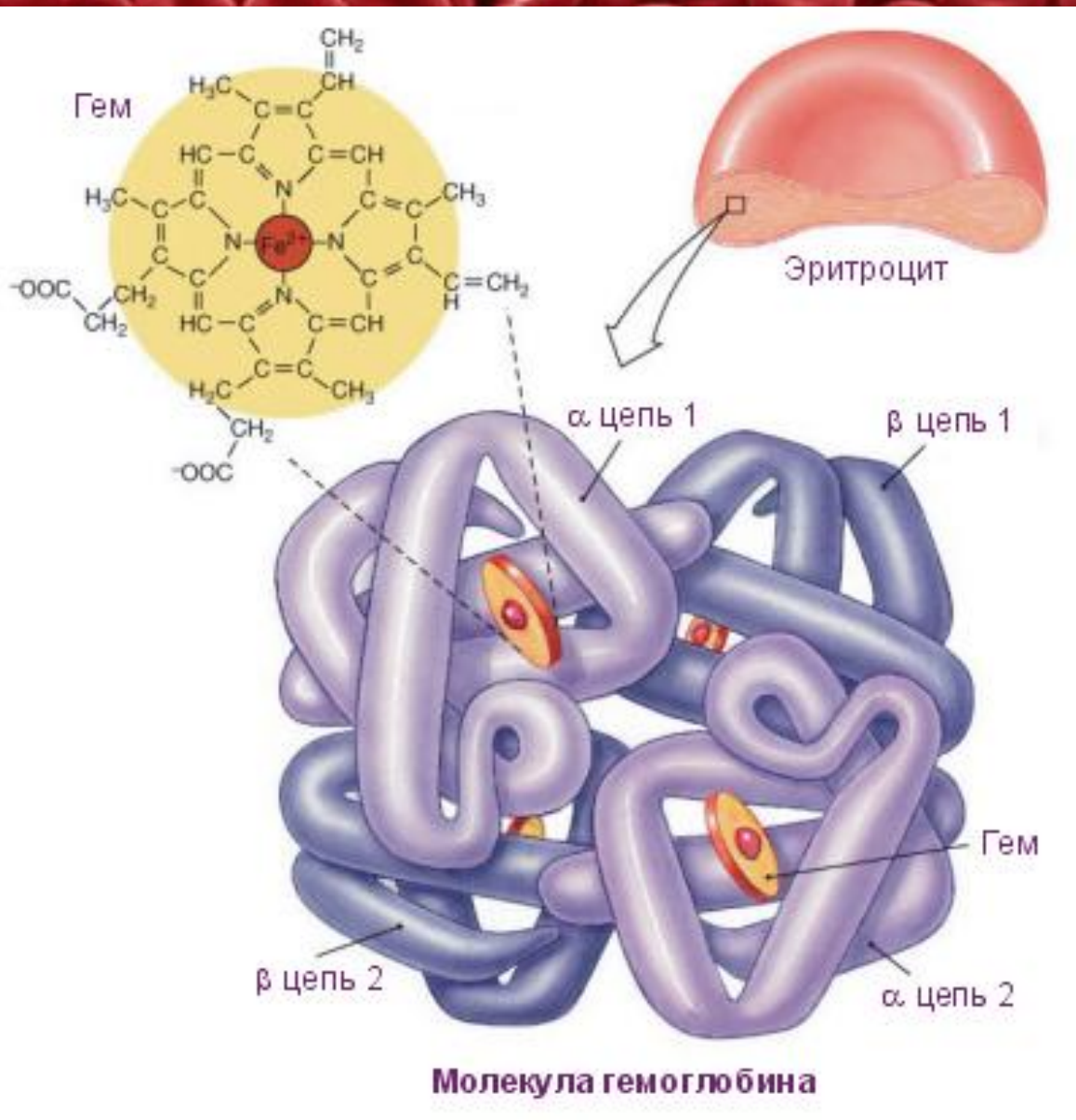
ЭРИТРОЦИТ



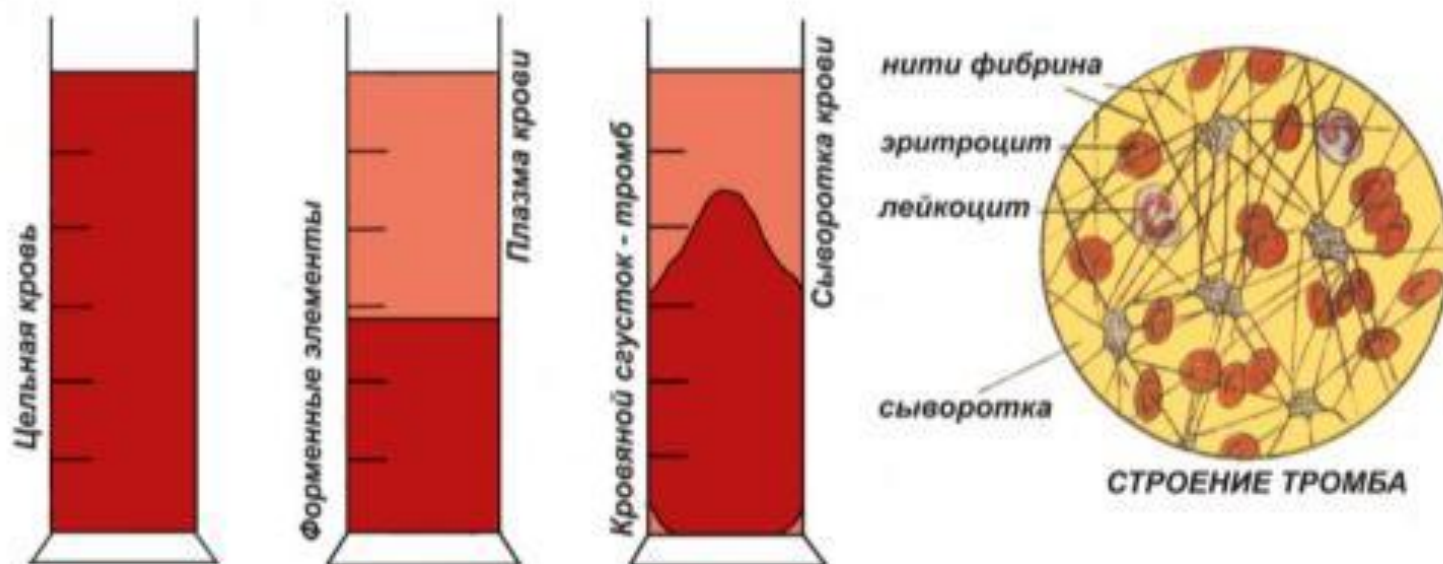
**ГЕМОГЛОБИН ПЕРЕНОСИТ
КИСЛОРОД ПО ТЕЛУ**

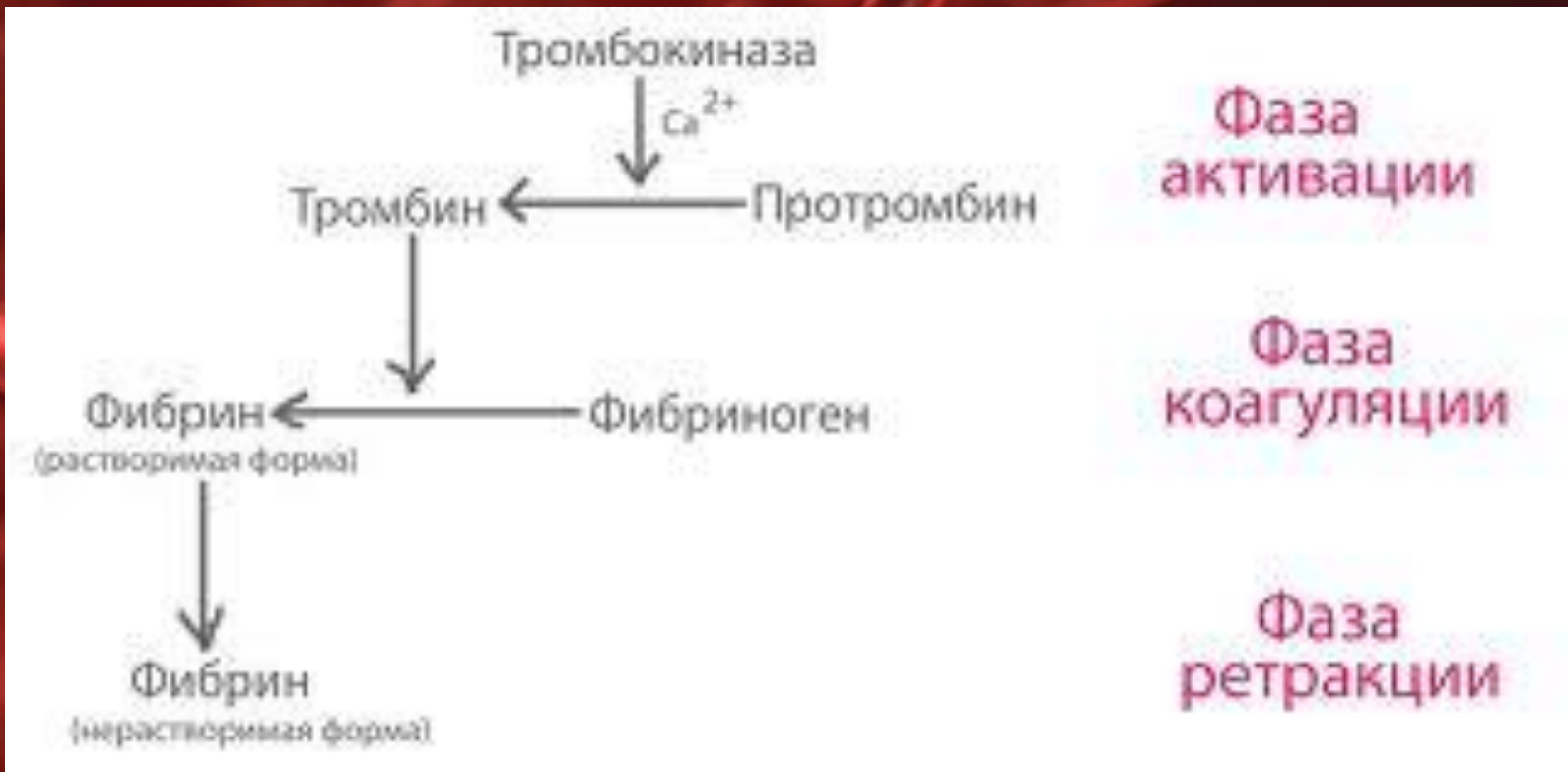


Гем эритроцита



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

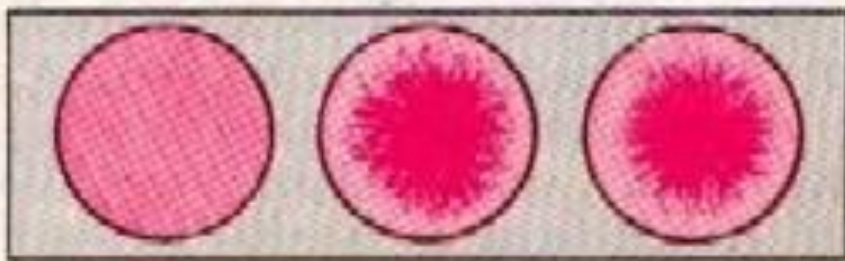
Сыворотка
анти-А

Сыворотка
анти-А-анти-В

Заключение:
группа крови



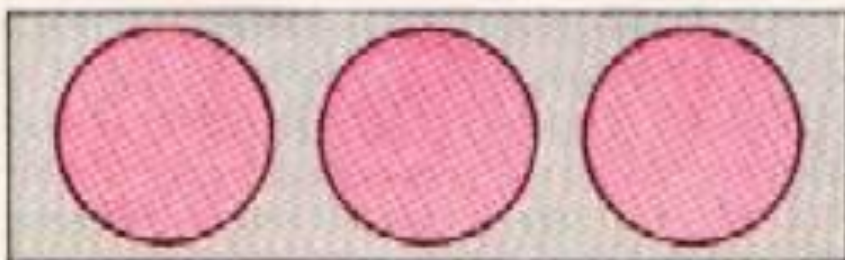
В




























А



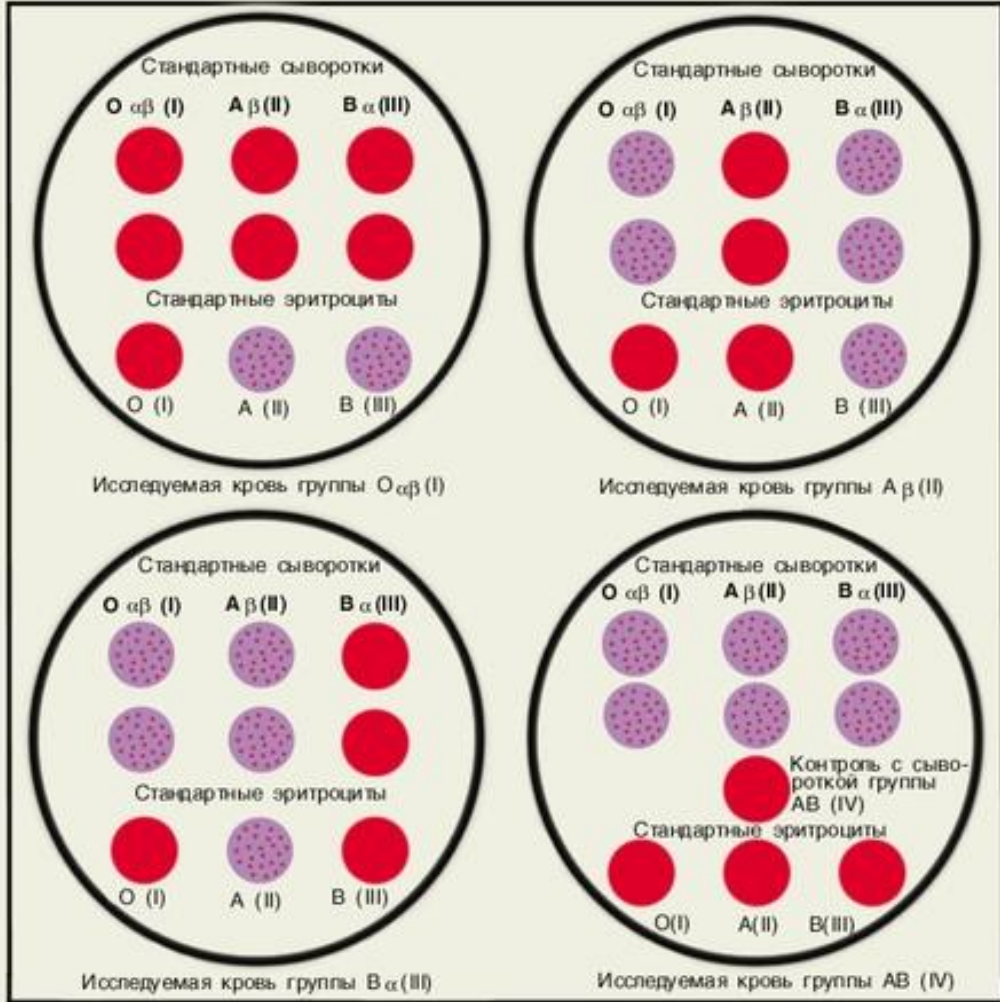
АВ



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)

I (0)

II (A)
I (0)

III (B)
I (0)

II (A)
III (B)

II (A)

II (A)
I (0)

II (A)
I (0)

любая

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

III (B)

III (B)
I (0)

любая

III (B)
I (0)

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

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!!!