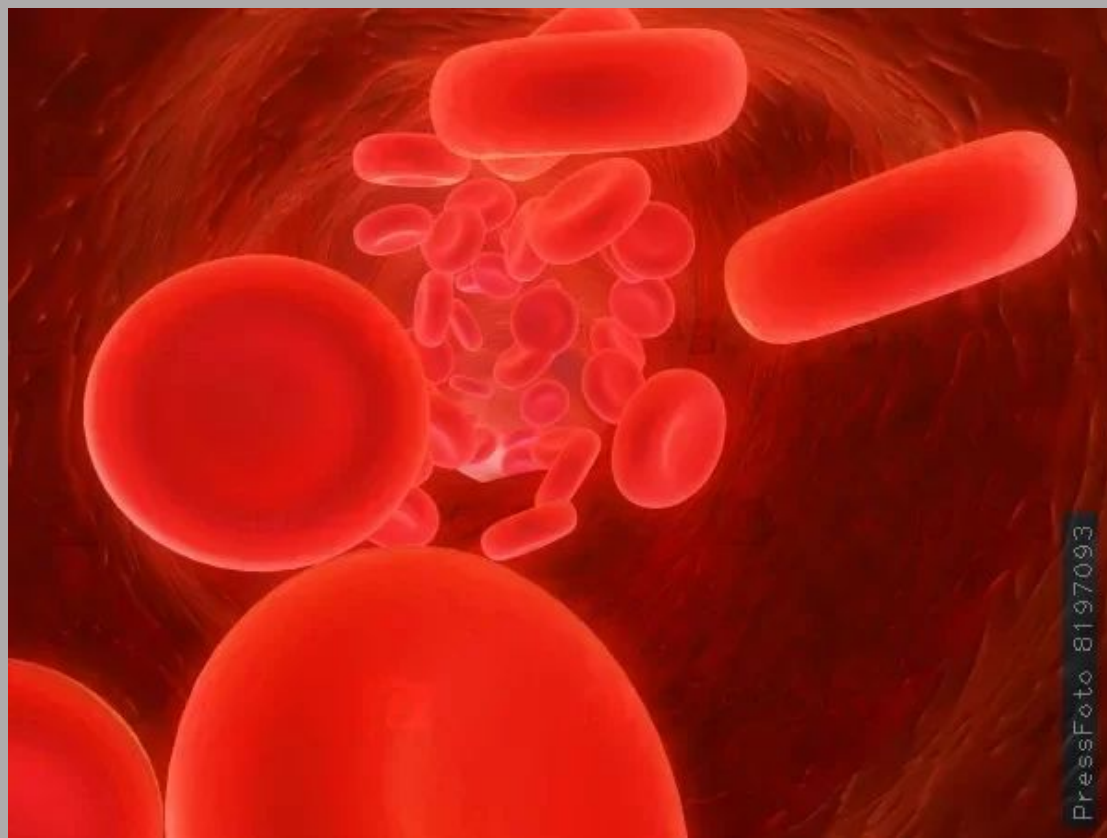


Группы крови

Учение о группах крови приобретает особое значение в связи с частой необходимостью возмещения потери крови при ранениях, оперативных вмешательствах, при хронических инфекциях и по другим медицинским показаниям. В основе деления крови на группы лежит реакция агглютинации, которая обусловлена наличием антигенов (агглютиногенов) в эритроцитах и антител (агглютининов) в плазме крови.



АНТИГЕНЫ (греч. ànti против, genos создавать) вещества, обладающие способностью вызывать в организме образование антител и вступать с ними в реакцию. В мембрану эритроцитов встроен целый ряд специфических полисахаридно-аминокислотных комплексов, обладающих антигенными свойствами. Эти комплексы называются **агглютиногенами**, потому что при встрече с антителами происходит склеивание эритроцитов – **агглютинация**.

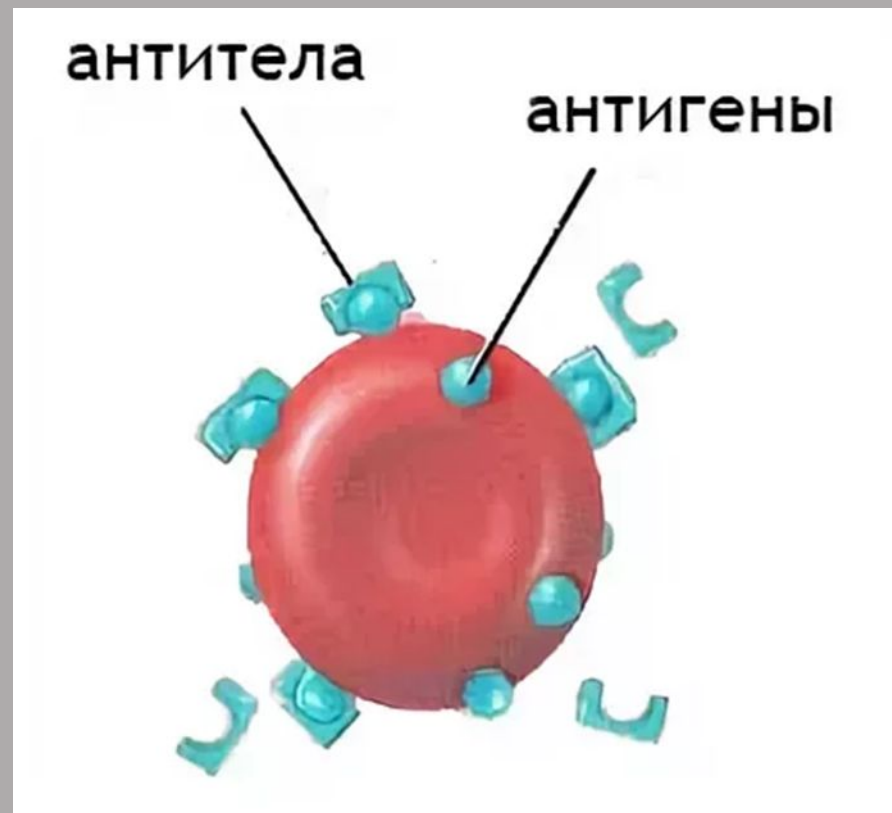
К настоящему времени в эритроцитах человека обнаружено более 400 антигенов, локализованных в мембране эритроцитов. В клинической практике наиболее важны система АВО и резус-система (Rh-система).

Антигены эритроцитов появляются на втором месяце эмбрионального развития,

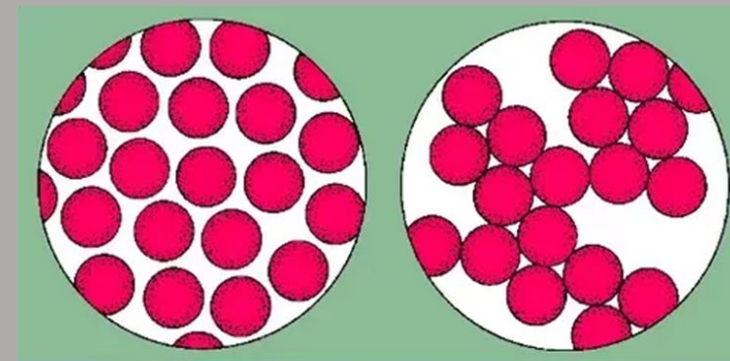
однако к моменту рождения ребенка агглютинабельная их активность низка и антитела всегда присутствуют в плазме крови и составляет 1/5 активности взрослых глобулинов. К ним относятся антитела системы АВО и агглютинины, которые

появляются у человека в первые месяцы после рождения и достигают максимального количества к 5-10 годам жизни.

Все остальные антитела иммунные. Они вырабатываются в организме в ответ на поступление чужеродных антигенов.

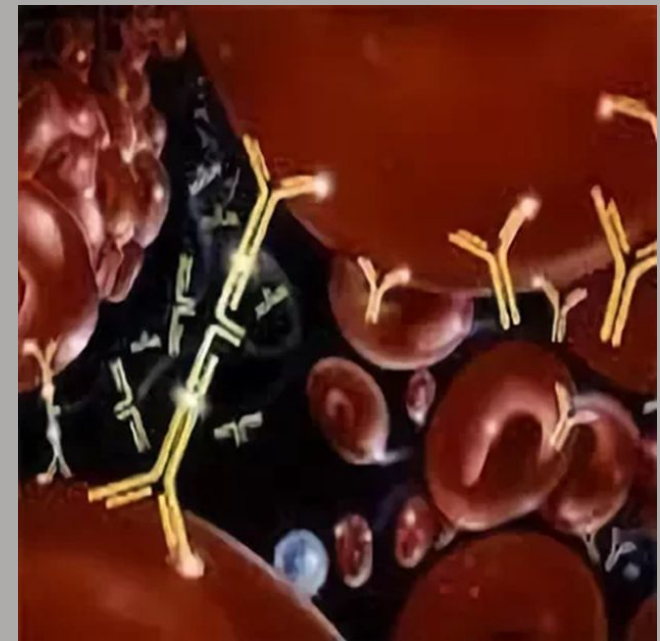
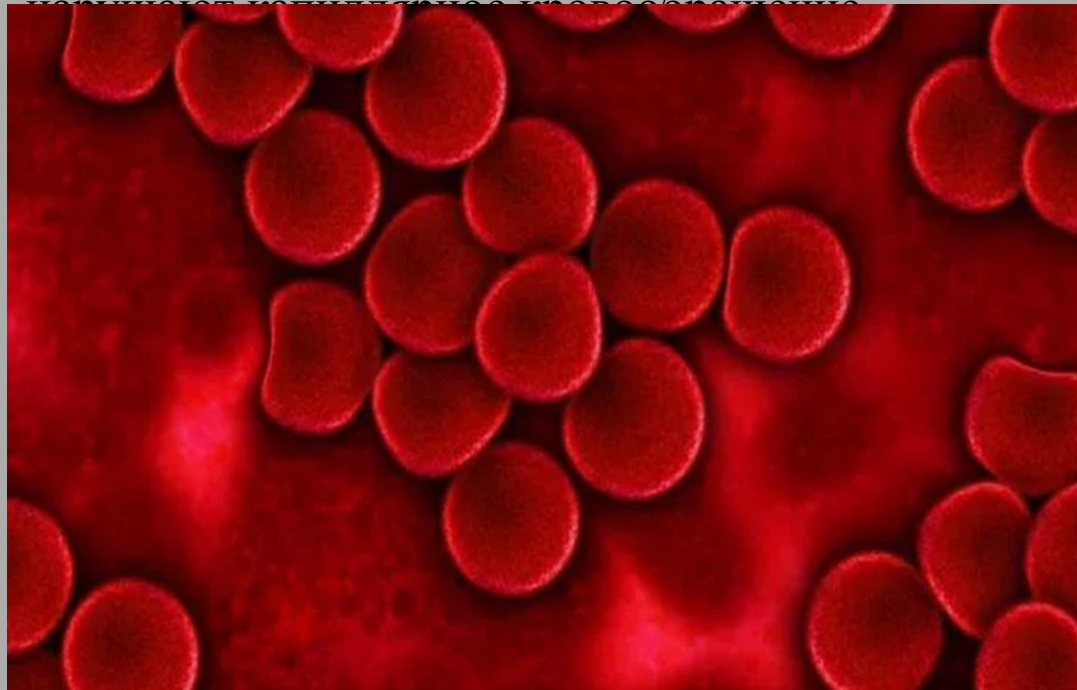
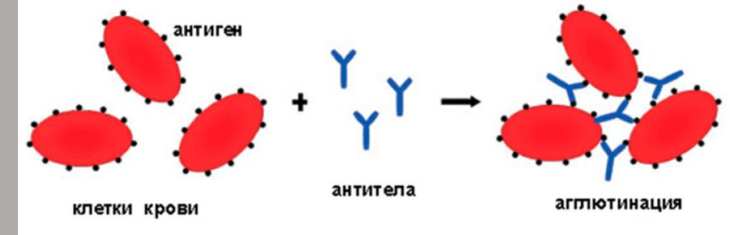


РЕАКЦИЯ АГГЛЮТИНАЦИИ склеивание и выпадение в осадок эритроцитов под действием специфических антител агглютининов. Полагают, что молекула антитела двумя центрами связывания образует мостик между двумя эритроцитами. Каждый из этих эритроцитов в свою очередь связывается с другими эритроцитами и в результате происходит их склеивание. При переливании несовместимой крови агглютинация приводит к гемолизу эритроцитов и освобождению факторов свертывания крови. Образующиеся сгустки закупоривают мелкие сосуды и тем самым



Эритроциты в крови
(нормальное состояние)

Агглютинация



Эритроцитарная антигенная система АВО

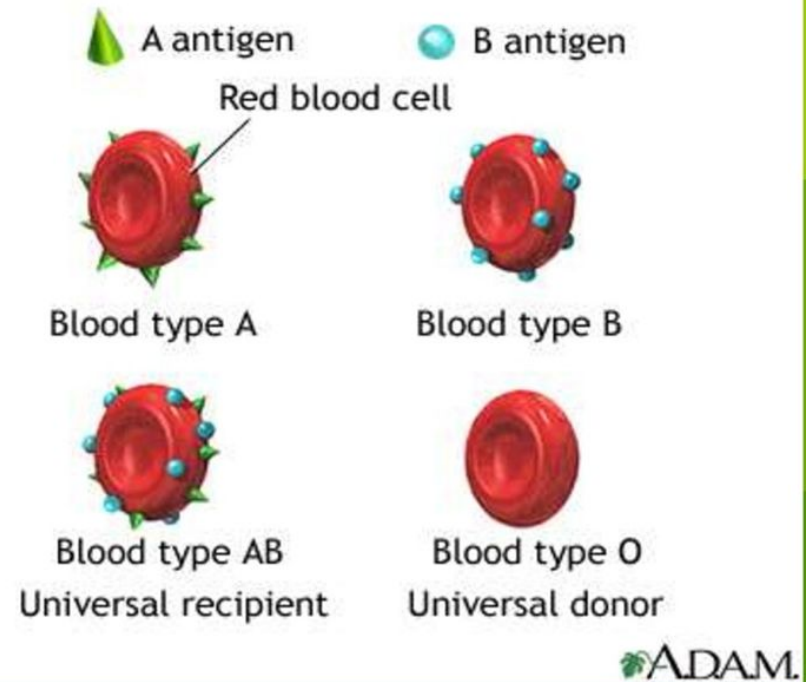
Понятие «группы крови» появилось впервые именно по отношению к эритроцитарной антигенной системе АВО. В 1901 году Карл Ландштейнер, смешивая эритроциты с сыворотками крови разных людей, обнаружил процесс склеивания эритроцитов (агглютинацию), причем происходил он лишь при определенных сочетаниях сыворотки и эритроцитов. В мембране эритроцитов присутствуют или отсутствуют всего два антигена – эти антигены Ландштейнер назвал антигенами А и В. Обнаружены 4

Вариант I – мембрана эритроцитов не содержит ни антигена А, ни антигена В, такая кровь отнесена к группе I и обозначается O (I).

Вариант II – эритроциты содержат только антиген А – вторая группа A (II).

Вариант III – мембрана эритроцитов содержит только антиген В – третья группа B (III).

Вариант IV – мембрана эритроцитов людей с IV группой

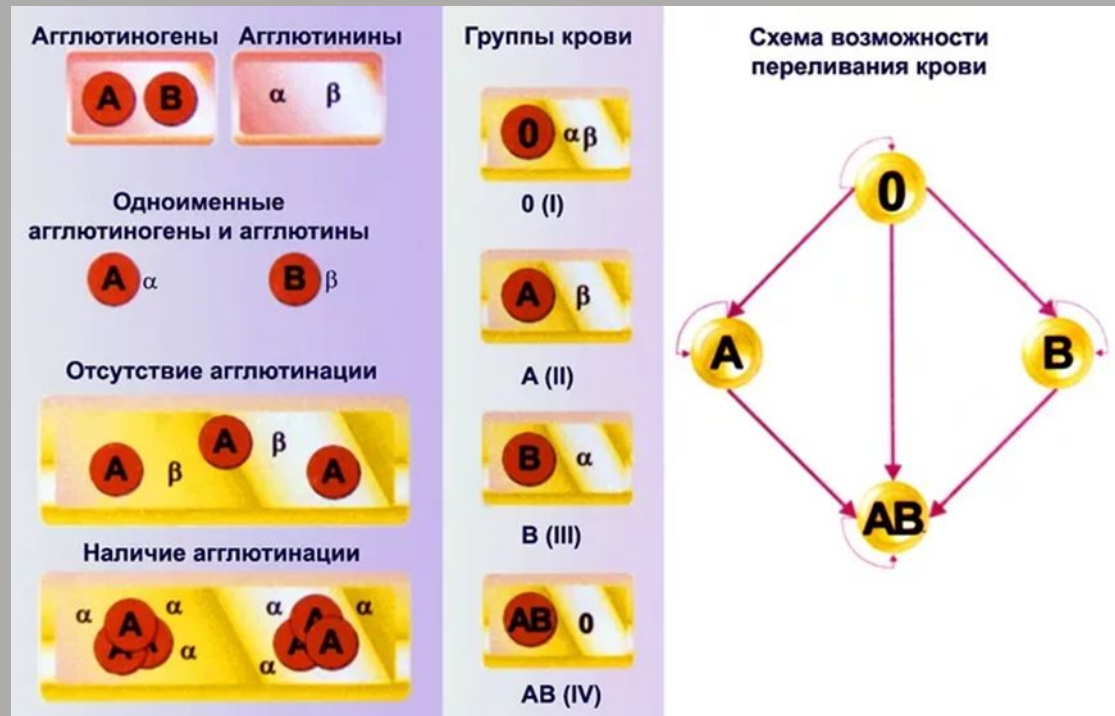


Примерно 45% жителей Европы имеют группу крови A, около 40% - O, 10% - B и 6% - AB, а у 90% коренных жителей Северной Америки группа крови – O, у 20% жителей центральной Азии группа крови B.

Сыворотка крови содержит уже «готовые» антитела к антигенам А и В, эти антитела называются **естественными**. Специфичным к антигенам А является антитело α – при контакте мембраны эритроцита содержащего антиген А и антитела α происходит склеивание эритроцитов – реакция агглютинации, то же наблюдается и при встрече антигена В с антителом β . Поэтому антитела α и β назвали **агглютинидами**. Отсюда

понятно, что кровь, содержащая одновременно антиген А и антитело α не может существовать, так же как В и β . В крови одного и того же человека не может быть одноименных агглютиногенов и агглютининов.

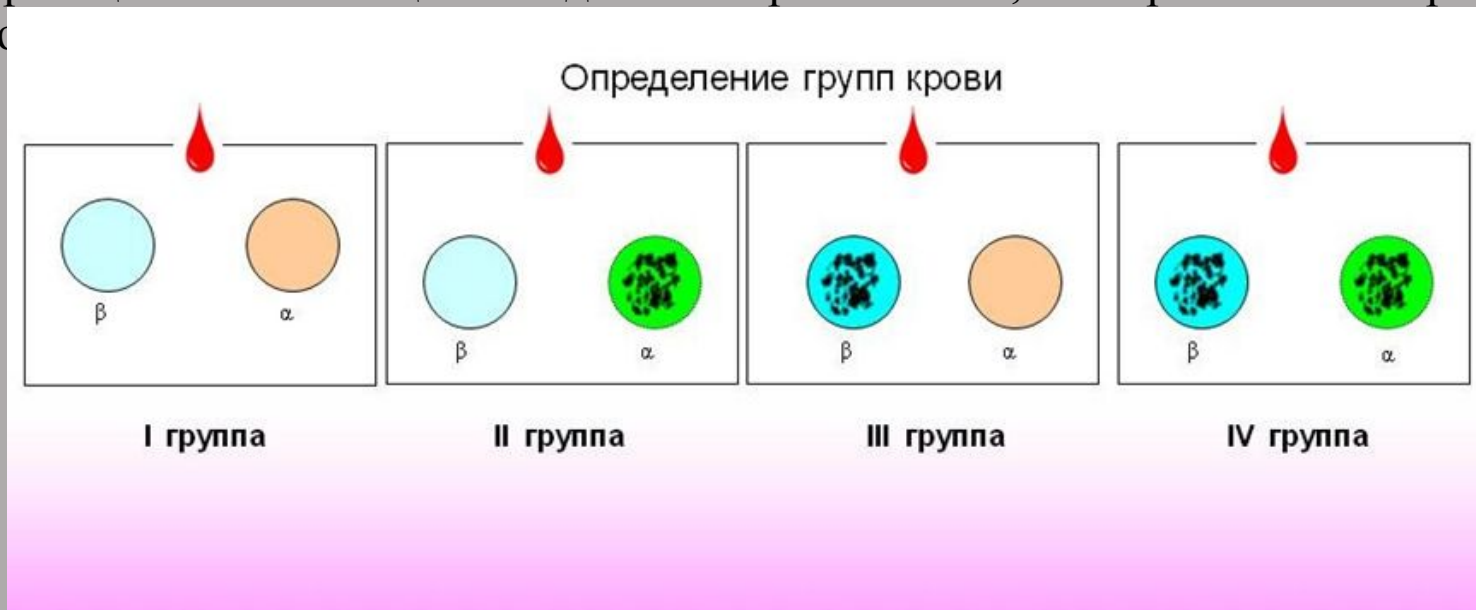
Агглютинины распределены в соответствии с антигенами следующим образом:



| Группа крови по системе АВО | Эритроцитарные антигены | Агглютинины плазмы |
|-----------------------------|-------------------------|--------------------|
| I | О (антигенов нет) | α и β |
| II | А | β |
| III | В | α |
| IV | А и В | - антител нет |

В норме никакой агглютинации быть не может, а вот если кровь второй группы смешать с кровью третьей, то антиген А, встретившись с антителом α вызовет реакцию антиген-антитело и приведет к агглютинации эритроцитов. Это сопровождается в сосудах склеиванием эритроцитов, их массовой гибелью, закупоркой капилляров.

Внутрисосудистое свертывание крови вызывает **гемотрансфузионный шок** и может закончиться гибелью реципиента. Вот почему так важно уметь определить группу крови по системе АВО. Для того чтобы определить группу крови по этой системе нужно просто обнаружить (или не обнаружить) один из двух антигенов, или оба вместе. Поскольку природа уже приготовила специфичные для этих антигенов антитела, сделать это не составляет труда, т.к. реакция агглютинации - надежный признак того, что произошла встреча одно



Резус-фактор. Среди агглютиногенов, не входящих в систему АВО, одним из первых был обнаружен резус-агглютиноген (резус-фактор). Этот агглютиноген содержится у 85% людей. Кровь, в которой содержится резус-фактор, называется **резус-положительной**, а в которой отсутствует - **резус-отрицательной**. К настоящему времени выявлено 6 разновидностей резус-агглютиногенов.

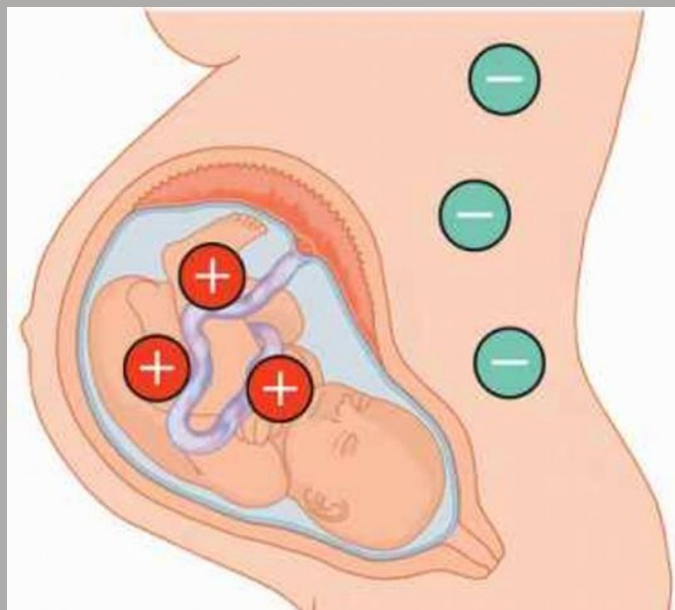
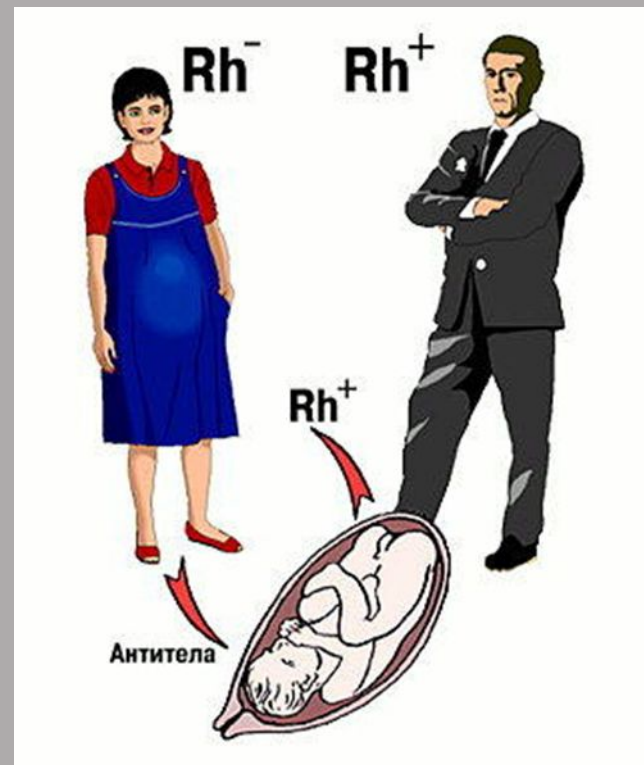
Знание о резус-факторе имеет значение при переливании крови, а также в акушерстве и гинекологии. Если резус-положительную кровь перелить резус-отрицательному реципиенту, то в его организме образуются антирезус-агглютинины. При повторном переливании этому человеку резус-положительной крови п

В 1940 г. Карл Ландштейнер открыл у макак типа «резус» в эритроцитах антиген, который назван резус-фактором.



Известно, что у 85-86% людей земного шара резус присутствует (Rh+)-резус-положительная кровь. У 14-15% -резус отсутствует (Rh-)-резус отрицательная кровь.

При беременности, если кровь матери резус-отрицательная, а кровь плода резус-положительная, то, проникая в организм матери резус-агглютиногены вызывают у нее образование антител (антирезус-агглютининов), которые, диффундируя в кровь плода, вызывают реакцию агглютинации его эритроцитов с последующим их гемолизом (**резус-конфликт**). Выраженный резус-конфликт возникает лишь при высокой концентрации антирезус-агглютининов. Поэтому, чаще всего, первый ребенок рождается без осложнений. Опасность резус-конфликта нарастает при повторных беременностях.

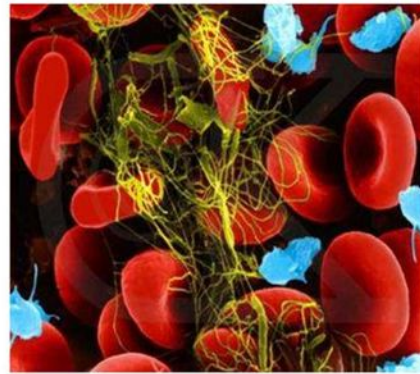


Свертывание крови

Кровь движется в нашем организме по кровеносным сосудам и имеет жидкое состояние. Но в случае нарушения целостности сосуда, она за достаточно малый промежуток времени образует сгусток, который называют тромб или «кровяной сгусток». С помощью тромба ранка закрывается, и тем самым останавливается кровотечение. Рана со временем затягивается. В противном случае, если процесс свертывания крови по каким-либо причинам нарушен, человек может погибнуть даже от небольшого повреждения.

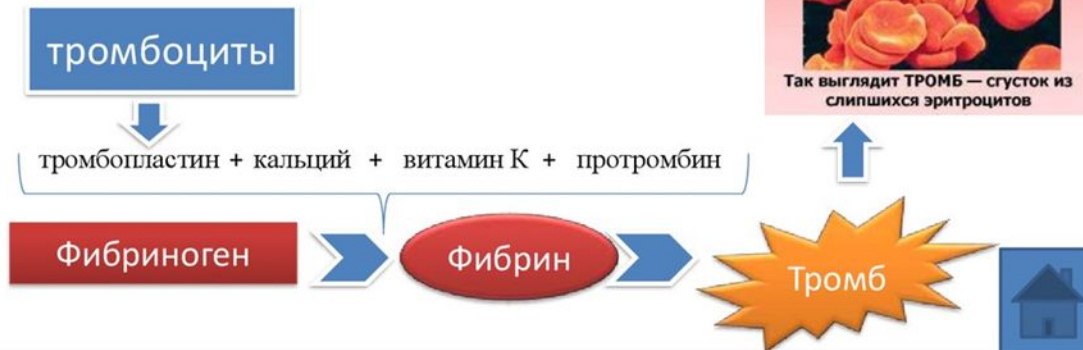


Свертывание крови является очень важной защитной реакцией организма человека. Оно препятствует потере крови, при этом сохраняется постоянство ее объема, находящегося в организме. Механизм свертывания запускается при помощи изменения физико-химического состояния крови, которое основано на растворенном в ее плазме белке **фибриногене**. Фибриноген способен превращаться в нерастворимый **фибрин**, выпадающий в виде тоненьких нитей. Эти самые нити могут образовывать густую сеть с мелкими ячейками, которая задерживает форменные элементы. Вот так и получается **тромб**.



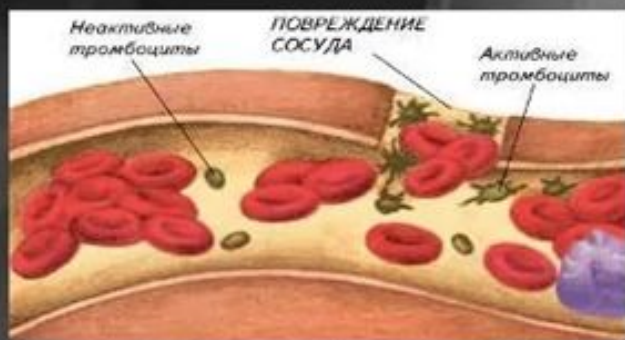
Свертывание крови

Коагуляция — процесс свёртывания крови.



Со временем кровяной сгусток постепенно уплотняется, стягивает края раны и тем самым способствует ее скорейшему заживлению. При уплотнении сгусток выделяет желтоватую прозрачную жидкость, которая называется **сывороткой**.

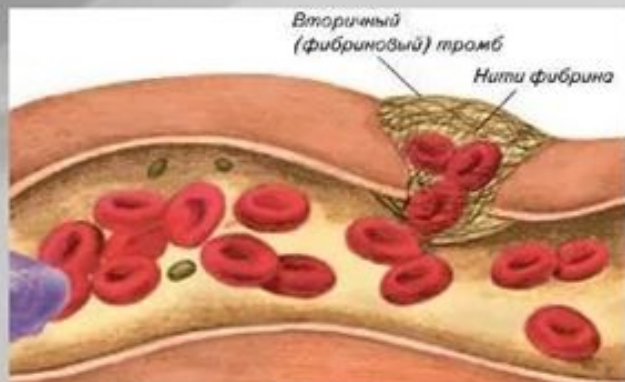
Образование тромба



Активируются тромбоциты. При этом они выпускают отростки и прикрепляются к поврежденным тканям, а также скрепляются друг с другом.



Активированные тромбоциты образуют первичный тромб в месте повреждения сосуда. Кроме того, в ответ на повреждение сосудов активно сужается, и кровоток в нем уменьшается. Таким способом останавливается большинство кровотечений при небольших травмах.



Когда этого недостаточно, запускается **система свертывания крови**, и в плазме крови образуется нерастворимый белок **фибрин**. Нити фибрина вплетаются в первичный тромб. В сетях фибрина «запутываются» форменные элементы крови, и получается вторичный тромб, который значительно прочнее первичного.

Процесс свертывания крови



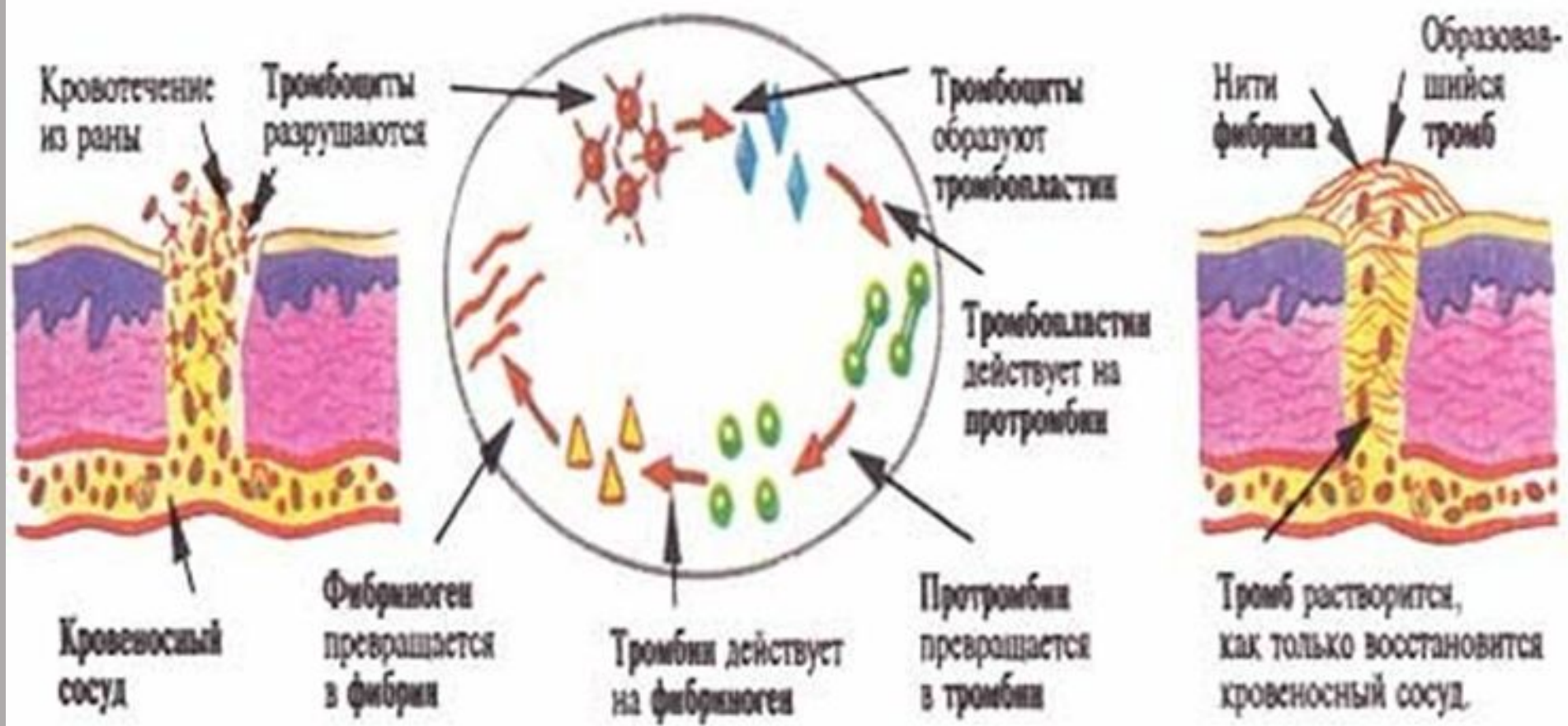
Процесс свертывания начинается, когда тромбоциты становятся клейкими.

Тромбоциты образуют пробку. Это предотвращает потерю крови во время заживления.

Факторы свертывания вызывают образование сети из волокон фибрина.

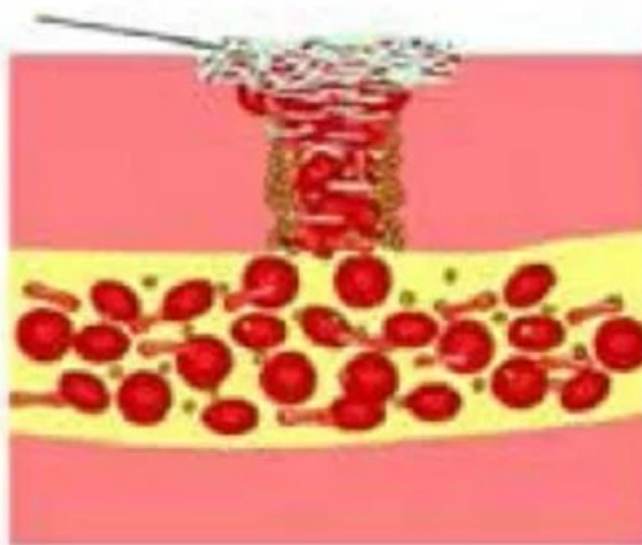
В свертывании крови участвуют тромбоциты, которые уплотняют сгусток. Рана в процессе заживления способствует постепенному рассасыванию и растворению сгустка фибрина.

Как запускается процесс свертывания? А. А. Шмидт в 1861 году выяснил, что процесс свертывания крови является полностью ферментативным. Он установил, что превращение фибриногена, который растворен в плазме, в фибрин (нерастворимый специфический белок), происходит при участии тромбина – особого фермента. У человека в крови постоянно имеется немного тромбина, который находится в неактивном состоянии, протромбине, как его еще называют. Протромбин образуется в печени человека и превращается в активный тромбин под воздействием тромбoplastина и солей кальция, имеющихся в плазме. Тромбoplastин не содержится в крови, он образуется только в процессе разрушения тромбоцитов и при повреждениях других клеток организма. Возникновение тромбoplastина – это довольно сложный процесс, так как кроме тромбоцитов в нем участвуют некоторые белки, содержащиеся в плазме. При отсутствии в крови отдельных белков свертывание крови может быть замедлено или вообще не происходить. Например, если в плазме недостает одного из глобулинов, то развивается всем известное заболевание гемофилия (или по другому – кровоточивость). Те люди, которые живут с этим недугом, могут потерять значительные объемы крови вследствие даже небольшой царапины.





тромбоциты и эритроциты, запутавшись в фибриновой сети, образуют тромб



поврежденные ткани и тромбоциты выделяют активатор протромбина и ионы кальция

активатор протромбина превращает белок плазмы крови протромбин в тромбин

тромбин расщепляет белок фибриноген, образуется нерастворимый фибрин

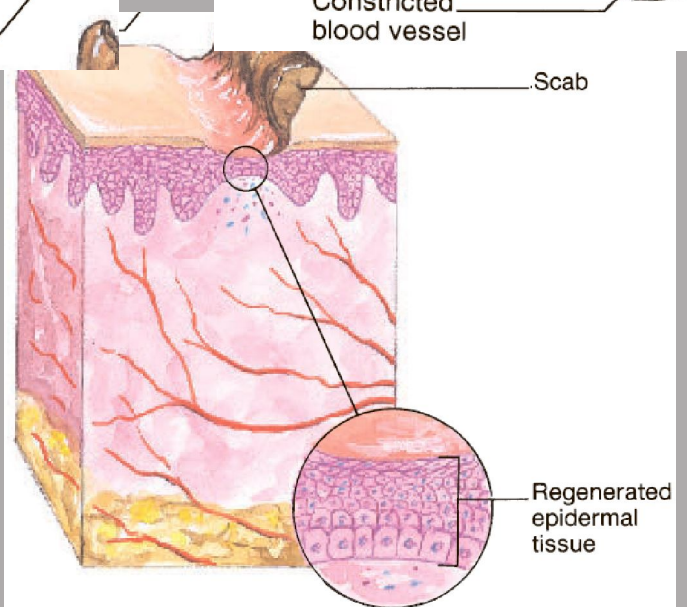
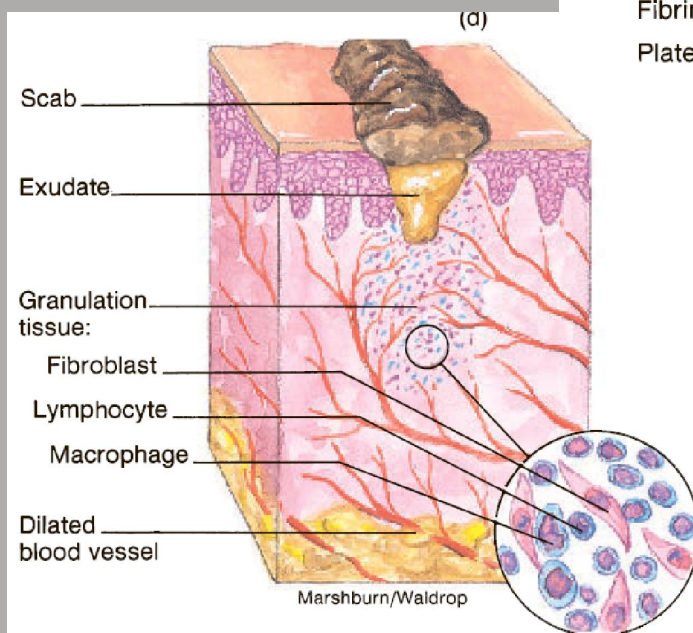
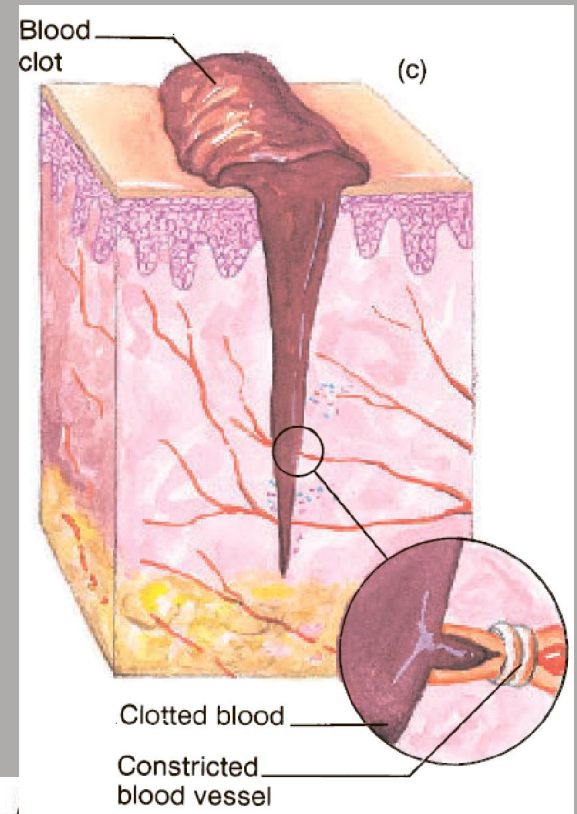
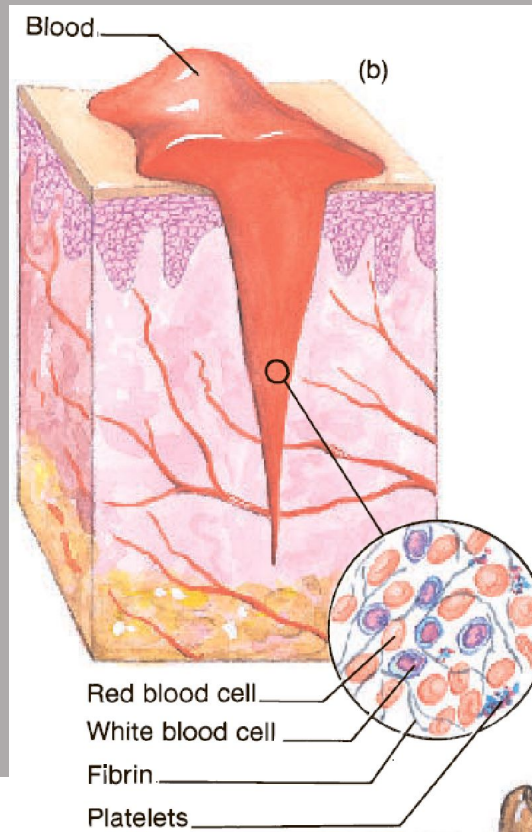
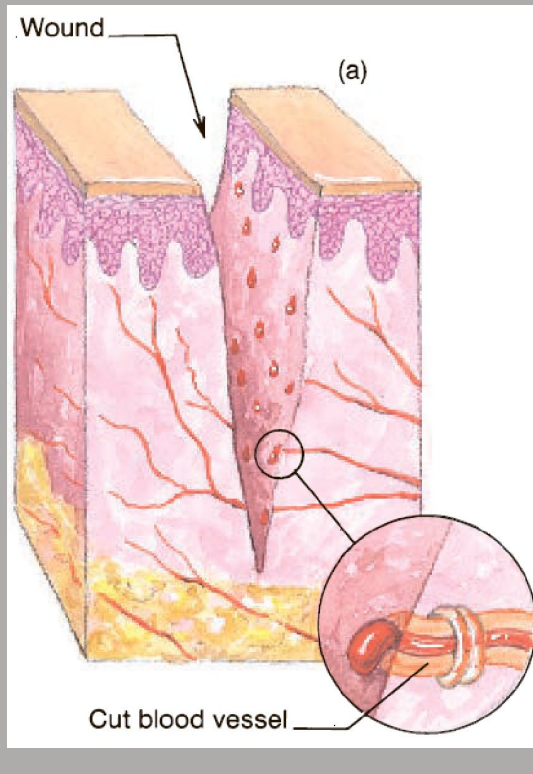
фибриновые волокна образуют сеть, в которой запутались эритроциты и тромбоциты

Остановка кровотечения

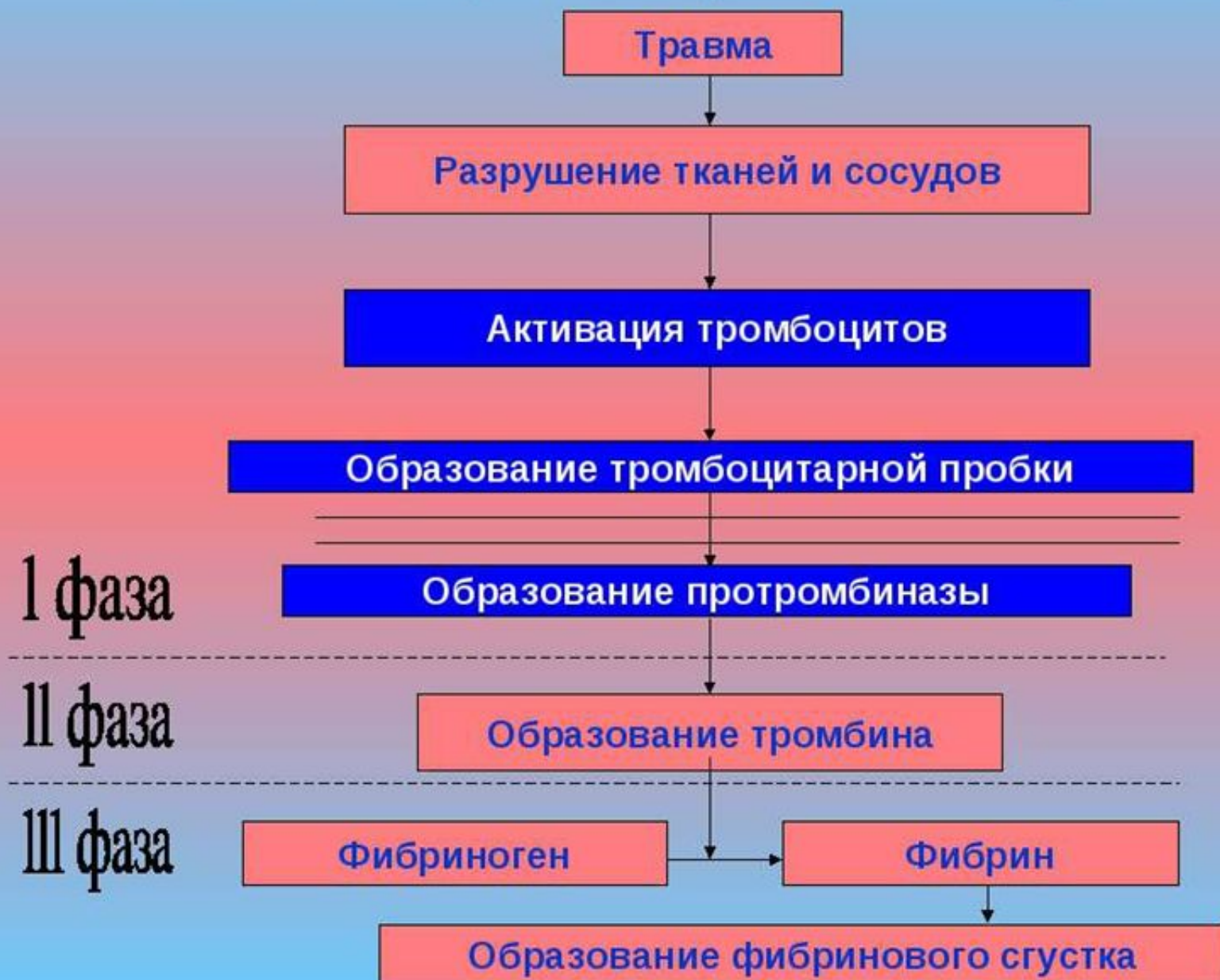
Тромб сжимается и твердеет

Клетки, образующие сосуд, делятся и восстанавливают повреждение

Фермент плазмин и фагоциты растворяют тромб



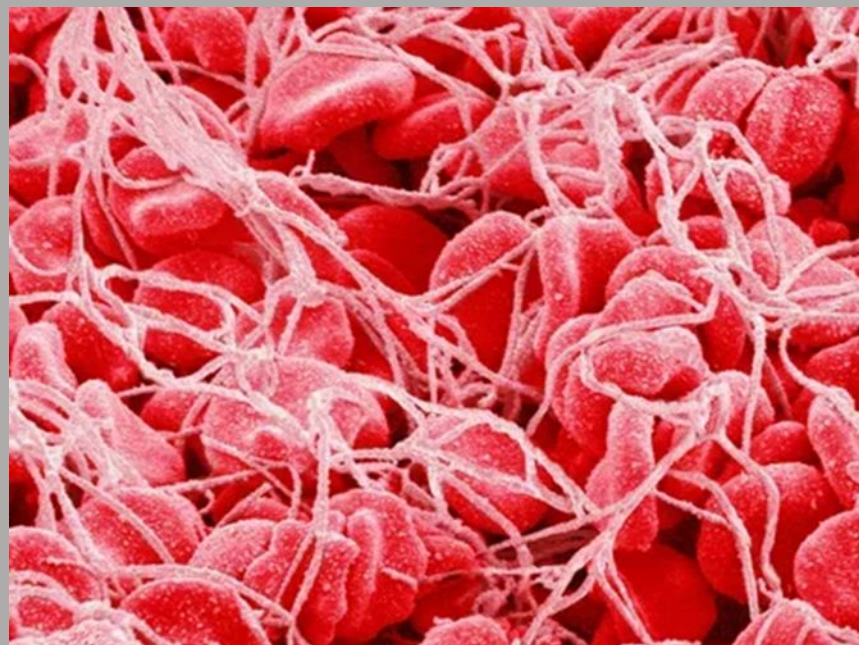
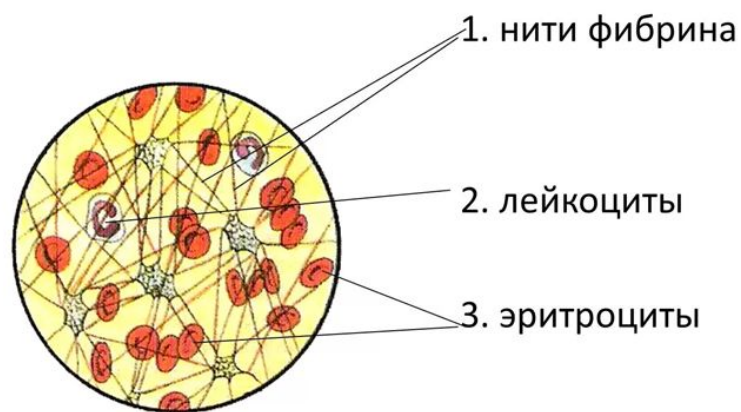
Основные фазы образования тромба



Типы тромбов

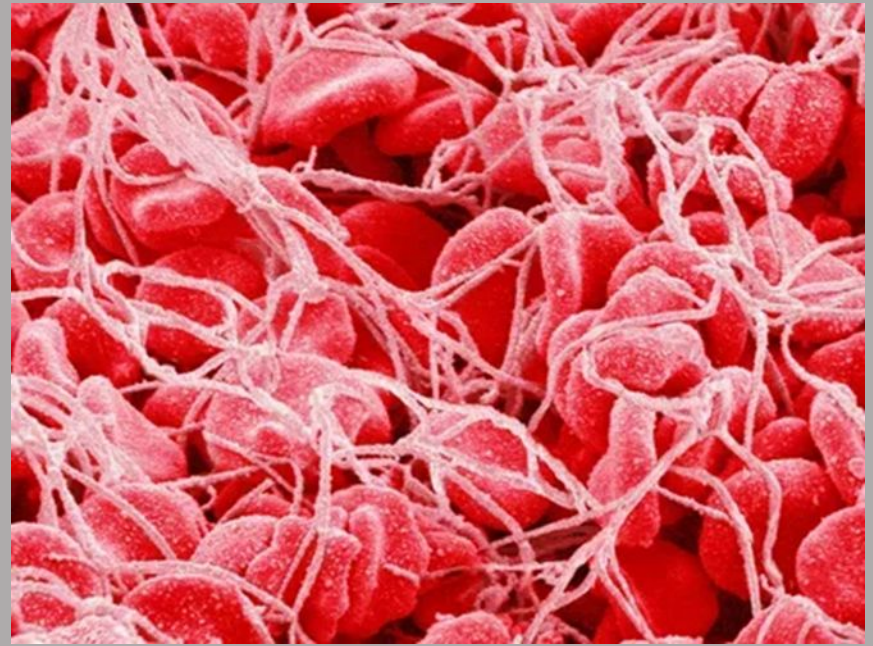
Выделяют 3 типа кровяных сгустков или тромбов: Из фибрина и тромбоцитов образуется **белый тромб**, он содержит относительно небольшое количество эритроцитов. Обычно появляется в тех местах повреждения сосуда, где кровоток обладает большой скоростью (в артериях). В капиллярах (очень маленьких сосудах) образуется **диссеминированные отложения фибрина**. Это и есть второй тип тромбов. И последние – это **красные тромбы**. Они появляются в местах замедленного кровотока и при обязательном отсутствии изменений в стенке сосуда.

Строение тромба



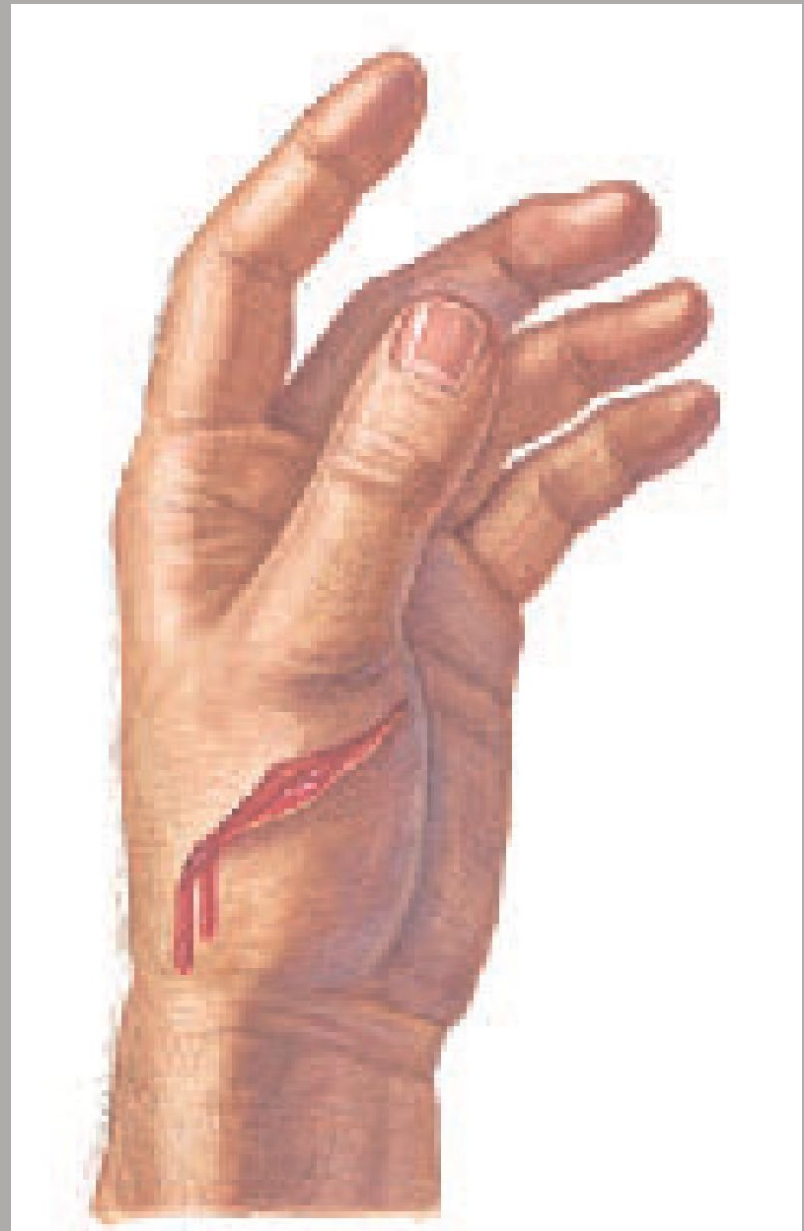
Факторы свертывания крови

Образование тромба является очень сложным процессом, в нем участвуют многочисленные белки и ферменты, которые находятся в плазме крови, тромбоцитах и ткани. Это и есть факторы свертывания крови. Те из них, которые содержатся в плазме, принято обозначать римскими цифрами. Арабскими указываются факторы тромбоцитов. В организме человека имеются все факторы свертываемости крови, находящиеся в неактивном состоянии. При повреждении сосуда происходит быстрая последовательная активация их всех, в результате этого кровь сворачивается.

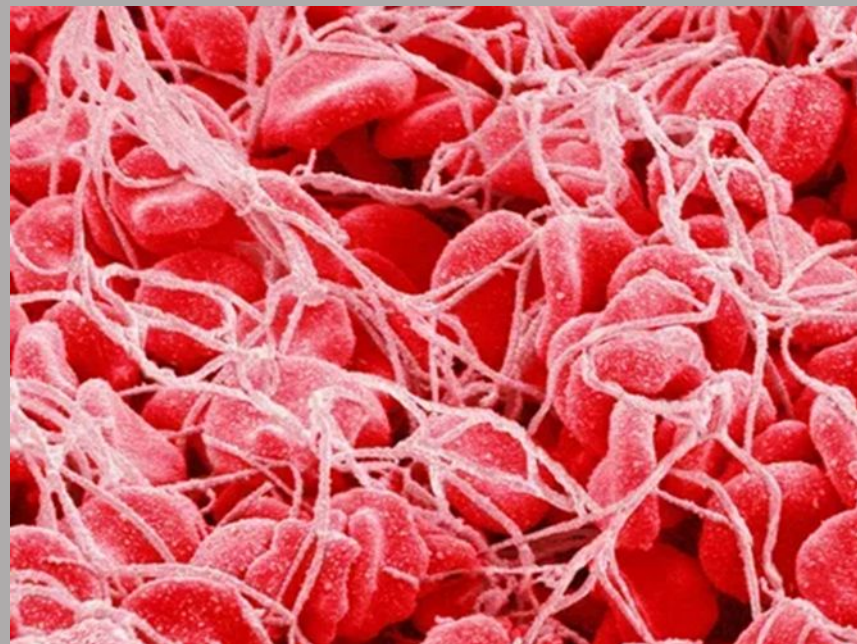


Свертывание крови, норма

Для того чтобы определить, нормально ли сворачивается кровь, проводят исследование, которое называется **коагулограммой**. Сделать такой анализ необходимо, если у человека есть тромбозы, аутоиммунные заболевания, варикозное расширение вен, острые и хронические кровотечения. Также обязательно его проходят беременные женщины и те, кто готовится к операции. Для такого рода исследования обычно берут кровь из пальца или вены. **Время свертывания крови** – это 3-4 минуты. По прошествии 5-6 минут она полностью сворачивается и становится студенистым сгустком. Что касается капилляров, то тромб образуется за время около 2-х минут. Известно, что с возрастом время, затрачиваемое на свертывание крови, увеличивается. Так, у детей от 8 до 11 лет этот процесс начинается через 1,5-2 минуты, а заканчивается уже по истечении 2,5-5 минут.



Фибриноген является белком плазмы, он несет ответственность за образование тромба, его количество может сообщить о воспалении в организме. У взрослых его содержание должно быть 2,00-4,00 г/л, у новорожденных же 1,25-3,00 г/л. **Антитромбин** – это специфический белок, который обеспечивает рассасывание образовавшегося тромба. Конечно, при кровотечениях очень важна быстрая свертываемость крови, чтобы свести кровопотери к нулю. Сама же она всегда должна оставаться в жидком состоянии.



Нервная система может оказать влияние на процесс образования кровяного сгустка. Так, время свертывания крови уменьшается при болевых раздражениях. Условные рефлексy могут также оказать влияние на свертывание. Такое вещество, как адреналин, которое выделяется из надпочечников, способствует скорейшему свертыванию крови. Одновременно с этим он способен сделать артерии и артериолы более узкими и таким образом снизить возможные кровопотери. В свертывании крови участвуют также витамин К и соли кальция.

Что препятствует свертыванию крови? В клетках печени, легких имеется **гепарин** – особое вещество, прекращающее свертывание крови. Оно не дает образовываться тромбопластину. Известно, что содержание гепарина у юношей и подростков после работы уменьшается на 35-46%, у взрослых же не изменяется. Сыворотка крови содержит белок, который получил название **фибринолизин**. Он участвует в растворении фибрина. Известно, что боль средней силы может ускорить свертываемость, однако сильная боль замедляет этот процесс. Препятствует свертыванию крови **низкая температура**. Оптимальной считается температура тела здорового человека. На холоде кровь сворачивается медленно, иногда этот процесс вообще не происходит. Увеличивать время свертывания могут **соли кислот** (лимонной и щавелевой), осаждающие необходимые для быстрого свертывания соли кальция, а также гирудин, фибринолизин, лимоннокислый натрий и калий. Медицинские пиявки могут вырабатывать с помощью шейных желез особое вещество – **гирудин**, которое обладает противосвертывающим эффектом.

Свертываемость у новорожденных В первую неделю жизни новорожденного свертываемость его крови происходит очень медленно, но уже в течение второй недели показатели уровня протромбина и всех факторов свертывания приближаются к норме взрослого человека (30-60%). Уже через 2 недели после появления на свет содержание фибриногена в крови сильно возрастает и становится как у взрослого человека. К концу первого года жизни у ребенка приближается к норме взрослого содержание остальных факторов свертывания крови. Они достигают нормы к 12 годам.