

Физиология крови

Кровь - это жидкая соединительная ткань, осуществляющая в организме транспорт химических веществ (в т.ч. кислорода), благодаря которому происходит интеграция биохимических процессов, протекающих в различных клетках и межклеточных пространствах, в единую систему.

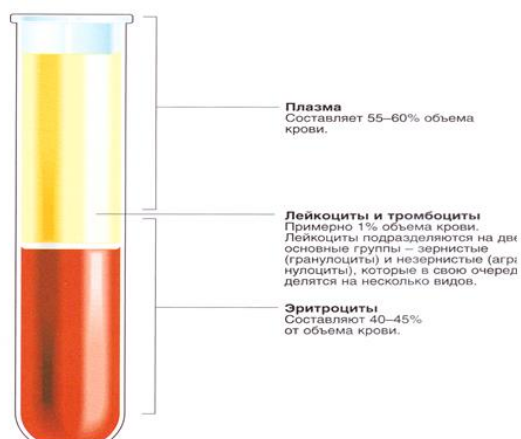
Система крови (по Г.Ф. Лангу) - периферическая кровь, циркулирующая по сосудам, органы кроветворения (красный костный мозг, лимфатические узлы, селезенка), органы кроверазрушения (селезенка, печень, красный костный мозг) и регулирующий нейрогуморальный аппарат. Все перечисленные компоненты данной системы участвуют в выполнении основных функций крови.

Основной функцией крови является перенос различных веществ, в т.ч. тех, с помощью которых организм защищается от воздействия окружающей среды или регулирует функции отдельных органов.

Кровь составляет примерно 8% от веса человеческого тела. Объем крови в норме составляет в среднем у мужчин 5200мл, у женщин 3900мл.

Большинство клеток крови производится в костном мозге - мягкой ткани, находящейся внутри костей. Некоторые клетки крови производятся селезенкой - крупным органом, расположенным в верхней левой части брюшной полости, лимфатической системой и вилочковой железой (тимусом).

Кровь состоит из жидкой плазмы (55-60%) и форменных элементов (40-45%), состоящих из лейкоцитов, эритроцитов, тромбоцитов.



Плазма состоит из воды (до 90%), неорганических солей (до 1%) и

органических веществ (до 9%). Важное значение в жизнедеятельности организма имеют белки плазмы - глобулины и альбумины. Разного типа белки образуются главным образом в печени из поступающих в организм питательных веществ. Альбумины выполняют функцию переноса различных веществ, обеспечивая органы и ткани питательными веществами и гормонами, глобулины (иммуноглобулины) выполняют защитную функцию. К глобулинам относятся белки, участвующие в свертывании крови (например, протромбин и фибриноген). В частности, фибриноген имеет свойство превращаться в нерастворимый белок - фибрин, благодаря чему при повреждении кровеносного сосуда вытекающая из него кровь через некоторое время свертывается, образуя кровяной сгусток, препятствующий дальнейшему кровотечению.

В плазме также находятся питательные вещества (углеводы, жировые и другие вещества), витамины, гормоны, ферменты. Кроме того, в ней всегда присутствуют вещества, образующиеся в процессе жизнедеятельности организма (продукты обмена веществ), подлежащие удалению, они переносятся током крови в почки.

В поддержании буферной функции (смягчение агрессивного действия избытка кислых и щелочных продуктов) крови значительную роль играет буферная активность гемоглобина и эритроцитов. Гемоглобин в тканях нейтрализует кислые продукты промежуточного обмена.

Кислотно-щелочное состояние (КОС) - показатель, определяющий активность ферментов, участвующих в процессе обмена веществ. Активную реакцию pH (содержание в жидкостях ионов водорода) оценивают как слабощелочную - pH-7,35 - 7,45, значительное изменение данного показателя расценивается как патологическое нарушение обмена веществ.

Эритроциты

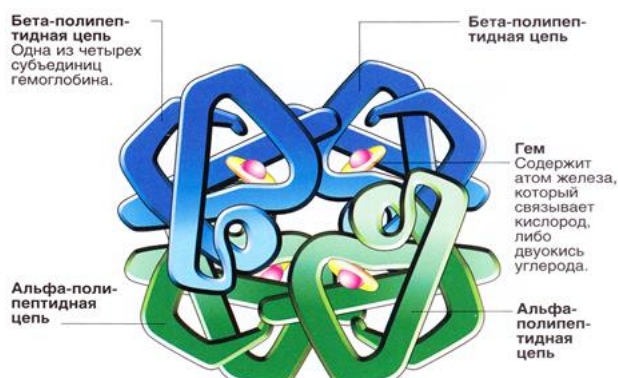
В каждом кубическом миллиметре крови взрослого человека содержится около 5 млн эритроцитов (красных кровяных клеток). Эти клетки имеют важную функцию: транспортируют по организму дыхательные газы (кислород и углекислый газ).

Эритроциты производятся в костном мозге. В процессе развития они утрачивают ядро (часть клетки, которая содержит ДНК) и другие системы, отвечающие за синтез белка. Эритроциты человека имеют форму двояковогнутой линзы, которая обеспечивает одновременно достаточно большой объем клетки, чтобы переносить необходимое количество кислорода, и достаточно большую поверхность, чтобы обеспечить высокую скорость газообмена.



У здорового человека около 40-45% объема крови составляют красные кровяные клетки (это соотношение известно как *гематокрит*). Если гематокрит падает ниже нормального уровня, развивается *анемия*. Поскольку средняя продолжительность жизни эритроцита составляет около 120 дней, причинами анемии могут стать, например, слишком быстрое разрушение или, наоборот, слишком медленное производство красных кровяных клеток. Еще одна причина снижения транспортной функции гемоглобина - генетические заболевания.

Главная составляющая эритроцита, отвечающая за транспорт кислорода, - гемоглобин, сложный белок, разделенный на четыре субъединицы (глобины).



Каждая из них состоит из большой полипептидной белковой молекулы и порфириновой группы, содержащей атом железа, -гема. Таким образом, каждая молекула гемоглобина способна обратимо связать четыре молекулы кислорода.

Примерно 98% кислорода в крови находится в связанном состоянии. Остальные 2% растворены в плазме.

Кислород связывается с гемоглобином, но может быть легко высвобожден. При больших физических нагрузках наступает эритроцитоз (увеличение числа эритроцитов в крови), что способствует увеличению доставки кислорода тканям организма. Эритроциты разрушаются в печени и селезенке, а Fe переходит во вновь родившийся эритроцит.

Лейкоциты

Лейкоциты обладают способностью захватывать и переваривать инородные тела (антигены), бактерии, попавшие в кровь, и вырабатывать иммуноглобулины. Лейкоциты имеют ядро. Они весьма подвижны и участвуют в защитной функции организма. Имеется две группы лейкоцитов: гранулоциты (нейтрофилы, эозинофилы и базофилы) и агранулоциты (моноциты, лимфоциты).

Лейкоцитарная форма - очень часто встречающийся в жизни больного человека показатель, на основании которого клиницисты ставят диагноз и определяют тактику лечения. Она обозначает процентное соотношение различных видов лейкоцитов в крови. В норме их содержится: *нейтрофилов* - 46-47%, *эозинофилов* 1-5%, *базофилов* - 0-1%, *моноцитов* - 10%, *лимфоцитов* - 18-40%.



Моноциты - это активные фагоциты. Проникая к воспалительному очагу, они превращаются в макрофаги, обеспечивая тем самым защитную функцию лимфоцитов.

Лимфоциты составляют до 30% общего числа лейкоцитов. Они играют главную роль в иммунологическом процессе, кроветворной функции. Продолжительность их жизни не превышает 12 дней, но когда они контактируют

с антигенами, то живут уже в сотни раз больше.

Количество лейкоцитов варьирует у разных людей и даже у одного и того же человека от 4000-9000 в мкл крови. Так, рано утром их меньше, во второй половине их больше. Если лейкоцитов больше нормы говорят о *лейкоцитозе*, если меньше - о *лейкопении*. Патологический лейкоцитоз возникает как защитная реакция организма при различных воспалительных заболеваниях, при инфаркте, при аллергических заболеваниях.

Тромбоциты

Тромбоциты - это мелкие безъядерные клетки, которые образуются в костном мозге из фрагментов более крупных клеток. Большую часть времени они никак не проявляют себя, находясь в неактивной форме. Но как только стенка кровеносного сосуда оказывается поврежденной, тромбоциты активируются и образуют тромб, закрывающий поврежденное место.

Формирование кровяного сгустка – достаточно сложный процесс, требующий участия более 30 различных химических веществ. Некоторые из них – факторы коагуляции – стимулируют свертывание крови, другие – антикоагулянты – ингибируют (тормозят).

Основная функция тромбоцитов - способствовать остановке кровотечения. Они обладают свойством расплываться, агрегировать и сжиматься, обеспечивая тем самым начало образования кровяного сгустка. При повреждении сосудов тромбоциты скапливаются в месте травмы, как бы склеиваются, выделяя вещества, суживающие сосуды и вызывающие образование сгустка крови (т. е. из фибриногена крови образуется белок фибрин и нерастворимые нити фибрина с форменными элементами крови образуют тромб, который закупоривает сосуд и останавливает кровотечение).

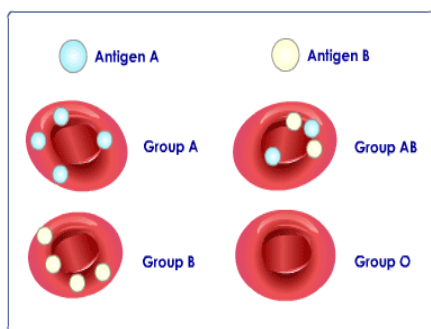
Весь процесс свертывания крови проходит под контролем симпатической нервной системы (за счет выброса адреналина).

Наряду с описанной схемой свертывания крови существует *антисвертывающая система*, которая рефлекторно, за счет воздействия хеморецепторов сосудов и выхода антитромбина, который за счет образования

гепарина (находящегося в базофилах крови) тормозит свертывание, растворяет нити фибрина.

Встречаются люди с нарушением свертывающей системы, т.е. организм не способен рефлекторно остановить кровотечение. Это заболевание генетического характера носит название *гемофилия*. Часто данный процесс наблюдается при браках среди родственников по крови. Гемофилии А и В наследуются по типу, сцепленному с полом, т.е. передают заболевания женщины, а болеют гемофилией лица мужского пола, получившие от матерей патологически измененную Х-хромосому.

Группы крови — нормальные иммуногенетические признаки крови людей, представляющие собой определенные сочетания групповых изоантигенов (агглютиногенов) в эритроцитах с соответствующими им антителами в плазме. Являются наследственными признаками *крови*, которые формируются в период эмбриогенеза и не изменяются в течение жизни человека.



Выделяют 4 группы крови, различающиеся по содержанию агглютиногенов (антигенов А и В) и агглютининов (антител α и β).

I группа - это кровь, в эритроцитах которой нет ни А ни В агглютиногенов, поэтому её также называют нулевой, а в плазме содержатся анти-агглютинины. Более 40% людей европеоидной расы имеют эту группу крови.

II группа - это кровь, содержащая в эритроцитах агглютиноген А, поэтому её еще называют А группой, а в плазме β агглютинины. Такую кровь имеют около 40% людей.

В эритроцитах **III группы** крови содержатся агглютиногены В, поэтому её называют также В группой, а в плазме - α агглютинины. Около 10 % европейцев имеют такую кровь.

Наконец, в эритроцитах **IV группы** находятся как А, так и В агглютиногены, а в плазме нет никаких агглютининов. Эта кровь, называемая также АВ группой, встречается только у менее 6% людей.

Группы крови	Изоантигены в эритроцитах	Групповые антитела в плазме	Частота групп крови среди населения %
0 $\alpha\beta$ (I)	отсутствуют	$\alpha \beta$	33,5
A β (II)	A	β	37,8
B α (III)	B	α	20,5
AB0 (IV)	A и B	отсутствуют	8,1

За открытие групп крови в 1940 году К. Ландштайнер получил Нобелевскую премию. Позже тем же Ландштайнером, а также Винером в эритроцитах человека были обнаружены другие антигены, обозначенные как С, D и E. Кровь, содержащая эти агглютиногены, называется резус-положительной (Rh+). Резус-положительную кровь имеют примерно 85% людей. Кровь остальных называется резус- отрицательная (Rh-). Врожденных антител у людей к этим антигенам не встречается, однако они вырабатываются иммунной системой, если людям, у которых нет резус-фактора перелить кровь, содержащую его в эритроцитах. При повторном переливании резус-отрицательным людям резус-положительной крови разовьется картина близкая к гемотрансфузионному шоку.

В регуляции системы крови (кроветворение, постоянство циркулирующей крови, т.е. морфологического состава и физико-химических свойств плазмы) большая роль принадлежит симпатической и парасимпатической нервной системе.

Работа сердца, почек также влияет на просвет сосудистого русла и скорость кровотока. При необходимости организм может включить и долгосрочные

механизмы (кроветворение и кроверазрушение), если существуют изменения состава крови. Кроветворные органы (красный мозг, селезенка, лимфатические узлы, лимфатическая ткань кишечника и миндалин) регулируются нейрогуморальным методом. Усиление кроветворения — это раздражение симпатического нерва, а парасимпатическое влияние вызывает обратное влияние на кроветворные органы.

Высшим подкорковым центром регуляции кроветворения является гипоталамус. Он же отвечает и за физико-химический состав плазмы крови за счет осмотического давления и подключения внешних и внутренних факторов регуляции осмотического давления (усиления или ослабления потоотделения, удовлетворения жажды или солевого голода и т.д.).