

12+

Игорь Бондаренко

ТАЙНЫ НАШЕЙ
КРОВИ

Игорь Бондаренко

Тайны нашей крови

«Издательские решения»

Бондаренко И.

Тайны нашей крови / И. Бондаренко — «Издательские решения»,

«Кровь есть совсем особый сок» («Фауст», Акт 1, Сцена 4). Так что же это на самом деле, наша кровь? Почему о ней говорят так значимо и так возвышенно? Во всем многообразии и количестве информации на данную тему, книжка, которую вы держите в руках, имеет свою отличительную особенность, о которой Вы узнаете в ходе чтения. Думаю, что прочитав все до конца, Вы будете очень удивлены тем, что узнали о крови. И «удивлены», это еще мягко сказано...

© Бондаренко И.

© Издательские решения

Содержание

Часть 1. Атомно-молекулярная основа крови. Кровь, как мощнейший биохимический компьютер	7
Вода и кислород, как источник жизни крови. Что такое альвеолы, мембраны и капилляры? Простая арифметика крови	9
Форменные элементы крови. Роль эритроцитов и селезенки в жизни человека	12
Что есть гемоглобин? И какова роль атомов железа и кислорода?	13
Устройство кровеносной системы человека. Полые вены. Чем отличается друг от друга артериальная и венозная кровь?	
Газы в крови. Угарный газ. Что есть валентность железа, и какое влияние это оказывает на возникновение метгемоглобина? Синильная кислота, сероводород, цитохромы. Кто враг, а кто помощник?	15
Полицитемия и эритроцитоз, как явление переизбытка кислорода. Чем это грозит организму? Анемия, как итог нехватки в крови кислорода	17
Чем живет кровь? Роль железа, алюминия, кремния. Что есть метгемоглобин, порфирированные кольца и желч? И какую роль во всем этом играет печень, селезенка и костный мозг?	18
Продолжительность жизни клеток крови. Чем чревата потеря крови организмом? Что такое стромы и злокачественная анемия?	20
Витамины. Витамин В12, и что связывает его с кобальтом, фосфором и медью? Роль печени в формировании витамина В12	21
Конец ознакомительного фрагмента.	22

Тайны нашей крови

Игорь Бондаренко

© Игорь Бондаренко, 2026

ISBN 978-5-0070-2092-3

Создано в интеллектуальной издательской системе Ridero



Коллаж автора

Уважаемый читатель! Вам приходилось когда-либо в жизни слышать расхожее выражение «все дело в крови»? Когда люди наблюдали счастливый брак или наоборот неудачный, когда человек совершал преступный поступок или наоборот, достойный восхищения, когда человек был поражен тяжелым недугом, или, отлично выглядел и был совершенно здоров, или, когда личность создавала что-то гениальное, при любом проявлении окружающего, это выражение, как итог людского мнения, всегда подходило как нельзя лучше. Потому что, где-то в глубине души, все понимали, что это так, не смотря на иные сделанные кем-то и когда-то выводы. Так что же это на самом деле, наша кровь? Почему о ней говорят так значимо и так возвышенно?

Уважаемый читатель! Вам приходилось когда-либо в жизни слышать расхожее выражение «все дело в крови»? Когда люди наблюдали счастливый брак или наоборот неудачный, когда человек совершал преступный поступок или наоборот, достойный восхищения, когда человек был поражен тяжелым недугом, или, отлично выглядел и был совершенно здоров, или, когда личность создавала что-то гениальное, при любом проявлении окружающего, это выражение, как итог людского мнения, всегда подходило как нельзя лучше. Потому что, где-то в глубине души, все понимали, что это так, не смотря на иные сделанные кем-то и когда-то выводы. Так что же это на самом деле, наша кровь? Почему о ней говорят так значимо и так возвышенно?

О данной субстанции написаны сотни книг и научных статей по всему миру, снята масса документальных фильмов и поставлено столько же популярных телепередач, однако, до сих пор тайны крови будоражат умы современного человека. Во всем многообразии и количестве информации на данную тему, книжка, которую вы держите в руках, имеет свою отличительную особенность. И вот какую. В ней, в данном случае я, не как автор своего собственного произведения, а как автор — составитель, предлагаю читателю окунуться в несколько сокращенные, но в то же время адаптированные к пониманию наибольшей важности и значимости, повествования о крови, принадлежащие двум всемирно известным мыслящим личностям. А именно: Айзеку Азимову — популяризатору науки, ученому — биохимику и одному из столпов научной фантастики и Рудольфу Штайнеру — философу, одному из родоначальников мировой Антропософии. Тексты разбиты на части с оглавлениями, для лучшего и более удобного восприятия при чтении.

Подача материала в рамках одной книги и одной темы, таких, казалось бы очень разных по своему складу известных, гениальных людей, рождает удивительный эффект. Насколько тонко, увлекательно, детально и всеобъемлюще, демонстрируется читающему весь смысл феномена, называемого человеческой кровью. Думаю, что прочитав все до конца, Вы будете очень удивлены тем, что Вы узнали о ней. И «удивлены», это еще мягко сказано...

Часть 1. Атомно-молекулярная основа крови.

Кровь, как мощнейший биохимический компьютер

Человечество всегда понимало, что именно кровь делает жизнь возможной. Задолго до появления современной науки и медицины было замечено, что продолжительное кровотечение приводило к ослаблению организма и смерти не только у человека, но и любого животного. Как будто вместе с кровью вытекала жизнь.

Даже когда причиной смерти было инфекционное заболевание или удар, не вызывающий кровотечения, или когда человек внезапно загадочно умирал, присутствовал один общий симптом — сердце больше не билось. Другим признаком, отличающим смерть от сна, потери сознания или оцепенения, было прекращение дыхания. Но это было не самое страшное. В конце концов, дыхание можно было произвольно задержать на несколько минут, в то время как сердце не могло по воле человека перестать биться хотя бы на минуту. Человек, не знавший науки, переоценивал значение сердца и крови. Он считал, что в сердце сосредоточены все чувства, возможно, потому, что в зависимости от эмоций оно бьется то чаще, то реже, а древние люди часто считали кровь синонимом жизни. Так, в частности, полагали древние евреи, и это ясно отразилось в Библии. В Книге Бытия (1: 29—30) на шестой день творения Бог обращается к человеку: «Вот, Я дал вам всякую траву, сеющую семя, какая есть на всей земле, и всякое дерево, у которого плод древесный, сеющий семя; вам сие будет в пищу; и всем зверям земным, и всем птицам небесным, и всякому гаду, пресмыкающемуся по земле, в котором душа живая, дал Я всю зелень травную в пищу». В этом отрывке растительный мир отличается от неживого неорганического лишь тем, что растения дают семена и обладают способностью к воспроизведению. Однако описание этого не идет дальше «травы, сеющей семя, дерева, у которого плод древесный...». Только к миру животных применяется слово «жизнь»: «...и всем зверям земным, и всем птицам небесным, и всякому гаду, пресмыкающемуся по земле, в котором душа живая...»

С библейской точки зрения жизнь — дар Бога и никто, кроме него, не может отнять ее у живого существа. Поэтому первоначально в пищу человеку и животным предназначались лишь растения. Они были бескровны, то есть их нельзя было назвать живыми в полном смысле этого слова.

Только после Потопа рацион человека был расширен. В Книге Бытия (9: 2—3) Господь обращается к Ною: «Да страшатся и да трепещут вас все звери земные, и весь скот земной, и все птицы небесные, все, что движется на земле, и все рыбы морские: в ваши руки отданы они; все движущееся, что живет, будет вам в пищу; как зелень травную даю вам все». Другими словами, человек мог превратиться в хищника. Возможно, расширение его диеты было нужно из-за уничтожения запасов пищи Потопом и необходимости быстрого размножения выживших, но в Библии об этом не говорится.

Зато подчеркивается тот факт, что новый завет не посягает на святость жизни. Жизнь по-прежнему дарована Богом, и никто не может ее отнять. В следующих строках (Бытие, 9: 4) Господь говорит: «Только плоти с душою ее, с кровью ее, не ешьте».

Древние евреи верили, что жизнь была в крови животного, и как только кровь уходила, тело становилось бездыханным, как любое бескровное растение, и теперь его можно безнаказанно употреблять в пищу. Эта уверенность высказана еще более ясно в Левите, где даются подробные наставления еврейским священникам, как следует приносить жертвы. Каждый раз, когда в жертву приносится животное, особое внимание уделяется удалению крови. Первое и главное наставление всегда касается именно крови. Господь говорит: «И заколет тельца пред

Господом; сыны же Аароновы, священники, принесут кровь и покропят кровью со всех сторон на жертвенник...» (Левит, 1: 5).

Другими словами, жизнь животного в виде крови отдается Богу на жертвеннике сразу же после смерти животного. После этого безжизненное тело можно обмыть, сжечь и съесть, согласно предписаниям.

До сегодняшнего дня ортодоксальные евреи перед приготовлением мяса стараются удалить всю кровь. Кое-что от этого таинственного отношения к крови сохранилось и у современных европейцев, не придерживающихся законов Моисея. Например, до недавнего времени многие верили, что договор с дьяволом подписывается кровью. Что может быть сильнее, чем скрепленная собственной жизнью бумага, после того как отдана душа? В «Фаусте» Гете Мефистофель говорит: «Кровь, надо знать, совсем особый сок». Это и на самом деле так, хотя и по другим причинам. Мало кто из нас сейчас всерьез верит в эти предрассудки. Мы можем наслаждаться бифштексом с кровью и подписывать важные бумаги чернилами, но все равно в устойчивых выражениях сохранилось признание особого предназначения крови.

О здоровом сильном человеке говорят «кровь с молоком», об аристократе можно сказать, что у него «голубая кровь». О смелом человеке говорят, что у него «верное сердце», тогда как у труса оно «робкое». К крови относятся так, словно это она определяет характер человека, отсюда выражения «благородная кровь» и «дурная кровь». Про потомков одного и того же человека говорят, что у них в жилах течет «одна кровь», и мы говорим о «кровных родственниках», противопоставляя их «родственникам по мужу или жене».

Такое отношение к крови не распространяется только на метафоры. Некоторые люди по-прежнему думают, что кровь намного больше связана с жизнью, чем другие ткани и органы, и что переливанием крови можно передать качества одного человека другому. Во время Второй мировой войны из-за глупых предрассудков в США были попытки помешать представителям Красного Креста смешивать кровь американских негров с кровью их светлокожих сограждан. В действительности между кровью негров и белых разница не больше, чем между кровью двух разных белых людей. Хотя чувства не скрываются в сердце, хотя кровь не значит жизнь и не определяет характер человека, истинные свойства крови намного замечательнее, чем выдуманные человеком мифы, и даже вызывают священный трепет.

Вода и кислород, как источник жизни крови. Что такое альвеолы, мембраны и капилляры? Простая арифметика крови

Жизнь возникла благодаря воде. Химические реакции, происходящие в живых тканях, требуют участия молекул, плавающих в воде или находящихся на поверхности мембран, которые омываются водой. Эти реакции часто и происходят с участием самих молекул воды. Этому не надо удивляться. Жизнь зародилась в океане и никогда не покидала его. Внутри нас по-прежнему океан. Единственными тканями в нашем организме, в которых содержание воды относительно невелико, являются жировая и костная (скелет). В них содержится всего около **25%** воды. И жировая, и костная ткани довольно пассивны. Нельзя сказать, что они не живые и в них не происходит никаких процессов. Просто процессы эти замедлены по сравнению с другими тканями. В бурном круговороте химических веществ в организме жировая и костная ткани могут сравниться с тихими улочками посреди оживленных проспектов.

С кровью дело обстоит совсем иначе. Поскольку это жидкость, то можно предположить, что она содержит воды больше, чем другие ткани. Но это не совсем справедливо. В целом в тканях организма, если не принимать во внимание жировую и костную, содержится от **70 до 85%** воды. В этом отношении кровь представляет собой нечто среднее. Она на **80%** состоит из воды. Сердце и почки также состоят из воды на **80%**, хотя они и не жидкие, как кровь. Больше всего воды содержится в сером веществе головного мозга — **85%**.

Если бы единственной функцией крови было перемещение кровяных клеток с места на место, то для этой цели сгодилась бы любая жидкость. Если бы жизнь зародилась в океане, состоящем не из воды, а из другой жидкости, эта жидкость выполняла бы ту же функцию, что и вода. Например, из всех известных веществ только вода является лучшим растворителем, то есть она может растворять многие вещества, не повреждая при этом их молекулы. По своему опыту мы все знаем, что столовая соль, двууглекислый натрий, сахар и алкоголь — самые обычные вещества, растворимые в воде. Существуют еще тысячи веществ, которые растворяются в воде столь же легко, а также тысячи других, растворяющихся не полностью. В результате жидкая часть крови переносит не только клетки, но и все растворимые вещества. Ни одна другая жидкость на это не способна, ни в одной жидкости не может происходить так много разных реакций, и ни одна жидкость не в состоянии обеспечить живые ткани столь большим разнообразием химических веществ. Из всего разнообразия веществ, находящихся в окружающей среде, воздух, или, точнее, кислород, является самым жизненно необходимым. Если нужно, мы можем несколько дней обходиться без воды, а без пищи неделями. Я не хочу сказать, что это приятный процесс, однако наш организм способен накапливать питательные вещества и воду, чтобы поддерживать нас в трудный период. Когда речь заходит о воздухе, дело обстоит совсем по-другому. Стоит прекратить доступ воздуха всего на пять минут, и наступит смерть. Раз кислород так необходим, организм должен обладать специальной системой, которая бы снабжала им все органы. Хорошенько запомните следующее: кислород нужен не только вам и вашему организму в целом. Он необходим каждой из множества миллиардов микроскопических клеток. У каждой клеточки должен быть свой запас кислорода, иначе она погибнет. Клетка не сможет выжить, если кислород есть у ее соседа. Ей нужен свой собственный.

Всем известно, что кислород поступает в организм из воздуха при дыхании. Однако это только первый шаг. Простой вдох приводит всего лишь к тому, что воздух через нос попадает в легкие. Это ни в коей мере не поможет какой-нибудь клетке большого пальца ноги заполучить свою порцию кислорода. Попав в легкие, кислород начинает свое путешествие. Внутренняя оболочка легких покрыта тончайшей пленкой воды, в которой растворяется кислород. **Воздух**

состоит на одну пятую часть из кислорода и на четыре пятых из азота. Азот, не приносящий пользу организму в том виде, в каком он находится в воздухе, также растворяется в этой водной пленке. Только кислород, попавший на водную пленку, успевает раствориться в ней прежде, чем вы сделаете выдох, вытолкнув почти весь воздух из легких, и вдохнете новый.

Воздух проходит через рот или нос и попадает в дыхательное горло, или, по-научному, трахею. Ее можно нащупать на шее, над и под адамовым яблоком. У самого основания шеи трахея разделяется на два бронха, каждый из которых входит в легкие. В легких бронхи делятся снова и снова, подобно мелким веточкам дерева. Каждое крошечное ответвление заканчивается полым мешочком, который получил название *легочной альвеолы*. Легкие сплошь состоят из этих мешочков, что делает их похожими на губку.

Когда вы делаете вдох, воздух попадает в миллионы альвеол. Каждая альвеола снабжена тонкой водяной пленкой, выстилающей внутреннюю поверхность; альвеола настолько мала, что весь кислород находится вблизи от этой пленки. Внутренняя поверхность всех вместе взятых альвеол огромна, и так же огромна площадь водных пленок. Если бы можно было разгладить поверхность всех альвеол, она бы покрыла площадь около ста квадратных метров или пять больших комнат. Благодаря влажной поверхности, в которой может растворяться кислород, между вдохом и выдохом *одна пятая часть кислорода* воздуха, попавшего в легкие, растворяется в водной пленке. Мы вдыхаем **20%** кислорода, а выдыхаем только **16%**. При обычном спокойном дыхании в легкие попадает и выдыхается около **500 кубических сантиметров** воздуха. Из них **100 кубических сантиметров** составляет кислород. 100 кубических сантиметров вдыхается, выдыхается всего 80, а 20 кубических сантиметров поглощается. Мембрана, покрывающая альвеолы, очень тонкая. Ее толщина всего около одного микрона. *Микрон* — одна из единиц системы измерения, используемая учеными всего мира и жителями всех стран, за исключением англоговорящих. Микрон равен одной миллионной части метра или одной десяти тысячной части сантиметра.

Итак, эта мембрана слишком тонка, чтобы удерживать воду. Маленькие молекулы, например молекулы воды (состоящие из трех атомов) или кислорода (состоящие из двух атомов), просачиваются сквозь нее, проходя через микроскопические отверстия в мембране или передвигаясь между молекулами, из которых она состоит, или, возможно, при помощи какого-то другого, пока неизвестного нам способа. Мембрана, которая пропускает молекулы, называется *проницаемой*. Процесс, во время которого молекулы проходят сквозь вещество (будь то газ, жидкость или твердое тело) или тонкую мембрану, называется *диффузией*. Мембраны, выстилающие альвеолы, пропускают только мелкие молекулы. В человеческом организме есть и более крупные молекулы, состоящие из сотен или даже тысяч атомов. Они не могут пройти через альвеолярную мембрану. Поэтому она называется *полупроницаемой*. Другими словами, она проницаема для одних молекул, но непроницаема для других.

Все живые клетки окружены полупроницаемыми мембранами, и это жизненно важно. Если бы клетка была не в состоянии удерживать одни молекулы внутри, а другие снаружи, по химическому составу она бы не отличалась от окружающей среды и не могла бы существовать. В итоге кислород из воздуха переходит в клетки, выстилающие альвеолу. Под этими клетками расположена еще одна мембрана. Она не толще первой и представляет собой стенки крошечных кровеносных сосудов — *капилляров*. Частая капиллярная сеть плотно охватывает каждую альвеолу. Стенка капилляра также представляет собой полупроницаемую оболочку. Молекулы кислорода проникают сквозь нее, чтобы уравнивать количество кислорода с обеих сторон. Как только кислород проходит через стенку, он оказывается в кровяном русле, где начинается другая стадия его путешествия.

Сколько крови в человеческом теле?

Кровь составляет от шести до восьми процентов от веса тела. Объем крови у всех людей немного различается, и у мужчин он больше, чем у женщин. Другими словами, на каждый

килограмм массы тела (1 килограмм равен 1000 граммов) приходится около **77 миллилитров** крови у мужчин и **66 миллилитров** крови у женщин. В теле семидесятикилограммового мужчины содержится около **5,4** литра крови, пятидесятикилограммовой женщины — около **3,3** литра крови. Но из всего количества крови вода составляет **80%**, и в основном в ней растворяется кислород. Количество воды в кровеносных сосудах среднего человека массой 70 килограммов составляет около **4,3 литра**. При температуре тела в каждом литре воды растворится 7 миллиграммов кислорода, то есть всего около 30 миллиграммов. Обычному взрослому мужчине требуется не менее **23 400 миллиграммов кислорода в час** или около **390 миллиграммов в минуту**, при условии что он находится в теплом помещении и ничего не делает.

Все выглядит очень просто. При каждом вдохе тело поглощает около **20 миллилитров кислорода**. Поскольку в спокойном состоянии человек делает примерно **16 вдохов в минуту, значит, мы поглощаем в минуту около 450 миллиграммов кислорода**. Один миллилитр кислорода весит 1,43 миллиграмма. Этого достаточно, чтобы обеспечить уровень жизнедеятельности выше минимального. При этом мы можем не просто безмятежно лежать. Конечно, когда человек начинает работать физически, увеличивается его потребность в кислороде, и он начинает дышать чаще. Если образец крови перелить в пробирку и быстро прокрутить (в аппарате под названием *центрифуга*), элементы крови под действием центробежной силы осядут на дно пробирки. Когда вы вынете пробирку из центрифуги, увидите, что нижняя часть ее содержимого представляет собой темно-красную массу спрессованных кровяных телец. Верхняя часть свободна от них, там осталась лишь бледно-желтая жидкость — **плазма крови** или просто **плазма**. Точнее говоря, форменные элементы крови составляют около **45%** ее объема, а оставшиеся **55% представлены жидкой плазмой**. Это может показаться странным, потому что выше я говорил, что кровь на 80% состоит из воды, но не забывайте, что форменные элементы также содержат значительное количество воды. Ни в коем случае нельзя считать, что плазма полностью состоит из воды. Дело обстоит так: в форменных элементах находится от **65 до 70%** воды, в плазме — около **92%**, в цельной крови, как ее часто называют, — **80%** воды.

Форменные элементы крови. Роль эритроцитов и селезенки в жизни человека

В крови имеется три вида форменных элементов. В порядке уменьшения их размера это:

- 1) *лейкоциты, или белые клетки*
- 2) *эритроциты, или красные клетки*
- 3) *тромбоциты*

Красные клетки (по-гречески «эритроциты») нельзя назвать полноценными. Полноценная клетка состоит из центральной части, отделенной от содержимого клетки тонкой оболочкой, эта часть называется **клеточным ядром**. Часть клетки, окружающая ядро, называется **цитоплазмой**. В цитоплазме клетки протекают почти все химические процессы, но именно ядро ответственно за механизм репродукции (воспроизведения) клетки, то есть ее деления на две новые.

В красных клетках человека нет ядра. Первоначально они формируются в костном мозге черепа, ребер и позвоночника. У детей они также могут формироваться в костном мозге в окончаниях длинных костей рук и ног. Сначала появляется большая клетка с ядром, не обладающая характерным красным цветом. Она носит название *мегалобласта*. Затем она окрашивается в красный цвет и становится *эритробластом*. Продолжая развиваться, клетка уменьшается в размере и становится *нормоцитом*. После этого она утрачивает ядро и превращается в *ретикулоцит*. **Ретикулоциты** попадают в кровеносную систему и через несколько часов становятся полноценными красными клетками. В нормальной крови одна красная клетка из двухсот находится на стадии ретикулоцита. Красная клетка выполняет свои обязанности в крови, но без ядра не может больше расти и развиваться. Истощившись, она расщепляется. У нее не остается потомства. Ее должны заменить новые красные клетки. Из-за отсутствия ядра эритроциты называются иногда не клетками, а красными тельцами. Красная клетка также меньше обычных клеток. К примеру, диаметр белой клетки, обладающей ядром, — от **10 до 20** микронов. Диаметр красной клетки всего **7,5** микрона. Это не намного больше размера ядра обычной клетки, иногда даже меньше. Красная клетка по форме напоминает диск или монету, ее толщина около 2 микронов. Этот диск двояковогнутый: то есть средние части плоских сторон вдавлены внутрь. Цвет отдельного эритроцита совсем **не красный**, а скорее напоминает желтый. Однако когда эти клетки собираются в массу, то приобретают насыщенный красный цвет.

Оказывается, в крови взрослого мужчины содержится в среднем **5 400 000** красных клеток **на каждый кубический миллиметр**, а в крови взрослой женщины — **4 800 000 клеток**. Таким образом, в крови среднего мужчины находится около **30 000 000 000 000** (тридцати триллионов красных клеток).

В организме имеется резервуар для крови — **селезенка**, орган размером с кулак, расположенный справа возле желудка. В ней находятся полости (*синусы*), наполненные кровью, которая особенно богата красными клетками. В запасе имеется **5 000 000 000 000** (пять триллионов) красных клеток. Сокращение селезенки во время физической нагрузки, в жаркие дни или при внезапном испуге приводит к выбросу красных клеток в кровь. Вес женщины меньше, чем у мужчины, поэтому у нее также меньше крови и, следовательно, меньше красных клеток. У средней женщины массой 55 кг в организме имеется **17 000 000 000 000** (17 триллионов) красных клеток. Это всего две трети от содержащихся в мужском организме, однако женщины от этого не страдают. Красная клетка состоит в основном из **гемоглобина** и воды, покрытых полупроницаемой мембраной.

Что есть гемоглобин? И какова роль атомов железа и кислорода? Устройство кровеносной системы человека. Полые вены. Чем отличается друг от друга артериальная и венозная кровь?

Гемоглобин — это белок. Белки — сложные и важные молекулы организма. Молекула гемоглобина довольно крупная и состоит из тысяч атомов шести разновидностей. Ее размер, как и размер любой другой молекулы, количественно измеряется *молекулярной массой*. При этом сравниваются масса молекулы и масса атома кислорода, который, как произвольно установили, равен 16. Таким образом, молекулярная масса молекулы водорода, состоящая из двух самых маленьких атомов, равняется всего 2. Молекула воды, состоящая из двух атомов водорода и одного атома кислорода, имеет массу, равную 18. Масса же молекулы гемоглобина — 68 000.

Что касается транспортировки кислорода, то самую важную роль в этом процессе играют *четыре атома железа*, которые содержит каждая молекула гемоглобина. Оказываясь поблизости от молекул кислорода, гемоглобин связывается с ними, в результате чего получается новое вещество — *оксигемоглобин*. Точками взаимодействия являются атомы железа, поэтому они так важны. Поскольку в молекуле гемоглобина содержатся четыре атома железа, каждая из них может перенести до четырех молекул кислорода. У покинувшей легкие красной клетки молекулы кислорода прикреплены примерно к 95% атомов железа. Это намного более эффективный способ переноса кислорода, чем его растворение в крови. В одной красной клетке содержится **270 000 000** (270 миллионов) молекул гемоглобина. Если каждая из них будет переносить по четыре молекулы кислорода, то в одной клетке их окажется свыше **1 000 000 000** (1 миллиарда). Если бы красная клетка состояла только из воды, то могла перенести всего **14 000 000** (14 миллионов) молекул кислорода, растворив их в воде. Поэтому в качестве транспортного средства для молекул кислорода красная клетка намного эффективнее воды, и поэтому мы можем надолго задерживать дыхание. **Сердце** — полый мышечный орган. Он вертикально разделен на две равные части, правую и левую. В свою очередь, каждая часть разделена горизонтально, так что в целом сердце имеет четыре отделения. Верхние отделения называются *предсердиями*, а нижние — *желудочками*.

Давайте начнем с правого желудочка. По мере сокращения сердца из него выталкивается кровь. Она не может двигаться в предсердие, поскольку между желудочками и предсердиями находятся клапаны, пропускающие кровь только в одном направлении. Кровь легко переходит из предсердия в желудочек, но не наоборот, если только человек не страдает заболеванием сердца. Вытолкнутая из правого желудочка кровь выходит из сердца и попадает в кровеносный сосуд — *легочную артерию*.

По легочной артерии кровь поступает к легким. Там артерия разделяется и многократно разветвляется, пока не образует сеть капилляров, о которой я уже упоминал. В этих капиллярах молекулы гемоглобина, содержащегося в красных клетках, собирают кислород и превращаются в оксигемоглобин. Кровь медленно покидает капилляры и начинает движение из легких обратно к сердцу. По пути капилляры сливаются, образуя все более крупные сосуды, пока наконец не превращаются в *легочную вену*. По легочной вене кровь несет к сердцу запас оксигемоглобина и попадет в левое предсердие. Из левого предсердия через клапан кровь попадает в левый желудочек. Сердце опять сокращается, кровь из левого желудочка устремляется вперед со скоростью 25 метров в минуту прямо в самую крупную артерию организма — *аорту*. В самом начале от аорты ответвляются несколько артерий, включая *сонную артерию*, и *ведут*

к голове и рукам. Главный ствол аорты тянется по всему туловищу и в области поясницы разделяется на две **подвздошные артерии, ведущие к органам таза и ногам.**

Постепенно оксигемоглобин красных клеток опять превращается в простой гемоглобин, а кровь теряет свой запас кислорода. Когда она проходит через капилляры, кислорода в ней почти не остается. Капилляры начинают соединяться в **венулы**, затем во все более крупные **вены**, пока «использованная» кровь не попадает в **нижнюю полую вену**, несущую кровь к сердцу от ног и туловища, и **верхнюю полую вену**, которая несет кровь от рук и головы. Из этих вен кровь попадает в **правое предсердие**. Оказавшись в правом предсердии, кровь проходит в правый желудочек и из него вытекает в легочную артерию, чтобы вернуться к легким и начать свой путь заново.

Таким образом, кровь движется по кругу, поэтому мы говорим о **системе кровообращения**. Стенки правого желудочка сравнительно тонкие, потому что ему приходится подавать кровь только **в легкие (малый круг кровообращения)**. Стенки левого желудочка намного толще, поскольку он снабжает кровью **все остальные органы (большой круг кровообращения)**. Оба желудочка сокращаются **одновременно**, поэтому оба этих вида кровообращения **синхронны**.

Кровь, наполненная кислородом, почти весь гемоглобин которой превратился в оксигемоглобин, называется **артериальной кровью**. **Кровь, лишенная кислорода** и почти не имеющая гемоглобина, называется **венозной кровью**.

Артериальная кровь яркая, а венозная имеет синеватый оттенок. Именно артериальная кровь имеет свой характерный цвет, который мы видим, когда она начинает течь из поврежденных тканей. Даже если порезана вена и из раны вытекает венозная кровь, то все равно при контакте с воздухом она превращается в артериальную. Она быстро поглощает кислород, и оксигемоглобин тут же окрашивает ее в ярко-красный цвет. В нормальной атмосфере гемоглобин связывает только кислород. Это значит, что на связывание кислорода не оказывают воздействия другие компоненты воздуха: азот, двуокись углерода, пары воды или аргон. Гемоглобин собирает исключительно молекулы кислорода.

Газы в крови. Угарный газ. Что есть валентность железа, и какое влияние это оказывает на возникновение метгемоглобина? Синильная кислота, сероводород, цитохромы. Кто враг, а кто помощник?

Однако некоторые газы могут помешать процессу сбора молекул кислорода.

Например, если углерод или углеродсодержащее вещество, такое, как уголь или бензин, сжечь при недостатке кислорода, образуется некоторое количество монооксида углерода, или *угарного газа*. Молекула угарного газа состоит из одного атома углерода и одного атома кислорода. Когда кислорода в достатке, образуется двуокись углерода. Ее молекула состоит из атома углерода и двух атомов кислорода. *Угарный газ* — довольно активное вещество. Он может соединиться с кислородом и превратиться в менее активную двуокись углерода. Угарный газ способен соединяться и с другими веществами, например с железом. Если в воздухе присутствует небольшое количество угарного газа, он попадет в легкие, и некоторые молекулы газа проникнут через мембраны альвеол в кровь. Оказавшись в крови, молекулы угарного газа прикрепятся к атомам железа, находящимся в составе гемоглобина. Любая молекула гемоглобина, переносящая угарный газ вместо кислорода, бесполезна для дыхания. Если вывести из строя небольшое количество гемоглобина, последствия не будут серьезными, потому что в организме есть его запасы. В любое время вы можете сдать Красному Кресту пол-литра крови и нисколько не пострадать от этого. Однако угарный газ имеет отвратительное свойство, которое делает его особенно опасным. Прикрепившись к атому железа, он держится очень крепко. Он не может легко освободиться от него в отличие от молекулы кислорода. Происходит процесс накопления. И хотя содержание угарного газа в воздухе мало, со временем большая часть гемоглобина в крови начинает циркулировать впустую. Его молекулы, связанные с угарным газом, не могут связывать кислород, и в итоге постепенно развивается удушье. *При наличии в воздухе всего 0,5% угарного газа смерть наступает менее чем через полчаса.*

Атом железа, входящий в состав молекулы гемоглобина, может существовать в одной из двух форм: как двухвалентный ион или как трехвалентный ион. Они различаются электрическим зарядом. Двухвалентное железо имеет двойной положительный заряд, а трехвалентное — тройной положительный заряд. В гемоглобине присутствует двухвалентное железо, и прикрепляемая к нему молекула кислорода не изменяет его свойства. Атомы железа в оксигемоглобине по-прежнему двухвалентные. Это кажется странным, поскольку двухвалентное железо не такое стабильное, как трехвалентное, и в присутствии кислорода имеет тенденцию превращаться в последнее. Но если мы рассмотрим этот процесс подробнее, все прояснится. Двухвалентное железо гемоглобина действительно превращается в трехвалентный ион в присутствии кислорода, и этот процесс постоянно происходит в крови. Изменение двухвалентного иона на трехвалентный является примером типа химических изменений, известных под названием *окисление*. Окисленный гемоглобин становится *метгемоглобином*. К счастью, в крови есть вещество, которое способно изменять трехвалентный ион сразу после его появления на двухвалентный. Такое обратное изменение представляет собой пример химической реакции под названием *восстановление*. По этой причине вещество, изменяющее трехвалентный ион на двухвалентный, называется восстановителем метгемоглобина, или, по-научному, *метгемоглобинредуктазой*. Причиной, по которой организм должен следить, чтобы двухвалентное железо не превращалось в трехвалентное, является тот факт, что *трехвалентное железо не способно присоединять кислород*.

Иногда дети рождаются с дефектом системы восстановления метгемоглобина. Их организм не в состоянии полностью перевозить метгемоглобин в крови в обычный гемоглобин в крови, и от 10 до 45% их гемоглобина пребывает в этом бесполезном для жизни состоянии. Это не обязательно мешает им жить, как живут все обычные люди, но часто после физических нагрузок возникает затрудненность дыхания, когда нужно больше кислорода и организм не может позволить себе нехватку гемоглобина. Это состояние называется *врожденной метгемоглобинемией*. Есть химические вещества, которые особенно легко взаимодействуют с железом, когда этот металл является трехвалентным. В качестве примеров можно назвать *синильную кислоту* (газ, используемый для умерщвления преступников в газовых камерах) и *сероводород* (газ с запахом тухлых яиц, знакомый каждому, кто побывал в химической лаборатории, учась в старших классах).

Оба газа чрезвычайно ядовиты, потому что в клетках соединяются с определенными жизненно важными белками. Эти *белки (цитохромы)* содержат трехвалентные атомы железа и присутствуют в незначительных количествах. Даже ничтожные количества сероводорода или синильной кислоты, взаимодействуя с железом, полностью выводят цитохромы из строя, поэтому способны погубить организм.

Если человек пострадал от подобного отравления, одним из способов лечения является введение в его организм таких химических веществ, которые превратят некоторое количество гемоглобина в метгемоглобин. Как только атомы железа станут трехвалентными, они возьмут на себя молекулы сероводорода или синильной кислоты и восстановят работу цитохромов. В ответ на низкий уровень кислорода в крови его механизм по выработке красных кровяных телец, находящийся в костном мозге, приступает к производству дополнительных красных клеток, и постепенно кровь становится более эффективным переносчиком кислорода.

Полицитемия и эритроцитоз, как явление переизбытка кислорода. Чем это грозит организму? Анемия, как итог нехватки в крови кислорода

Состояние, при котором в крови увеличено содержание красных телец, называется *полицитемией* (от греческих слов, означающих «много клеток в крови»). Когда человек живет на высокогорном плато, полицитемия только желательна. А на уровне моря она может стать опасной, поскольку *слишком большое количество* красных клеток *сгущает кровь*, делая ее более вязкой, что препятствует нормальной циркуляции крови и функционированию организма в целом. Именно это может произойти, если у человека нарушены регуляторные механизмы. Например, уплотнение или утолщение стенок кровеносных сосудов, питающих костный мозг, может привести к тому, что к нему будет поступать недостаточно крови. Испытывая кислородное голодание, костный мозг приступит к выработке дополнительного количества красных клеток, которые на самом деле организму не нужны. *Эритроцитоз* — это серьезное неизлечимое заболевание.

Другой причиной неполадок в организме, не связанной с содержанием кислорода в атмосфере, может быть недостаток гемоглобина. Иногда по той или иной причине в организме человека вырабатывается недостаточное количество гемоглобина. Это может происходить из-за нехватки красных клеток или потому, что в самой красной клетке недостаточно гемоглобина. Какой бы ни была причина, это расстройство носит название *анемии* (от греческого слова «*малокровие*»). Дефицит гемоглобина лишает кровь ее основного свойства: цвета. Люди, страдающие анемией, обычно бледны, словно им и в самом деле не хватает крови. При недостатке гемоглобина снижается поступление кислорода к клеткам. В результате производится меньше энергии, и люди быстрее устают.

Чем живет кровь? Роль железа, алюминия, кремния. Что есть миоглобин, порфирированные кольца и желч? И какую роль во всем этом играет печень, селезенка и костный мозг?

Самой распространенной причиной анемии является нехватка железа в организме. Иногда это происходит из-за недостатка железа в пище, но часто химический анализ показывает, что железа в рационе более чем достаточно, а в организме его по-прежнему не хватает. Причина кроется в том, что организм с трудом усваивает железо из пищеварительного тракта. Атомы железа в составе простых молекул довольно легко проникают сквозь стенки кишечника. Железо в составе гемоглобина, являющееся частью сложной системы атомов — *гема*, усваивается с трудом. К сожалению, почти все железо в пище содержится в форме гема. По этой причине *всего около 10% железа* усваивается организмом, а остальное выводится.

Жизнь зародилась в океане, и живая ткань в основном состоит из присутствующих в океане элементов. В земной коре чаще всего встречаются три элемента, которых совсем мало в океане. Это *кремний* (второй по распространенности элемент), *алюминий* (третий) и *железо* (четвертый). Кремний и алюминий не входят в состав живых тканей. Железо входит в состав живых тканей, правда, в очень малых количествах. В организме существуют сложные жизненно важные белковые молекулы, для нормальной работы которых необходимы небольшие количества железа. Это *цитохромы*, о которых я уже упоминал ранее в связи с токсическим действием синильной кислоты. Цитохромы распределяют кислород в клетках, помогая его взаимодействию с содержащимся в пище водородом и таким образом высвобождая энергию, которая поддерживает жизнеспособность клеток. Цитохромы имеются во всех клетках, за исключением некоторых бактерий.

Цитохромам в клетках взрослого мужчины массой 70 килограммов для нормального функционирования требуется *около 0,8 грамма железа*. Это не так уж много для всего организма. К сожалению, железо нужно не только цитохромам. Когда организмы стали многоклеточными и появилось кровообращение, образовался железосодержащий белок — гемоглобин. Молекулы гемоглобина должны были путешествовать в легкие (или жабры) для присоединения кислорода и возвращаться в клетки к цитохромам. Потребовалось значительное увеличение количества железа.

В мышечной ткани находится белок *миоглобин*, молекулы которого сходны с молекулами гемоглобина, но составляют всего четверть их размера и содержат один атом железа. Миоглобин действует как посредник, принимая *кислород у гемоглобина* в крови и передавая его *цитохромам* в мышечных клетках.

Кроме того, организм всегда запасает немного железа на будущее в виде белковых молекул — *ферритина*, которые находятся в *печени, селезенке и костном мозге*. Молекула ферритина по массе почти на четверть состоит из железа.

Общее количество железа в организме, включая гемоглобин, миоглобин и ферритин, составляет *около 7 граммов*.

Опасность естественной потери железа возникает тогда, когда погибает красная клетка. Красные клетки не вечны. Постепенно они стареют, распадаются и погибают. Когда это происходит, молекулы гемоглобина в составе красных клеток также погибают. На *95%* молекула гемоглобина состоит из белка, не содержащего железа. Он носит название *глобина*. Оставшиеся *5%* молекулы гемоглобина представляют собой железосодержащий гем. Кроме атома железа, гем состоит из сложной конструкции атомов, которая называется *порфириновым кольцом*.

Организм избавляется от гема, разрывая порфириновое кольцо, и освобождая атом железа. **Разорванное кольцо лишённое железа, является одним из желчных пигментов** (пигментом оно называется потому, что эти соединения обычно окрашены. Само порфириновое кольцо и молекулы, в которые оно входит как составная часть, окрашены в пурпурный цвет. Слово «порфирин» происходит от греческого «пурпурный».)

Цвет желчных пигментов варьируется от красного до зеленого. После образования они выделяются из крови печенью, которая отправляет их в кишечник в составе секрета — **желчи**. Иногда случается, что проток, ведущий от печени к кишечнику, через который должна проходить желчь, заблокирован камнем. В этом случае пигмент накапливается сначала в печени, а потом переходит в кровь. Зеленоватый цвет пигмента просвечивает через кожу. Это состояние известно как **желтуха**.

Большинство атомов существуют в нескольких разновидностях, которые называются **изотопами**. Например, атомы азота существуют в двух разновидностях — **азот 14 и азот 15**. Из них чаще встречается азот 14. Из всех атомов азота он составляет **99,64%**, а азота 15 всего **0,36%**. Молекула гемоглобина состоит из **750** атомов азота, из которых всего **два атома** (в среднем) представлены азотом 15, а остальные — азотом 14. Ученые сумели выделять изотопы и создать азотсодержащие вещества с необыкновенно высоким содержанием азота 15. Одним из таких веществ является **глицин**, который при добавлении в пищу усваивается организмом и включается во все белки, в том числе и в гемоглобин. Он может как включиться целиком в глобин, так и в виде фрагментов, содержащих атомы азота, в гемовую часть молекулы гемоглобина.

Продолжительность жизни клеток крови. Чем чревата потеря крови организмом? Что такое стромы и злокачественная анемия?

Средняя продолжительность жизни человеческой красной клетки равняется примерно *ста двадцати пяти дням*. Если в организме взрослого человека в среднем находится **25 000 000 000 000** (25 триллионов) красных клеток и каждый день разрушается 0,8% из них, значит, каждый день гибнут **200 000 000 000** (200 миллиардов) клеток, а *в секунду* — **2 300 000**. Само собой, это не должно вас волновать. Организм способен заменять погибшие клетки сразу же после их гибели. Красные клетки собак живут всего около **107 дней**, а у кошек и кроликов только **68 дней**.

Ситуация с женщинами моложе пятидесяти лет обстоит менее благополучно. Мужчина может вести себя осторожно и избежать кровотечения, однако женщина теряет кровь регулярно (обычно каждые четыре недели) в результате менструального цикла. Таким образом, ее потребность в железе выше, чем у мужчины. Поэтому простая железодефицитная анемия намного чаще встречается у женщин (особенно молодых, которые, ко всему прочему, хотят сохранить стройную фигуру при помощи самостоятельно разработанной и не контролируемой врачом диеты с недостатком минералов и витаминов).

Проблема дефицита железа особенно остро встает во время беременности. В это время менструации прекращаются и происходит формирование плода, который получает все питательные вещества из материнского организма, в том числе и необходимые для создания запасов крови. Материнский организм должен не только поставлять железо для крови плода (даже ценой опасного для здоровья будущей матери дефицита этого микроэлемента), но и запасы железа, которые будут служить резервом для ребенка в течение первых месяцев после рождения. Переход железа в растущий плод примерно на 60% больше, чем количество, которое потерялось бы при менструациях в течение девяти месяцев, если бы женщина не была беременна.

Иногда возникают сложности не с выработкой гемоглобина в организме, а с выработкой самих красных клеток — «мешочка», в котором содержится гемоглобин. Этот «мешочек» называется *стромой*. Красные клетки, помещенные в дистиллированную воду, через некоторое время лопнут, и из них выйдет гемоглобин. Останется пустая мембрана, получившая драматическое название «тени» красной клетки. Вероятно, строма пронизывает внутреннюю часть клетки, создавая секторы. Иногда удается разрушить клетку таким образом, что часть гемоглобина выходит наружу, а часть остается в клетке, очевидно окруженная тонкими перегородками — стромой. Когда нарушается образование стромы, красные клетки изменяют свой внешний вид и разрушаются очень быстро. Вместо обычных 125 дней они живут *всего сорок*. В каждой клетке, как и положено, есть запас гемоглобина, только его больше, чем в обычных клетках. Они также крупнее нормальных эритроцитов, поэтому их называют *макроцитами*. Беда в том, что количество клеток мало и постоянно уменьшается, так что в конце концов их содержание не превышает 2 500 000 на кубический миллиметр. Такое состояние называется злокачественным малокровием. Обычную железодефицитную анемию можно было вылечить, принимая таблетки с содержанием железа, но злокачественная анемия была так же смертельна, как выстрел в сердце, хотя и означала не столь мгновенную смерть (болезнь длилась от двух до пяти лет).

Витамины. Витамин В12, и что связывает его с кобальтом, фосфором и медью? Роль печени в формировании витамина В12

Давно существовали подозрения, что антианемический фактор является *витамином*. Когда витамины были впервые открыты, их считали всего лишь загадочными веществами неизвестного состава, которые присутствовали в пище в малых количествах и были необходимы для поддержания здоровья человека. Сначала были известны два витамина: витамин А, растворимый в жире, но нерастворимый в воде, и витамин В, который, наоборот, растворялся только в воде. Дальнейшие исследования показали, что витамин В был на самом деле смесью многих компонентов, которая получила название витаминного комплекса В. Различные компоненты этого комплекса стали называться витамином В1, В2 и так далее. Постепенно, по мере установления химической структуры разных витаминов, они все получили названия. Например, витамин В1 стал называться *тиамином*

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «Литрес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на Литрес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.