

**АНДРЕЙ ЗВОНКОВ**  
врач, автор бестселлера  
«Пока едет скорая»

# **КРОВАВЫЙ КОКТЕЙЛЬ**

Из чего состоит и как  
функционирует ваша кровь

Звонков Андрей. Книги известного писателя и врача

Андрей Звонков

**Кровавый коктейль.  
Из чего состоит и как  
функционирует ваша кровь**

«ЭКСМО»

2023

УДК 616-07  
ББК 53.4

**Звонков А.**

Кровавый коктейль. Из чего состоит и как функционирует ваша кровь / А. Звонков — «Эксмо», 2023 — (Звонков Андрей. Книги известного писателя и врача)

ISBN 978-5-04-194604-3

Андрей Звонков — анестезиолог-реаниматолог и врач неотложной помощи с многолетним стажем, автор бестселлера «Пока едет скорая». Более 15 лет он заведовал службой переливания крови в частной клинике, и этот опыт помог ему в написании книги, которую вы открыли. Чем опасны тромбы? Что такое склероз и малокровие? Почему при ранении человек теряет сознание? Из-за чего появляется чувство нехватки воздуха после тренировки? Почему кровь жидкая? Действительно ли холестерин вреден? Почему врачи-трансфузиологи не любят лишний раз делать переливание крови? Могут ли здоровые клетки навредить организму? Что такое желез дефицит? Как связаны кровь и лимфа? Доктор Звонков на простых примерах показывает, как устроены клетки крови, каких видов они бывают и за что отвечают. Вы узнаете, как работает иммунитет, какие вещества переносит кровь и для чего они нужны нашему организму. В книге разбираются самые разные темы, касающиеся крови, — от функции эритроцитов и уровня сахара в крови до аутоиммунных заболеваний и анемии. В формате PDF A4 сохранен издательский макет книги.

УДК 616-07  
ББК 53.4

ISBN 978-5-04-194604-3

© ЗВОИКОВ А., 2023

© ЭКСМО, 2023

# Содержание

От автора	7
Вступление	11
Часть 1	27
Белые и красные	27
Конец ознакомительного фрагмента.	32

# **Андрей Леонидович Звонков**

## **Кровавый коктейль**

### **Из чего состоит и как функционирует ваша кровь**

© Звонков А.Л., текст, 2023

© Шварц Е.Д., иллюстрации, 2023

© Оформление. ООО «Издательство «Эксмо», 2023

*О, как я поздно понял,  
Зачем я существую,  
Зачем гоняет сердце  
По жилам кровь живу,  
И что порой напрасно  
Давал страстям улежся,  
И что нельзя беречься,  
И что нельзя беречься...*

*1963 г. Д. Самойлов*



## От автора

Если бы мне, когда я был студентом, сказали, что половину своей медицинской карьеры я буду заниматься переливанием крови, я покрутил бы пальцем у виска. Вы с ума сошли? Я скорпомощник! Я кардиолог! Какая кровь?

Не знаю почему, но как-то само собой в атмосфере медицины 70–80-х годов XX века витало... даже не мнение, а туман или флер ощущения, что Служба переливания крови – это что-то близкое к аптеке, пиявкам, дело не для настоящих медиков, а для тех, кто не смог пойти в хирургию или реаниматологию<sup>1</sup>. Какие врачи этим занимались? Да кто угодно! Даже специальности еще такой не было – трансфузиолог<sup>2</sup>. Кто это вообще такой? Переливатель? Из пустого в порожнее? Работа для медсестер, ну, в крайнем случае для врачей-лаборантов, которым и лечить-то людей не позволяется.

Нет, заниматься переливанием крови? Ни за что! Но у Создателя на наш счет свои планы.

В середине 80-х я работал выездным фельдшером и поневоле оказался участником большой операции в роддоме: речь шла о жизни и смерти. Дежурный анестезиолог примчался к нам, на подстанцию скорой, и попросил помощи – срочно сдать кровь. **От кровопотери умерла женщина.** Дежурный врач «дал SOS» по каналам скорой, милиции и пожарной службы. Собирались люди со всего города, но мы находились ближе всего: от приемного покоя роддома до подстанции было метров 50.

Я оказался в числе первых доноров. Сдал 400 миллилитров крови и продолжил дежурство. Спустя несколько дней узнал, что женщина, несмотря на заготовленные для нее порядка 40 литров донорской крови от более ста человек (медиков, милиционеров и пожарных), все равно скончалась. Удалось спасти только ребенка.

Позже я встретился с тем самым анестезиологом и расспросил его: что же случилось? Он объяснил, что у женщины произошла преждевременная отслойка плаценты, случилась огромная и очень быстрая кровопотеря, а затем развилось неуправляемое нарушение свертывания крови, остановить которое не удалось, несмотря ни на удаление матки, ни на влитые десятки литров донорской крови. «Чего-то мы еще не знаем и не понимаем», – добавил он. А в конце нашей беседы сказал: «Давай заканчивай институт, становись врачом, займись кровью и раскрой эту загадку ДВС-синдрома».

«Тьфу на тебя, – подумал я, – заниматься кровью? Да ни за какие коврижки!» Помню, что совершенно серьезно ответил: «Не дай Бог мне когда-нибудь связаться с переливанием крови!» Мне это дело представлялось совершенно неинтересным в плане медицинской практики. То ли дело кардиология! Мечта моя! В то время.

Через несколько лет, уже став врачом, в только-только созданной частной клинике я оказался единственным специалистом-медиком, способным взять на себя создание Службы крови. Это были годы перестройки и развала СССР. После окончания мединститута, имея в кармане диплом врача и свидетельство об окончании интернатуры по анестезиологии и реанимации, в частной клинике я был вынужден год заниматься рекламой, делопроизводством и курьерской работой. Очевидно, что, когда понадобилось закрыть «дыру» переливания крови, я не особенно кочевряжился, а сразу сказал: «Согласен!» Конечно, мог отказаться. Но я так хотел заняться хоть чем-то медицинским, в любом качестве, лишь бы вернуться к врачебной

---

<sup>1</sup> Стать хирургом, работать и при этом учиться в крупном городе в 1970–80-х было непросто. Многие интерны и ординаторы годами оставались ассистентами «на крючках», а получить доступ «к телу» можно было только во время дежурств, и то не всегда. – *Здесь и далее, если не указано иное, примечания автора.*

<sup>2</sup> Как медицинская специальность в РФ трансфузиология появилась только в 1997 году.

работе и, главное, продолжать свое участие в создании клиники совершенно нового направления: малоинвазивной, бескровной медицины.

Служба крови в такой клинике представлялась мне чистой формальностью. Зачем переливать кровь там, где операции бескровны? Я подписал приказ руководства, назначивший меня «заведующим службой крови» клиники<sup>3</sup>.

Как мы все тогда ошибались по поводу бескровности!

За 20 с лишним лет отношение к крови и переливанию в медицине СССР и России сильно изменилось. Специальность отнесли к хирургии и реаниматологии, а отнюдь не к лабораторному делу. Я со своим дипломом анестезиолога (который нужен был для работы в кардиореанимации) и диким желанием непременно вернуться в медицину идеально подошел для организации Службы крови.

Жалел ли я о том, что так получилось? Бывало. Но сейчас, вспоминая 90-е годы, на которые и пришлась моя работа трансфузиологом, я совершенно не жалею об этом. Так было нужно. И нужно было главным образом мне – для осознания верности Божьих заповедей: «не клянитесь» и «не спорьте с судьбой» – она сильнее.

**НАСТАЛО ВРЕМЯ РАССКАЗАТЬ ВАМ О КРОВИ, О ТОМ, ЧТО ЭТО ЗА ЖИДКОСТЬ И ПОЧЕМУ ОНА АССОЦИИРУЕТСЯ С ЖИЗНЬЮ (ВЕДЬ ВСЕМ ИЗВЕСТНО, ЧТО БЕЗ КРОВИ ЖИЗНЬ НЕВОЗМОЖНА). ЗАОДНО РАССКАЖУ О ТОМ, ПОЧЕМУ КЛЕТКИ НАШЕГО ОРГАНИЗМА ПОХОЖИ НА НАС И ЧЕМ МЫ ОТЛИЧАЕМСЯ ДРУГ ОТ ДРУГА – КОНЕЧНО, НЕ ВНЕШНЕ, А ПО ОБРАЗУ ЖИЗНИ, ЗАБОТАМ И СКЛАДУ МЫШЛЕНИЯ.**

Поговорим о разных болезнях и методах лечения. А также о том, почему врачи-трансфузиологи не любят переливать кровь<sup>4</sup> и постоянно спорят об этом с лечащими врачами – хирургами или анестезиологами, требуя обоснования необходимости этого.

За 20 лет «крово́вой службы» мне не раз приходилось решать настоящие загадки, связанные с кровью.

Одна из них возникла, когда кардиологического пациента готовили к большой и очень сложной операции по лечению угрозы инфаркта миокарда с помощью аортокоронарного шунтирования – когда в обход забитым холестерином артериям накладывают шунты из собственной вены больного. Операция выполняется с помощью аппарата искусственного кровообращения и в самом лучшем случае требует не меньше 2–2,5 литра донорской крови.

Больной готовился к операции, мы ждали со станции переливания крови два литра подобранной персонально для него эритроцитной массы. И вдруг получили ответ: **«В результате проверки эритроцитной массы более чем от ста доноров совместимость не обнаружена».**

Как так? Из ста человек ни один не подошел? Как это возможно?

Мы попросили проверить еще. И снова приходит ответ: «Еще сто доноров не подошли».

Это был удар ниже пояса. У нас все готово: операционная сестра в маске и перчатках разложила инструменты, мониторы пищат, анестезиолог выпил кофе – можно приступать, – а крови нет?! Сейчас шутить легко, а тогда у нас была, честно скажу, паника.

Посоветовавшись, мы приняли единственное возможное решение: заготавливать собственную кровь от больного, несмотря на то что для него это было опасно. А главное – операция откладывалась почти на два месяца. Ведь брать кровь каждый день нельзя. В лучшем

---

<sup>3</sup> Официально такой специальности и термина «служба крови» еще не было, поэтому по записи в трудовой книжке я потерял 11 лет врачебного стажа: был заведующим не пойми чего.

<sup>4</sup> Здесь и дальше имеются в виду клетки крови, компоненты. Если речь идет о цельной крови, то это обязательно уточняется в тексте.



случае раз в неделю, а то и в две, каждый раз забирая не больше 200–250 миллилитров собственной эритроцитной массы.

Поверьте, это тоже операция, все равно как если бы каждые две недели отрезали кусок тела, каждый раз больший, чем прежде, и пришивали обратно взятое две недели назад. Представили? Может такая манипуляция пройти бесследно для организма? Естественно, нет.

Сам пациент, конечно, должен жить эти месяцы «шепотом», не нервничать, регулярно сдавать анализы крови, главный из которых – анализ на свертываемость, потому что постоянными заборами крови мы невольно влияем на это ее свойство, а значит, риск возникновения тромбов увеличивается. Пациенту приходится принимать увеличенные дозы специальных препаратов, регулирующих свертывающую систему, чтобы нам не потерять его еще до операции.

### **НО МЕНЯ МУЧИЛ ТОГДА ГЛАВНЫЙ ВОПРОС: ПОЧЕМУ ПАЦИЕНТ ОКАЗАЛСЯ АБСОЛЮТНО НЕСОВМЕСТИМ С ДОНОРСКОЙ КРОВЬЮ?**

Я позвонил своему учителю в НИИ переливания крови, где проходил повышение квалификации, и спросил, с чем может быть связана такая невосприимчивость. Ответ не удивил, подсознательно я был готов к такому варианту. «Он когда-то давно перенес массивное переливание крови, – сказал учитель. – Если хочешь, узнай, когда и сколько было влито. Но если двести доз от разных людей ему не подошли, видимо, ему перелили несколько литров донорской крови. Флаг тебе в руки и успешного расследования».

Пациент вспомнил, что в начале 60-х годов он с семьей попал в автокатастрофу по дороге в Крым, был сильно травмирован, и его даже перевозили из одной больницы в другую. Из Мелитополя то ли в Ростов-на-Дону, то ли в Краснодар, он не помнил, ему было тогда лет 13–14. И вроде бы ему переливали кровь. Но сколько? Как она тогда прижилась?

Видимо, раз он дожил почти до 70, кровь прижилась. Его в том возрасте больше волновало, что каникулы пошли прахом, все лето на больничных койках и потом еще почти полгода – на костылях. А какую кровь влили, от кого и сколько – какая разница?

Могли по таблице совместимости<sup>5</sup> влить и кровь другой группы. Сейчас так делать нельзя, а в те годы – запросто. Тем более что практики разделять донорскую кровь на плазму и клетки в то время еще не было. Взяли от донора бутылку цельной крови, проверили группу и совместимость: не склеиваются клетки? Нет! Ну и влили, а могли вообще сделать прямое переливание из вены донора в вену больного с помощью специального насоса, который в те времена находился в операционных в каждой больнице. Сейчас это оборудование убрали, а прямое переливание запретили, но тогда оно было очень популярно.

По нашему запросу из Краснодарского архива пришел ответ: «Да, больному такому-то было перелито цельной донорской консервированной крови двадцать доз<sup>6</sup> от различных доноров. Реакции несовместимости не отмечалось». Вот так.

А теперь эта реакция не дает ему сделать операцию на сердце.

Чем закончилась история? Для пациента, в общем, хорошо. Пока он к нам ходил на заготовку его собственной эритроцитной массы, посмотрелся, как ангиохирурги делают новую в то время операцию – стентирование. В забитые артерии сердца устанавливается специальный протез – сетчатая металлическая трубочка. А главное, нет необходимости ни в какой крови, не нужно до двух недель выхаживать пациента в реанимации после операции, риск, что сердце

---

<sup>5</sup> В те годы существовало правило заменяемости крови по принципу наличия агглютиногенов А, В. Получалось, что первую (нулевую) можно вливать любому реципиенту, вторую А – только в третью и четвертую (не считая своей), третью В – только в четвертую АВ, а четвертую – никому. Наличие агглютининов – антител в цельной крови – вообще не учитывалось. Их количество, вливаемое с дозой, считалось незначительным. Сейчас термин «агглютинины» не используется, есть групповые антитела или иммуноглобулины.

<sup>6</sup> Доза (в стандартах 60-х годов XX века) – от 250 до 450 мл консервированной крови, в настоящее время – от 200–250 мл эритроцитной массы, что эквивалентно по количеству клеточной массы 400–500 мл цельной крови.

после остановки не заведется, отсутствует, потому что стент устанавливают в артерию прямо на работающем сердце.

Так, когда мы, довольные, предъявили кардиохирургу десять контейнеров с эритроцитарной массой больного и отпраповали, что того «можно брать!», наш пациент самостоятельно лег на операцию стентирования и через трое суток пришел к нам счастливый и практически здоровый.

Спросите, куда делась добытая с такими приключениями подходящая кровь? Частично вернули, а частично уничтожили: она не годилась в качестве донорской. И хотя плазму мы отделили, эритроциты этого человека нельзя было перелить другому пациенту и по закону о донорстве, запрещающему использовать кровь больного человека как донорскую (она может быть перелита только самому пациенту во время операции или после нее), и потому еще, что они могут мгновенно разрушиться у любого реципиента в организме, а это смертельно опасно.

Уже сейчас в этом небольшом вступлении вы увидели массу различных специальных терминов: **эритроцитарная масса** (не эритроцитарная), **донор** и **реципиент**, **стентирование** и прочее... В конце книги вы найдете «Комментарии и словарь медицинских терминов», где я постараюсь доступно объяснить значение некоторых названий (см. стр. 401).

Книга написана с небольшой долей иронии, чтобы вам было не скучно. Я шучу, даже когда рассказываю о важных вещах. Так их легче воспринимать. Только все-таки не забывайте, что кровь – это явление серьезное. Как и вся наша жизнь, в которой чувство юмора помогает выживать и сохранять здравый рассудок в самых трудных ситуациях.

Если книга покажется вам полезной и интересной и появятся вопросы – а они должны появиться – и пожелания или просто захочется поделиться впечатлением, вы можете направить все комментарии мне на электронную почту по адресу: lsvetin@yandex.ru. Я обязательно постараюсь вам ответить.

*Автор благодарит за неоценимую помощь в работе над книгой врача-трансфузиолога И. И. Занину, заведующую отделением переливания крови одной из московских больниц.*

## Вступление

Еще в юности я увидел фильм «Сказка странствий», из которого запомнил удивительный по своей мудрой наивности монолог главного героя – врача и философа Орландо.

*«Я исследовал органы человека, и когда я заглянул внутрь его, мне открылось, что каждый человек – это целый мир!*

*Внутри него текут реки, ручьи, полные животворной влаги. А то, что мы называем «сердце», «легкие», – это материки, это острова, омываемые океаном. Реки – это жилы, по которым течет ее голубая кровь. Европа, Азия, Африка, материки, – это ее сердце, ее легкие, облака – это пар от ее дыхания. И вот к какому выводу я пришел: раз уж государства являются частями одного единого живого организма, они должны жить в мире! Ну где это видано, чтобы правое легкое воевало с левым, чтобы печень старалась захватить часть селезенки?!»<sup>7</sup>*

**МНЕ НРАВИТСЯ ЭТА МЕТАФОРА. МНОГО ЛЕТ РАБОТАЯ С КРОВЬЮ, ИЗУЧАЯ ЕЕ СВОЙСТВА И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ, Я ДЕЙСТВИТЕЛЬНО ЗАМЕТИЛ ОЧЕНЬ БОЛЬШОЕ СХОДСТВО МЕЖДУ КЛЕТКАМИ КРОВИ И СООБЩЕСТВОМ ЛЮДЕЙ.**

Если сравнивать клетки организма с нами, людьми, а различные государства и страны – с органами, как можно представить себе, что какие-то органы вдруг объявят свою гегемонию, начнут стравливать клетки одной ткани с клетками другой, грабить самых беззащитных и слабых? Вы можете вообразить такие процессы в своем организме?

Очевидно же, что такой человек будет обречен на скорую и мучительную смерть или не очень долгую, но тоже болезненную жизнь, представляя собой фактически поле боя одних клеток организма с другими. Чуть забегаю вперед, скажу: такое случается и связано это зачастую как раз с переливанием крови или пересадкой костного мозга.

С другой стороны, уж очень похоже поведение человеческого вида на поведение раковой опухоли. Как она пожирает организм, так и человечество пожирает запасы Земли, тромбирует сосуды – реки, вырубает легкие – леса и засоряет кровь – воду рек и океанов. Можете представить себе ситуацию, что клетки какого-то органа решили запрудить какую-нибудь артерию, чтобы увеличить кровенаполнение части органа в ущерб другой части. И в результате получить некроз, пустыню. Как произошло с Аральским морем?

Я очень надеюсь, что это потребительство – временное явление и мы когда-нибудь, как клетки разумные (*citus sapiens*), свою раковую тактику пожирания природных ресурсов и засорения окружающей среды наконец прекратим и станем действительно нужной и важной для Земли, как для организма, тканью.

Кстати, чтобы не обвиняли меня в излишнем фантазировании: есть очень важное сходство между клетками человеческого организма и человеком как живой и весьма инициативной клеткой организма Земля. Это сходство – очень узкие параметры комфортных условий внешней среды для жизни человеческого организма и его клеток. Как клетки организма привязаны к нему и без него жить не могут, во всяком случае если им не создавать подходящие условия искусственно, так и человек привязан к физико-химическим постоянным планеты Земля.

**К ПРИМЕРУ, ТЕМПЕРАТУРА ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ТЕЛА, ТО ЕСТЬ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ДЛЯ КЛЕТОК, ОКОЛО 37 °С. И ЗА ПРЕДЕЛАМИ ДИАПАЗОНА 35–38 °С КЛЕТКИ ЧУВСТВУЮТ СЕБЯ НЕКОМФОРТНО.**

---

<sup>7</sup> «Сказка странствий», режиссер А. Митта, 1983 г. Монолог Орландо в суде.

Они болеют, разрушаются, могут сильно измениться (вплоть до появления раковых образований). Если холодно – останавливаются биохимические реакции, если жарко (39–40 °С) – разрушаются белки и гибнут клетки.

Для человека комфортная температура атмосферы составляет +25 °С, влажность – не выше 60–70 %<sup>8</sup>, умеренная интенсивность солнечного ультрафиолета, отфильтровывание атмосферой короткого излучения. Недостаток УФ нарушает усвоение кальция, у детей вызывает рахит, у взрослых – остеопорозы, мышечную астению, нарушение регуляции артериального давления, а избыток ультрафиолетового излучения обжигает кожу и может вызвать образование раковых опухолей.

Точно так же легко найти параметры и по кислотно-щелочному балансу: в крови (в зависимости от ее вида) этот параметр колеблется между 7,37–7,44, венозная кровь кислее (показатель кислотности, РН, ближе к 7), артериальная – щелочнее, 7,44–7,45. И если этот показатель окажется слишком высок или слишком низок, клетки крови и стенок сосудов начнут разрушаться и погибать.

Мы привязаны к гравитационной постоянной – ускорению свободного падения на Земле  $1g = 9,8 \text{ м/сек}^2$ . Если этот физический параметр вдруг изменится, мы начнем болеть, большая часть из нас погибнет, дети станут развиваться в иных условиях и тоже изменятся.

Происходило ли подобное раньше? Конечно. 65 млн лет назад в Центральной Америке астероид под углом 60 градусов с юго-востока, то есть против направления вращения Земли, врезался в нашу планету со скоростью 12 м/сек, неизбежно изменив скорость ее вращения: замедлив ее, и при этом поднял миллионы тонн гипсового грунта и водяного пара в верхние слои атмосферы. Он создал огромный кратер Мексиканского залива, сформировал полуостров Юкатан и изменил сразу два важнейших параметра Земли: увеличил гравитацию за счет снижения центробежной силы и на десятки лет критически уменьшил количество УФ, поступающего в биосферу, устроив «ядерную», или, правильнее сказать, «астероидную» зиму.

Все крупные животные – например, динозавры, которым было комфортно при пониженной гравитации в теплом, прогретом и влажном климате, где легко вырастали высокие и богатые зеленой массой растения, – очень быстро стали погибать: сперва из-за холода и давления собственного веса, а затем и от голода. Фактически за первый же год погибло до 90 % всех гигантских рептилий, придавленных своим весом.

Вот такую «химиотерапию» Вселенная провела Земле, сменив клеточный состав ее организма в пользу более мелких млекопитающих животных.

**Гравитация, состав атмосферы и сила солнечного ветра определяют всю жизнь на Земле.** Именно поэтому для нас, землян, невозможно долго и безопасно жить на Марсе или Луне. На Марсе уровень солнечного света и тяготение в три раза ниже земного, на Луне же отсутствует атмосфера, а сила тяготения в шесть раз слабее земной. Чрезвычайно вредно жить в космосе, где совершенно нет тяготения, а слабая оболочка космических аппаратов недостаточно защищает людей от космических и солнечных лучей.

Есть и еще один очень важный параметр Земли, от которого мы чрезвычайно зависимы: наклон оси вращения планеты. Он обеспечивает смену сезонов, а имея обратное вращение самой оси и отклонение ее при этом вращении, регулярно дарит нам то райский сад субтропиков, то ледниковый период, которые длятся от сотен до десятков тысяч лет. Если бы не это явление, как фауна, так и флора смогли бы существовать на весьма узких полосах суши, а вода в океане циркулировала бы совсем по иным принципам, чем сейчас. Именно периодичность изменения условий среды обитания побудила различные популяции людей к движению по поверхности Земли и развитию технического прогресса, который составил конкуренцию природной эволюции.

---

<sup>8</sup> Круглогодичная погода на о. Таити в штате Гоа (Индия), Сан-Диего, Карибы, Канары, в общем субтропики-тропики.

Масштабная катастрофа, произошедшая с динозаврами, и смена некоторых видов животных и растений в результате большого ледникового периода – это серьезный намек, вразумление человечеству, что нужно изменить отношение к своему большому организму, частью которого оно является, и определить наконец свою функциональную задачу в мире. Вероятно, мы регулярно оказываемся свидетелями таких вразумлений, осталось сообразить, что же они означают. А сообразив, изменить отношение к Земле, думать о ней как о своем организме, а не как о стоянке туристов, которые уходят, за собой ничего не убрав.

Главное отличие людей от клеток наших организмов не в том, что мы разумные или можем что-то особенное. Оно состоит в том, что никакие клетки организма не считают себя лучше других клеток. Они все равны по статусу, они знают и понимают, что права и обязанности у них абсолютно одинаковые. Любые отличия клеток рациональны. Факт рождения клетки в коре головного мозга не делает нейрон более важным, чем лейкоцит, клетка печени, почки или слизистой желудка, выделяющая соляную кислоту в желудочном соке.

Давайте сравнение человечества и клеток организма человека сведем к конкретному сходству, а более подробно к этой параллели вернемся в заключении этой книги. Там и попытаемся понять, в чем же главная функция человечества во Вселенной и конкретно на Земле.

Ведь не зря же мы придумали себе всякие статусы и признаки, ищем и находим индивидуальные смыслы существования. Или все-таки весь смысл в заповеди «плодитесь и размножайтесь»? Для разумного существа как-то очень уж примитивно, правда? Хочется чего-то такого, особенного. Извращенного. Разве не так? Но почему-то природе Земли это не нравится, и она решает за всякие извращения этой заповеди наказать нарушителей разными болезнями. Но человек способен на разные придумки. Не случайно он – Разумный.

Мне вспоминается стишок Валентина Берестова:

Он, дескать, мал. Он, дескать, глуп,  
но наш глупыш, собой владея,  
С большим умом осуществлял  
Свои дурацкие идеи.

Эта «дурацкая идея» – информация. Мы с древних времен создали средство для ее хранения: письменность. Мы использовали для этого различные носители: воск, мягкую глину, грифель, дерево, камень, бумагу, магнитную ленту, грифельные валики и прочие более сложные предметы. Для нас информация – знаки, сложенные в слова, фразы и смыслы.

Для клеток информация – это белки, а хранилище ее – нуклеиновые кислоты: дезоксирибонуклеиновая и рибонуклеиновая (ДНК и РНК). Вся информация об организме есть в каждой клетке и хранится в ядре, в ДНК. Именно ДНК – главный архив, где все молекулы скручены в особые структуры – хромосомы.

Как клетка общается с другой клеткой? Есть два способа. Первый – белки, которые клетка создает и передает другой клетке. Это больше напоминает сигнальные флаги, которыми корабли передают сообщение в море, или разговор по телефону. Более сложный способ – передать фрагмент РНК или ДНК, или очень сложное вещество, цитокин. Это сообщение условно похоже на приказ, циркуляр, инструкцию или методическое указание по выполнению какой-либо работы.

В человеческом сообществе информацию передают с помощью речи: устной, письменной и цифровой. Внутри организма человека информацию передают особые белки, в организме «Земля» эту роль играют вирусы.

Вирусы – древнейший способ обмена информацией между клетками, существовавший еще в те времена, когда на планете никого, кроме одноклеточных организмов (бактерий, инфузоров и амоб), не было. Таких жителей на планете обитало много, нужно было как-то общаться.

Самый простой способ – обняться и обменяться кусочками белка и ДНК-РНК. Но это слишком близкое общение ограничивало круг миллиметрами окружающего пространства, и если информация начинала расходиться в обществе одноклеточных, то обязательно срабатывал принцип «испорченного телефона», так что пославший сообщение организм уже через полметра передачи не узнал бы свой «текст». Чтобы информация сохранялась во внешней среде, ее нужно было запаковать, как письмо, в конверт. А на конверте сделать запись: кому и от кого. Так появились первые вирусы – как корреспонденция одноклеточных. Принцип этот сохранился и в многоклеточных организмах.

Но клетки жутко любопытные, им никак не удастся внушить, что читать чужие письма – дурной тон. Это так неприлично, что в огромных организмах иммунной системе приходится убивать зараженные вирусом клетки, пока некоторые «глупости» и «слухи» не разнеслись по всему организму и даже всему виду. К сожалению, это удастся не всегда, особенно если письмо новое, незнакомое и заражено свежими слишком опасными идеями. Выявляют больных и зараженных оперативные работники организма: белые клетки крови, лейкоциты, сотрудники силовой структуры – иммунитета.

Прежде чем мы начнем разговор о жидкой ткани, давайте вспомним: а что же это за пространство в организме, в котором кровь, по сути, живет и при этом непрерывно движется?

### Автострады, шоссе, дороги...

Кровь в своем рабочем состоянии всегда находится в сосудах и капиллярах.

Всего в организме человека встречаются три типа сосудов: артерии, вены и лимфатические сосуды, которые иногда называют протоками. Между кровеносным сосудом и протоком существует разница в строении стенки, как и между артерией и веной.



Рис. 1. Кровеносные сосуды

Клетки крови, не совершающие особого движения, перемещения из одной части организма в другую, в основном находятся в органах, где они работают, в тканях и межклеточном пространстве.

Например, те же лейкоциты, сидящие в засадах на границе в коже и слизистой оболочке, или эритроциты – донесшие свой груз  $O_2$  или  $CO_2$  до «заказчика».

В сосудах клетки движутся, и весьма быстро, работать им там просто некогда. Так что, по моему убеждению, сосуд – все-таки дорога, а не обиталище.

Есть еще один аргумент в пользу того, что сосуды – это дороги. Когда мы берем кровь на анализ, то клетки белой крови – лейкоциты и особенно лимфоциты – находятся в состоянии, которое я назову транспортным. Путешествующие люди всегда держат наготове две вещи: деньги и документы. Так и у клеток. Все рабочие ферменты (как инструменты) находятся в

неактивном состоянии, о том же, что это за клетка, свидетельствуют ее документы – особые белки на внешней поверхности мембраны – и ферменты, с помощью которых клетка-путешественник ест, то есть потребляет глюкозу или жир из плазмы в зависимости от «назначенной ей диеты». Рабочий человек по дороге на работу инструменты в руках не держит, так и клетки крови.

**Итак, сосуды – дороги.** И от качества этих дорог, как в любой стране, зависит и качество экономики, и даже сроки жизни, существования государства. Хорошие дороги, отсутствие пробок и заторов, возможность доставлять продукты или боеприпасы к местам военных действий в срок и в полном объеме, а мусор своевременно вывозить – и жители в городах, и бойцы на поле битвы ни в чем не нуждаются и не болеют.

Крупные сосуды, такие как аорта, легочная артерия, подвздошные и бедренные артерии, полые или порталная вены, называются магистральными. Начало дороги всегда там, где начинается движение по ней. В странах они обычно идут от столицы или крупного города к периферии, от крупного города в сторону деревень, из деревни в поле или лес – к месту, где нужно работать, большие дороги, магистрали имеют свои имена: Аорта, Легочный ствол, верхняя или нижняя Полая вена, Воротная вена и т. п.

От широкой дороги с сильным движением берут начало мелкие, однополосные. И что важно понять сразу: все дороги-сосуды имеют одностороннее движение. Я напоминаю об этом, потому что за аллегориями вы можете вдруг забыть этот важный факт.

Артерии берут начало на выходе из сердца. Собственно, название артерии и обозначает, что этот сосуд несет кровь от сердца, даже если эта кровь по составу венозная. По дорогам грузовики ездят и порожние, и с мусором, и с полезными вещами, состав этих машин может быть разным.

### **ДЛЯ ВЕН И АРТЕРИЙ ЕСТЬ ПРАВИЛО: СОСУД, НЕСУЩИЙ КРОВЬ ОТ СЕРДЦА, – АРТЕРИЯ, А К СЕРДЦУ – ВЕНА, НЕЗАВИСИМО ОТ СОСТАВА КРОВИ В КОНКРЕТНОМ СОСУДЕ.**

И если все артерии начинаются от сердца и аорты, то все вены начинаются от капилляров в тканях и, подобно ручейкам, собирающимся в реки, сливаются из мелких во все более крупные, постепенно переходя в нижнюю и верхнюю полые вены, которые уже впадают в сердце. Из сердца же выходит **легочная артерия**<sup>9</sup>, которую иногда называют **легочным стволом**. Она короткая и толстая и сразу делится на правую и левую, а затем расходится по долям легких: в правое – три ветки, в левое – две.

Все сосуды (артерии и вены) объединены в два круга: большой и малый. Каждый круг замкнут на сердце, как насосе, качающем кровь. Правая половина сердца – по малому кругу, через легкие, левая половина – по большому, через весь организм.

Газообмен  $\text{CO}_2 > \text{O}_2$  и наоборот,  $\text{O}_2 > \text{CO}_2$ , осуществляется в капиллярах. Капилляры – не сосуды! Хотя тут мнения ученых разошлись:

– У капилляра есть стенка? Значит, сосуд.

– Ну, какая это стенка? Сплошные дыры! Нет, это не сосуд, а недоразумение.

– А вот и не подеретесь! Какая разница? Это пространство (космос) между артериолой и венулой, немного оформленное клетками интимы в один слой с огромными «окнами», через которые в тканях и происходит обмен газами и веществами.

– У капилляра есть артериальный и венозный концы, значит, все-таки сосуд?!

---

<sup>9</sup> Есть такой синдром, явление – тромбоэмболия легочной артерии (ТЭЛА). В большинстве случаев приводит к очень быстрой смерти. Причина: оторвавшийся в какой-нибудь вене тромб-эмбол, который закупоривает не основной ствол, а как раз одну из ветвей в одном из легких. И если эта ветвь слишком крупная, то резкий подъем давления в правой половине сердца и в его собственной венозной сети в момент систолы приводит к внезапной остановке автоматии сердца и смерти.



– Не обязательно. Мало ли у чего есть какой конец... Даже два. Не достоин он называться сосудом!

Артериола и венула – это самые маленькие сосудики, диаметр которых чуть больше капилляра, но от него они отличаются тем, что имеют уже нормальную сосудистую стенку.

Почему я делаю такой упор на эти детали?

Потому что сосуды имеют стенку, состоящую из нескольких слоев, и в венах, и артериях тоже есть сосуды и капилляры. Не смейтесь, это правда, и такие сосуды самые многочисленные в человеческом организме. Их называли «**сосуды сосудов**» – **vasa vasorum**. Если в венулах и артериолах капилляров нет, то чем крупнее сосуды, тем больше в них и того и другого. Потому что сосудистая стенка – это ткань, состоящая из клеток, которой тоже надо «дышать и есть».

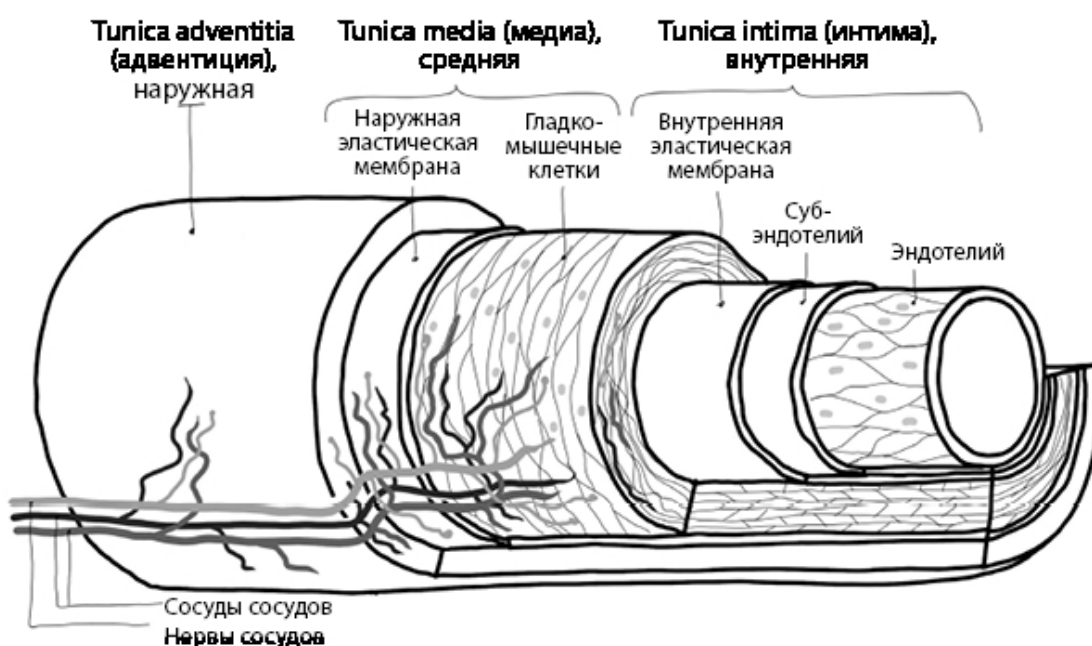


Рис. 2. Послойное строение кровеносного сосуда среднего калибра

Сосуды сосудов играют очень важную роль в поддержании артериального давления, как и самые мелкие сосуды, в стенке которых имеются мышечные волокна, позволяющие изменять диаметр просвета.

Поэтому, если случается беда и количество крови вдруг начинает уменьшаться, первыми свой запас отдают vasa vasorum, а потом и более крупные сосуды сокращаются, выжимая из себя, как из губки, все клетки, все эритроциты. Выглядит это как бледность и ощущается как похолодание кожных покровов у больного. Кровь быстро уходит из кожи, подкожной и жировой ткани, потом потихоньку выжиматься начинают даже внутренние органы, но это крайне скверное развитие событий, и в такой ситуации вытащить больного почти никогда не удастся, поэтому крайне важно этого не допускать.

Состояние недостатка крови обычно сопровождается потерей сознания, и на первом этапе это называется коллапсом (collapsus – «упавший»): падает артериальное давление, падает без сознания и человек. От шока коллапс отличает то, что шок – это обычно реакция на внешнюю причину или боль, возникающую из-за травмы или острой ситуации, связанной с нарушением кровоснабжения какой-нибудь ткани или органа. Так, шок, вызванный потерей крови, называется геморрагическим (от haemorrhagia – кровоизлияние<sup>10</sup> или кровотечение).

<sup>10</sup> Эти события связаны с нарушением целостности сосудистой стенки, в одном случае кровь выливается в полость или наружу – в случае ранения, а в другом, при кровоизлиянии, обычно кровь начинает пропитывать ткани. Так, из раны – кровотечение,

С чем из нашей жизни можно сравнить мельчайшие сосуды? Это проезды и проходы между домами, тогда как капилляры – это уже дорожки и тропинки прямо к дверям и окнам.

Любую дорогу можно искусственно сузить и расширить, сосуд тоже сужается и расширяется – подчиняясь командам, передающимся по нервным волокнам. Эти команды передает центр в головном мозге, который называется сосудодвигательным. Потому что управляет движением стенок сосудов. Сосудодвигательный центр относится к вегетативной части центральной нервной системы и находится в продолговатом мозге между головным и спинным мозгом.

Кроме нервной регуляции есть регуляция гормональная, ее еще называют гуморальной, то есть зависящей от содержания в крови определенных веществ – регуляторов, или медиаторов (посредников). Медиаторы работают не на весь организм, а на отдельный участок ткани или орган: в коже, сердце, печени или других местах.

Управление диаметром просвета артерий и вен – очень важный и довольно сложный механизм. Чем уже может стать сосуд, тем выше будет периферическое сопротивление сосудов давлению и току крови (в дальнейшем этот термин мы сократим до ПСС и периодически будем о нем вспоминать).

Сужение и расширение позволяют выбросить кровь из «депо» или, наоборот, уменьшить ее количество в крупных сосудах и кровеносном русле. Это бывает нужно, чтобы не допустить потери сознания от кровопотери, и происходит на первой фазе шока при кровотечении, до или после остановки кровотечения.

А почему так важно при ранении какое-то время не терять сознания? Чтобы дать возможность человеку убраться из опасного места в безопасное, где «отключиться» уже можно, и позволить организму или справиться с проблемой и вернуться в сознание, или умереть.

**ПОТЕРЯ СОЗНАНИЯ ПРИ КРОВОТЕЧЕНИИ, КАК И ЯВЛЕНИЯ КОЛЛАПСА, СУБЪЕКТИВНО ВОСПРИНИМАЮТСЯ ЧЕЛОВЕКОМ КАК НЕЧТО СТРАШНОЕ. НО ОНИ ВТОРИЧНЫ, ЭТО РЕАКЦИЯ РАБОТЫ МОЗГА И СОЗНАНИЯ НА СОБЫТИЕ, КОТОРОЕ, ЕСЛИ НИЧЕГО НЕ ИСПРАВИТЬ И НЕ ПРЕРВАТЬ ПОТЕРЮ КРОВИ, МОЖЕТ ПРИВЕСТИ К СМЕРТИ.**

Оттого и случается, например, обморок при виде крови. Это подсознательная защитная реакция организма на сигнал «опасность»!

Есть более прагматичная причина, по которой раненый с кровопотерей теряет сознание еще до того, как это приведет к коллапсу. Это необходимость привести организм в состояние покоя, уменьшить потребление энергии, дать возможность крови наилучшим образом распределиться и, главное, облегчить ее поступление в мозг. И чтобы сердцу стало легче его питать, нужно все органы расположить горизонтально.

Кроме этого, раненый и постояннодвигающийся человек тревожит рану, которая, находясь он в состоянии покоя, возможно, давно бы уже закрылась тромбами и начала заживать. Но человек все тербит ее, тербит, и поэтому кровь никак не остановится и продолжает вытекать из сосудов наружу или в полость внутри организма.

**Что происходит в организме при травме?** Ломаются и разрываются сосуды, рвутся ткани. В них выходит кровь, содержимое разбитых клеток. Реагируют на это в первую очередь болевые рецепторы. Боль ограничивает подвижность в поврежденном месте, а в ответ на разрушение стенок сосудов организм запускает тромбообразование, чтобы остановить кровотечение.

Одновременно потеря крови приводит к централизации кровообращения, то есть кровь уходит из здоровых тканей, которые могут перенести голодание без особого вреда, и перебра-

---

а синяк (гематома) – кровоизлияние. Haemorrhagia на латыни обозначает оба эти понятия, поскольку акцент делается на вытекании крови из поврежденного сосуда, как при кровопотере, а не на том, куда она попадает: внутрь или наружу.

сывается из мелких сосудов в крупные. Это явление временное, некоторые ткани спокойно выдерживают такое состояние несколько часов. Но нервная ткань не входит в их число: клетки мозга не переносят голодания и отсутствия кислорода дольше 5–7–10 минут в зависимости от температуры тела и окружающей среды.

Как уже говорилось, **артерии** берут начало пути от сердца, и первая на этом пути аорта. Этот сосуд очень плотный, но не имеет мышечного слоя в стенке. Зато сама стенка крепкая – для того чтобы выдерживать очень высокое давление: артериальное систолическое в момент сокращения сердца (систолы) и диастолическое в момент его расслабления (диастолы). Диастолическое давление возникает от ПСС. Так что на стенку аорты постоянно оказывается давление изнутри. Именно это давление характеризуют «нижние» цифры, которые показывает аппарат для измерения давления – тонометр.

Снаружи аорта тоже под давлением, но уже меньшим, оно зависит от напряжения мышц, образующих брюшную полость. Если мышцы живота сильно напряжены, то давление в аорте намного больше систолического. Бывает, что это приводит к разрыву аорты или образованию выпячивания, или истончения стенки.

Разрыв аорты часто начинается с расслоения стенки и образования аневризмы – подобия мешка, в котором структура стенки тоньше, чем у здорового сосуда. Аневризма активно пульсирует и напоминает такое образование, как грыжа. Представьте, как выглядела бы грыжа на автомобильном колесе или садовом шланге. Аневризма образовывается в результате двух причин: врожденной слабости «коллагеновой арматуры» и регулярных критических повышений артериального давления.

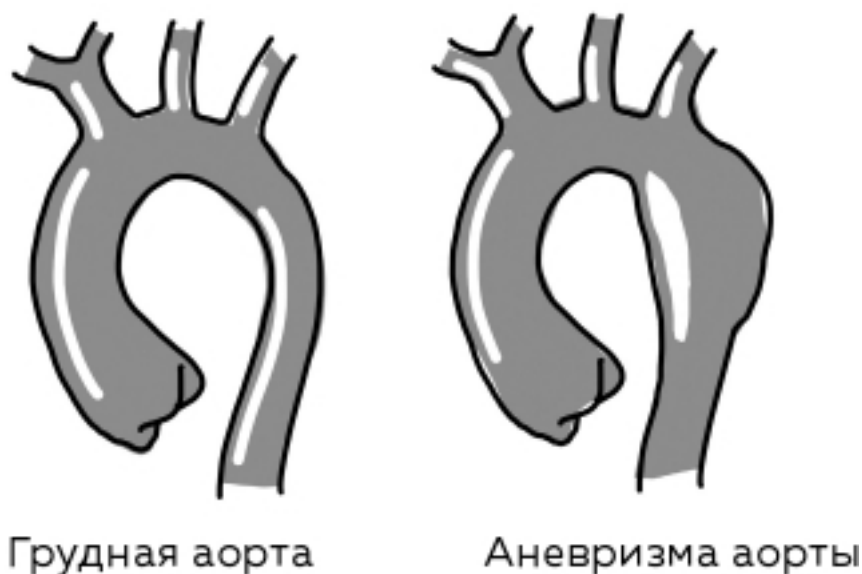


Рис. 3. Аорта

Стенка аневризмы – это постоянная угроза разрыва. Аневризма может появиться где угодно: в животе, в легких, но наибольшую опасность представляют аневризмы артерий мозга и аорты. В головном мозге аневризма небольшой артерии может стать причиной смерти. Она может образоваться в любом возрасте: и в детстве, и после травм черепа (тяжелых сотрясений), и как результат гипертонических кризов – резких повышений артериального давления.

Теперь поговорим о венах. Они начинаются от венул в тканях и органах, собирают из капилляров венозную кровь. Восходящее движение крови в сторону сердца обеспечивает шевеление мышц и органов вроде кишечника, а также приводит в движение кровь клапаны внутри вен. Движения тканей, мышц и пульсация проходящих рядом с венами артерий также

вызывает сокращение вен, а клапаны, расположенные в их просвете, не позволяют крови двигаться в обратную сторону. Это как коридор с дверями, пройдя которые, обратно уже не выйдешь. И каждый следующий коридор чуть шире предыдущего.

Давление в венозной сети намного ниже артериального и измеряется не ртутным, а водным столбом.

Именно куда меньшим давлением объясняется различие в строении вены и артерии: стенка вены заметно слабее<sup>11</sup>. Если артериальное давление зависит от двух факторов: силы сердечного выброса крови и тонуса периферических артерий, то венозное держится в основном за счет движения крови от тканей к сердцу и даже в случае остановки сердца довольно долгое время сохраняется в организме, наполняя кровью легкие и вызывая их отек.

Венозная сеть обширна, имеет особые образования: сплетения, или резервуары, например синусы. Между артериальной и венозной системой имеются особые перебросы, закрытые со стороны артерий клапанами, они называются «шунты».

**КЛАПАНЫ ОТКРЫВАЮТСЯ, ЕСЛИ ДАВЛЕНИЕ В АРТЕРИАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ СТАНОВИТСЯ НИЖЕ, ЧЕМ В ВЕНОЗНОЙ, НАПРИМЕР ПРИ КОЛЛАПСЕ ИЛИ КРОВОТЕЧЕНИИ. ЭТА МЕРА ПОЗВОЛЯЕТ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛИТЬ КРОВЬ В ТЯЖЕЛЫХ СОСТОЯНИЯХ.**

Иногда эти клапаны оказываются дефектными и не закрываются. Такие открытые шунты называются патологическими и могут вызывать серьезные проблемы вплоть до кровоизлияний в ткани органа и разрыва вен.

Вены нижней части тела собираются в нижнюю полую вену, вены верхней половины тела и головы – в верхнюю полую вену, обе вены сливаются, впадая в правое предсердие сердца.

Вены кишечника, собирающие кровь, обогащенную полезными молекулами различных веществ из расщепленной и всосавшейся пищи, со слизистой, сливаются в большую вену, которая впадает в венозную сеть печени и входит в этот орган через «ворота печени», которым вена и обязана названием «воротная», или *vena porta*. А все вены, сливающиеся в этот ствол, называются системой портальной вены.

---

<sup>11</sup> Обратите внимание на этот факт. Вены из голени берут для аортокоронарного шунтирования при ишемической болезни сердца. Это вынужденная мера, такие шунты, к сожалению, нормально работают максимум от двух до пяти лет, потом из-за слишком большой нагрузки и регулярных надрывов стенки воспаляются и зарастают – облитерируют.

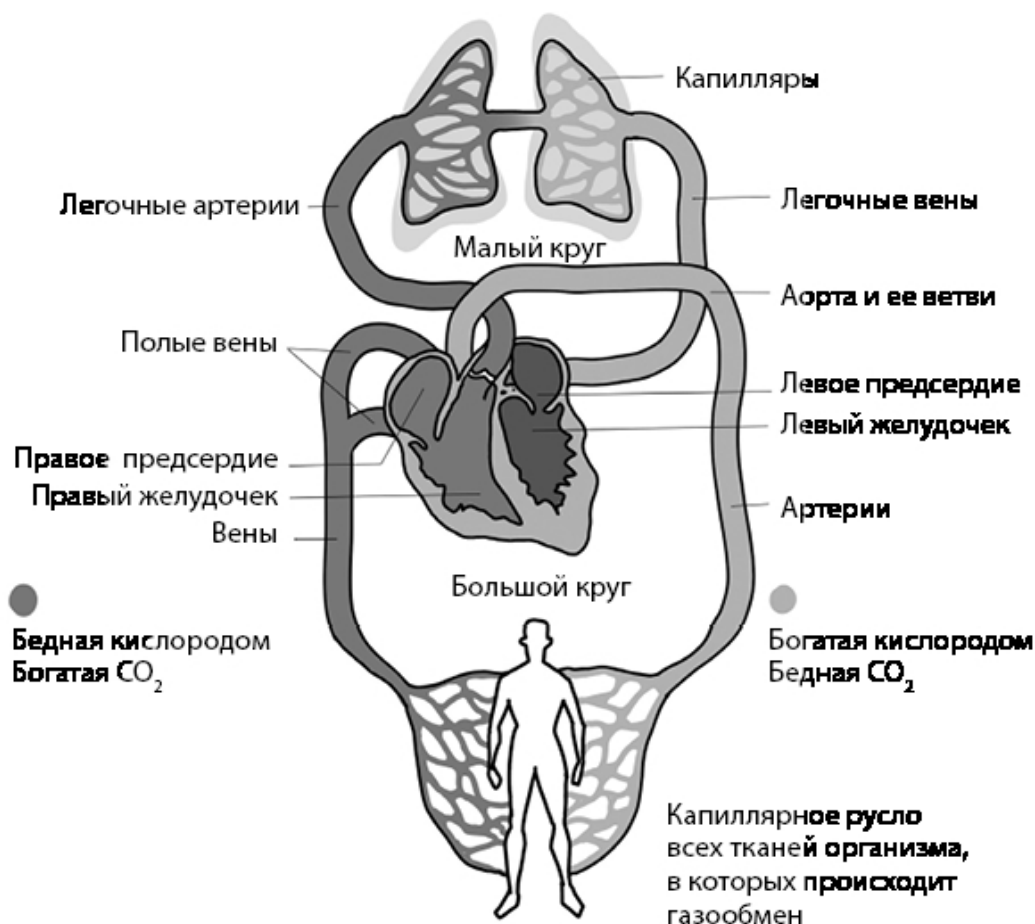


Рис. 4. Круги кровообращения организма

Мы подошли к необходимости описать такую важную систему дорог, как круги кровообращения.

Невозможно понять принцип движения крови по кругам, если не разобраться в том, как устроено сердце. В контексте кровообращения сердце – это четырехкамерный автоматический и автономный<sup>12</sup> насос, разделенный на две половины – правую и левую.

Правая часть сердца качает венозную кровь по малому кругу кровообращения, а левая – артериальную по большому. Малый круг – это сосудистая сеть легких. Большой – сосудистая сеть всего организма. Представили пропорции? В сотни раз малый меньше большого, и объем крови в этих кругах тоже отличается. Поэтому правая половина сердца по своей насосной функции раза в четыре слабее, чем левая, а давление в малом круге намного ниже давления в большом.

Давление между сосудами, выходящими из правого желудочка, загоняющими кровь в легкие, и сосудами, выводящими из легких перед входом в левое предсердие, почти одинаковое, разница составляет очень незначительную величину. Если в сосудах между легкими и левым предсердием давление по какой-то причине начнет расти, вода в крови станет наполнять легкие и пениться.

Часто при сильных физических нагрузках плохо тренированное сердце не справляется с поступающей из легких кровью, и вода пропитывает ткань легкого, снижая функцию газообмена. Тогда возникает чувство нехватки воздуха, одышка и потребность в отдыхе. Если не

<sup>12</sup> Даже будучи отключенным от кровообращения и лишенным крови, сердце способно сокращаться примерно сутки.

снизить нагрузку, вода из плазмы крови выйдет в просвет альвеол и начнет пениться – разовьется отек легких. От этого можно умереть.

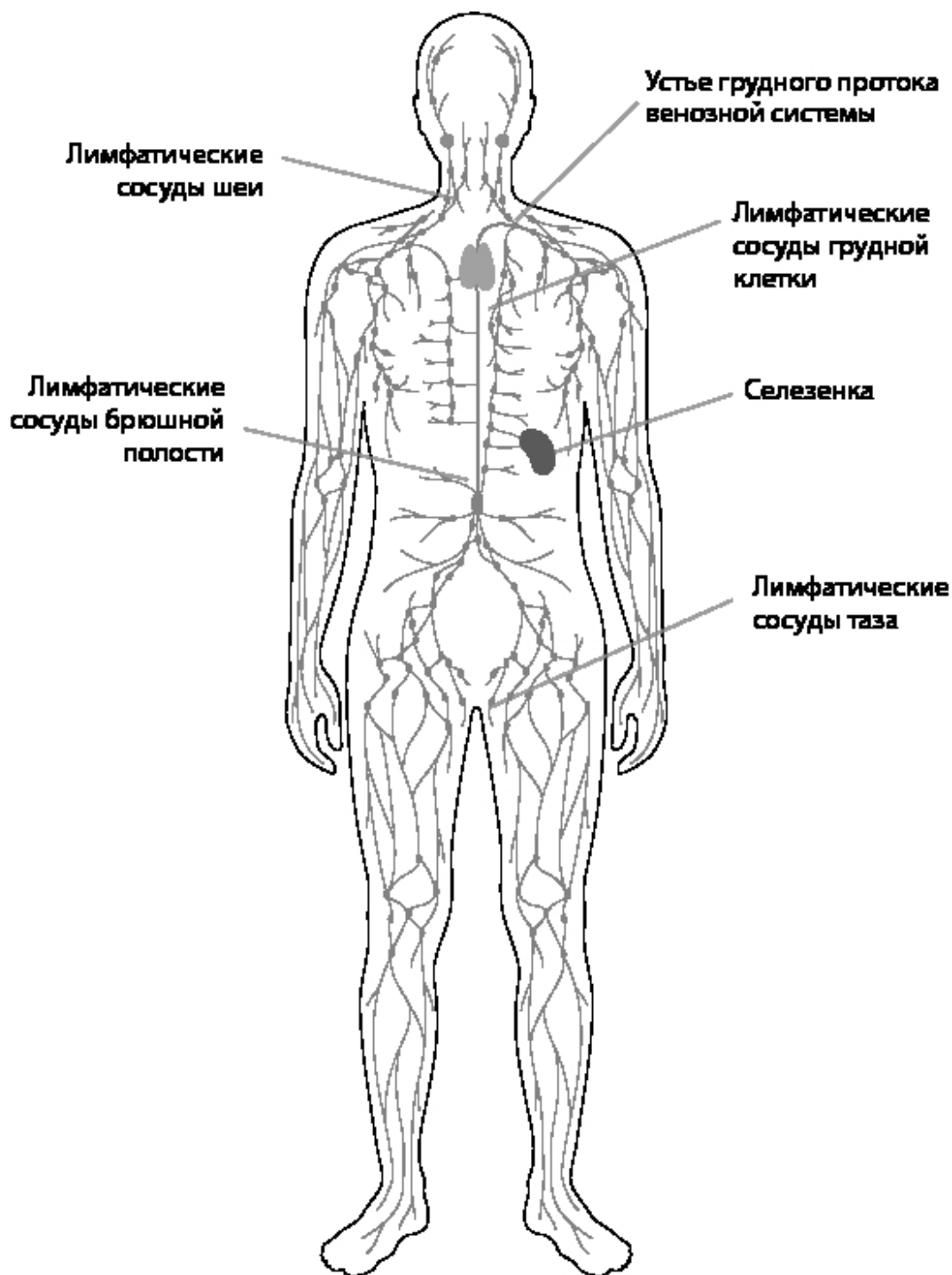
Такие отеки на финише случаются со спортсменами-чемпионами. Телекомментаторы зрителям не доставляют удовольствия видеть, как задыхаются бегуны на финише, как медики оказывают им помощь, дают дышать кислородом со специальными препаратами, гасящими пену.

Кроме артериальной и венозной крови немалую долю жидкой ткани в организме составляет такая субстанция, как лимфа. Она образуется из межклеточной жидкости, по своему составу похожа на плазму крови, очень жирная, и в ней обнаруживают массу белых клеток крови – лимфоцитов. О них и поговорим в следующей главе.

### **Тайные дороги лимфоцитов**

Внимательный читатель, а особенно те, кто немного разбирается в медицине и уже сталкивался с исследованиями крови, могут сказать: «Стоп. Как же это получается, что моноцит или нейтрофил хватают микроб и тащат в лимфоузел? Ведь при анализе в крови не обнаруживаются никакие нейтрофилы или моноциты с микробами внутри. Как же и где это перетаскивание происходит?»

Вам приходилось видеть в лесу асфальтированные или бетонные дороги, на которых совсем нет машин? Или, проезжая по автотрассе, замечать странные съезды со шлагбаумом или без, но со знаком «проезд запрещен» – «кирпичом»? Это секретные дороги, по ним перемещаются военные машины. В организме таких «тропочек» очень много и все они входят в единую лимфатическую сеть. Лимфатические протоки есть во всех тканях и органах. Обычно вторжение микроорганизмов обнаруживается лейкоцитами в первые часы. Это время составляет инкубационный период и определено скоростью размножения микробов, накопления выделяемых ими токсинов и проникновения ядов в кровь.



*Рис. 5. Лимфатическая сеть человека*

Сколько времени нужно лейкоцитам, чтобы донести микробов от мозоли на большом пальце ноги до ближайшего лимфоузла? Если считать от момента натирания мозоли до появления воспалительной дорожки по ходу лимфатического протока и до набухания в паху группы лимфоузлов, то от 3–4 часов до суток. Максимальная скорость подъема – примерно 1 см в час, а скорость распространения воспаления с этим почти никак не связана.

Дело в том, что моноциты далеко не всегда доносят «языка». Поэтому, пока реакция иммунитета не стала общей (а это происходит после того, как микроб оказывается в лимфоузле), в первичном очаге идет «бой местного значения». Каждый моноцит тащит «языков» в лимфоузел, и некоторые упускают, иногда микроб оказывается слишком силен, и моноцит



погибает в протоке. Тогда микробы продолжают размножаться, благо еды в лимфе очень много, в основном жиров.

И поскольку живые моноциты-макрофаги норовят проглотить захватчиков и тащить их дальше, к лимфоузлу, у микробов очень мало времени для размножения. Они размножаются вопреки всему, иногда даже внутри нейтрофила или макрофага. Все, что успевает микроб в лимфе, – это наскоро ухватить несколько молекул белков, жиров и углеводов теми порами, которые еще не заклеились комплементом, пропердином и калликреином<sup>13</sup>, как клейкой лентой; если повезет, один-два раза размножиться; или выделить разные экзотоксины прямо в лимфу<sup>14</sup>.

Зачем им последнее? Во-первых, больше некуда, а во-вторых, у некоторых микробов испражнения весьма токсичны и обладают разрушающим действием на все клетки в лимфе и лимфоциты и, что очень важно, на стенки сосудов и на мембраны эритроцитов. Если токсины вызывают массовое разрушение эритроцитов (гемолиз), при выходе свободного гемоглобина в большом количестве в плазму развивается очень тяжелое осложнение – острая почечная недостаточность. Микробы, разрушающие своими токсинами эритроциты, называются гемолитическими (потому что вызывают гемолиз).

Экзотоксины так названы не случайно. Они действительно токсины – яды. Потому что пагубно действуют на клетки оболочки (интимы), выстилающей любые сосуды, лимфатические тоже. Могут они повреждать и специфические клетки: печени, почек, мозга или сердца или суставов.

Я буду периодически вспоминать **интиму**, потому что ее значение в кровно- и лимфообращении огромно. И первая причина этой важности в том, что, воспаляясь, интима может привести к склеиванию сосуда, особенно если он очень тонкий. Такое закрывание называется облитерацией.

Сосуд не просто склеивается фибрином, он буквально зарастает на некотором протяжении, так что его потом уже ничем не пробить, не растворить. Если сосуд потолще и просвет в нем побольше, то воспаление интимы приводит к возникновению бугра или бляшки. Это явление – образование бугров и бляшек в сосудах – называется «атеросклероз». Вообще, sclerosis – это гибель высокоорганизованной ткани (печени, мозга, сердца, почек и т. п.) и замещение ее соединительной тканью – низкоорганизованной, весь смысл которой в том, чтобы просто держать то, что ее окружает, а работать как-то иначе, например как клетки печени, сердца, почек и иных органов, она не может. Замещение клеток мозга соединительной тканью – тоже склероз. В таком случае он приводит к нарушению важной функции мозга – памяти, и потому этот термин вошел в обиход обывателей. Забыв о чем-то, мы часто произносим: «Склероз!» – и хлопаем себя по лбу. Но, пожелтев из-за склероза печени, так не делаем... Хотя и там и там процесс один: специфические клетки заменяются соединительными, а орган утрачивает свои функциональные способности.

Однако вернемся к лимфатическим сосудам. Как и в кровеносной системе, они имеют капилляры (тупиковые сосуды), протоки.

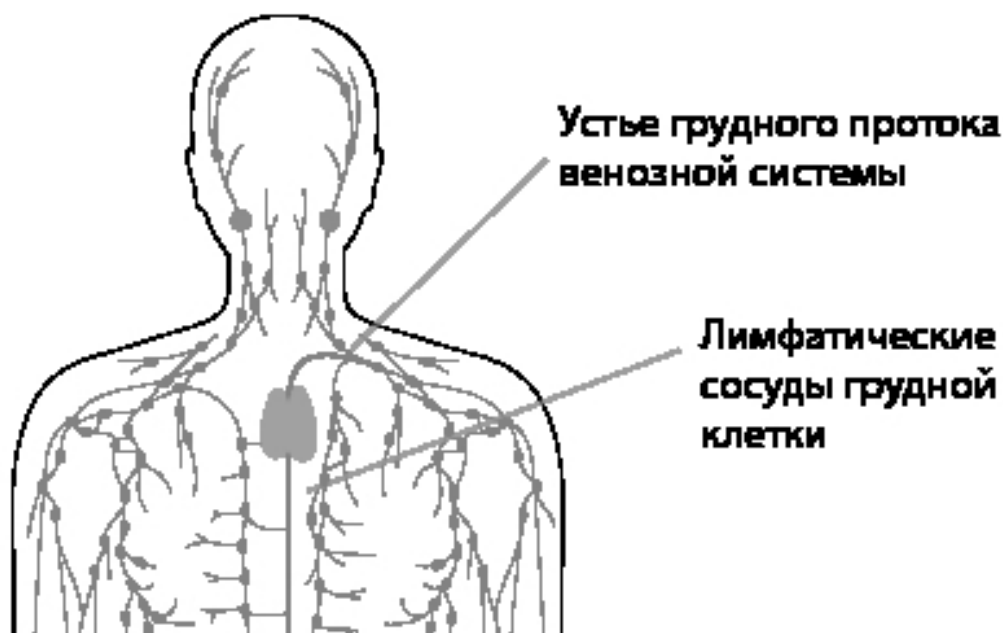
Капилляры собирают жидкость из межклеточного пространства и отправляют в сосуды, те, в свою очередь, соединяясь друг с другом в сеть, поднимают лимфу к лимфатическому узлу,

---

<sup>13</sup> Эти вещества выделяются клетками в качестве неспецифической защиты от микробов, и их можно сравнить с коровьими лепешками, в которые микроб вляпывается и начинает вонять. По этому запаху его быстрее находят лимфоциты и нейтрофилы.

<sup>14</sup> Всего микроб выделяет два вида токсинов: экзо – это его прижизненные продукты, испражнения, и эндо – выделяющиеся в момент его гибели – его внутреннее содержимое. Часто эндотоксины намного ядовитее экзотоксинов. Поэтому с антибиотиками при серьезных воспалениях нужно быть осторожным, можно убить больного, спровоцировав выброс эндотоксинов при массовой гибели микробов.

а уж оттуда протоки собираются в один главный лимфатический проток, из которого лимфа сбрасывается в верхнюю полую вену. Это хорошо видно на схеме.



*Рис. 6. Слияние лимфатических сосудов в главный проток и его впадение в левую подключичную вену*

Как и венозная сеть с ее капиллярами, лимфатическая сеть начинается в межклеточном пространстве (МКП). Она содержит до 30 % всей воды организма.

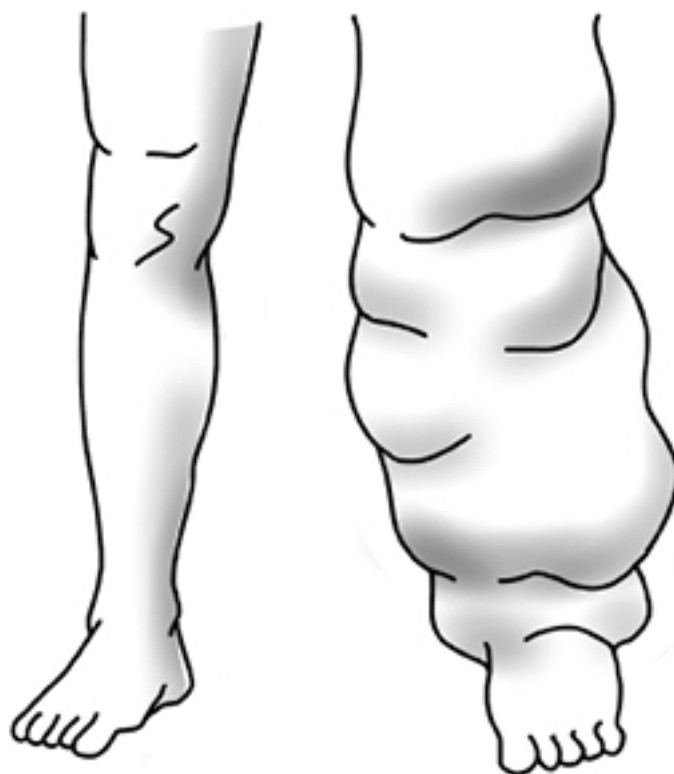
В лимфатических сосудах есть мышечные волокна и клапаны, как в венах, поэтому движение лимфы подчинено тем же законам, что и движение венозной крови. Нужно, чтобы работали мышцы, между которыми проходят сосуды. Клапаны не дают лимфе течь назад.

Внешне лимфа выглядит как желтоватая мутная жидкость с той же соленостью, что и кровь. Но в лимфе много жиров, то есть основной транспорт жира из тканей в кровь идет через лимфатическую сеть.

Если из-за травмы или воспаления лимфатический сосуд или проток закрывается, перерезается или удаляется<sup>15</sup>, отток лимфы из тканей или части тела прекращается, а в этой области происходит локальное ожирение.

---

<sup>15</sup> Рожистое воспаление, вызванное гемолитическим стрептококком, может привести к закрытию лимфатических сосудов; травма или хирургическая операция при удалении подмышечных лимфоузлов (когда удаляют опухоль молочной железы) приводит к лимфостазу. Как результат – локальное ожирение руки или ноги. Единственный способ удержать конечность от этого – компрессионное белье, которое механически сжимает и не дает лимфе накапливаться в тканях. Выпускаются специальные латексные рукава и чулки для профилактики лимфостаза. Латексное компрессионное белье, как и вакуумный массаж, в несколько раз усиливает лимфодренаж (отток лимфы) из кожи и подкожных тканей, способствуя ускоренному сжиганию целлюлитных жиров и формированию подтянутого внешнего вида, удалению морщин и складок на коже.



*Рис. 7. Слоновость ноги при лимфостазе*

**Лимфатических сосудов нет в хрящах, роговице глаз и хрусталике.**

Долгое время считалось, что лимфатической сети нет в головном мозге, однако в 2015 году было доказано наличие лимфатических сосудов и в центральной нервной системе: в головном и спинном мозге.

Итак, лимфатическая сеть – это тайные дороги лейкоцитов, по которым они и двигаются после боя к месту отдыха, если у них вообще бывает отдых. Но чаще всего они направляются к отделению полиции – лимфатическому узлу, где отчитываются о выполненной работе и получают новое назначение. Ведь лимфоциты живут 80–120 суток. Все это время они выполняют поручения, но обычно какое-то одно. Переучивать лимфоциты слишком накладно. Организму проще и выгоднее взять свежеспеченную клетку и обучить ее, чем гнать по новой в университет – в вилочковую железу (тимус) – и в лимфоузел отправлять старый лимфоцит на переподготовку.

Таким образом, единственное, что может лимфоцит-ветеран, – это поделиться знаниями и опытом с молодежью в лимфатическом узле. И, может быть, повторить свою работу с В-клетками еще раз, если угроза из очага воспаления не исчезла.

Именно в лимфатическом узле Т-лимфоциты проводят инструктаж В-лимфоцитов. И как мы помним, лимфа всегда движется от периферии к центру – к главным сосудам большого круга кровообращения.

Всем нам иногда приходится принимать лекарства внутрь или вводить в кровь инъекцией. Это приводит к тому, что концентрация препарата распределяется по всей воде организма, но работает-то он в конкретном месте.

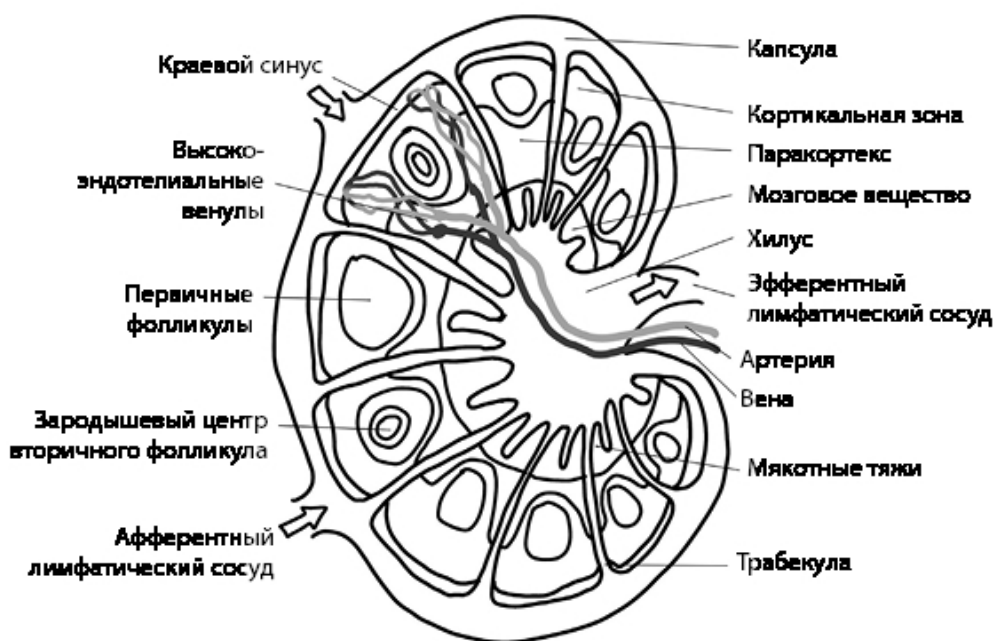


Рис. 8. Строение лимфатического узла<sup>16</sup>

Вся медицина ориентирована на факторы болезни: местные и общие. При местном воспалении лечение тоже проводится обычно местное. И до определенного момента лечение фокусируется там, где присутствует болезнь. Если вы сами проанализируете и сопоставите болезни и методы, то убедитесь в правильности этого утверждения. Чем начинаем лечить ангину? Полосканиями и антисептическими пастилками. Ушиб лечим прикладыванием холодного на место травмы. Рану обрабатываем антисептиком и заживляющей мазью или гелем.

И только если местно проблему не решить, приступаем к приему «общих» препаратов.

Иммунная система поступает точно так же. Она концентрирует борьбу непосредственно там, где происходит вторжение агрессора или появляется внутренний враг – раковая клетка или раковая ткань (группа клеток).

Но она всегда действует по очереди в двух планах: сначала местном и потом в общем.

Так, В-лимфоциты, задача которых вырабатывать специфические антитела, превращаются в плазматические клетки – оседлые в непосредственной близости от очага воспаления и насыщают межклеточное пространство вокруг воспаления иммуноглобулинами. Именно их мы обнаруживаем в крови, потому что они естественным образом попадают туда, но их максимальная концентрация обычно там, где нужны активные действия.

<sup>16</sup> Афферентный – приносящий, втекающий; эфферентный – выносящий, вытекающий. Эти термины пригодятся в будущем.

## **Часть 1**

# **Смотр личного состава. Анатомия и физиология крови**

### **Белые и красные**

Если бы не галантерейщик Антони ван Левенгук<sup>17</sup> из голландского города Делфта, который любил в свободное время шлифовать линзы, чтобы рассматривать мельчайшие объекты в пыли и воде, мы бы довольно долго не имели возможности узнать, что такое кровь, и, может быть, до сих пор считали бы ее «одним из соков, текущих по организму»<sup>18</sup>.

Любопытный голландец однажды попытался рассмотреть каплю крови в свой микроскоп и был очень удивлен, увидав там в основном красные шарики, которые позже назовут клетками эритроцитами.

Лейкоциты Левенгук сразу разглядеть не мог из-за их прозрачности по сравнению с окрашенными гемоглобином эритроцитами. Уже потом он заметил их, похожих на размазанных бесформенных амёб.

Много ли немедиков рассматривают кровь в микроскоп? У всех ли дома есть микроскопы? Ваш стоит на кухне в шкафу? Вы через него разглядываете продукты, например на предмет роста возбудителей, или изучаете семейный бюджет? Ответы очевидны. Кто-то знает про клетки крови из школьного курса, но большинство обычно видит кровь при порезе пальца во время приготовления пищи или при заточке карандаша перочинным ножом.

### **ПРЕЖДЕ ЧЕМ НАЧНЕМ РАЗГОВОР НЕПОСРЕДСТВЕННО О КРОВИ, СДЕЛАЕМ КОРОТЕНЬКИЙ ЭКСКУРС В ОСНОВЫ АНАТОМИИ.**

Организм – это тело. Тело состоит из органов и мягких тканей, которые натянуты на скелет, состоящий из костей. Кости – тоже ткань: костная. Скелет – это каркас, органом его до сих пор не называли, хотя почему нет? Устроен он весьма непросто. Ткани – это совокупности клеток, однотипных по строению и близких по функциональным возможностям. Всего тканей в организме четыре: соединительная, мышечная, эпителиальная, нервная.

Органы – это структурные объединения однотипных тканей с возможными включениями разнотипных. Например, каркас органа из соединительной ткани – строма, а рабочая ткань – эпителиальная. Все органы и ткани пронизаны сосудами, по которым течет кровь и лимфа.

Что еще? Ткани и клетки, из которых они состоят, можно разделить на низко- и высококодифференцированные. Это как рабочие: чернорабочие и мастера высшего разряда. И тех и других много, сколько надо, но в случае гибели восстанавливаются быстрее чернорабочие, низкодифференцированные, и постепенно они замещаются мастерами по мере роста их квалификации. Чернорабочие – это обычно клетки соединительной ткани. В скорости восстанов-

---

<sup>17</sup> Антони ван Левенгук (1632–1723) – оптик, создавший первые микроскопы и тем самым открывший дорогу в микромир. Считается, что А. Левенгук изобрел микроскоп, но это не совсем верно: он изготавливал микролинзы, позволявшие давать увеличение в сотни раз. В 1673 году его письмо было опубликовано в журнале «Философские записки» Лондонского королевского общества. Ему не поверили, и в 1676 году он отправил вторично свои наблюдения одноклеточных организмов, о существовании которых до сих пор не было известно. Группа английских ученых специально поехала в Делфт и подтвердила истинность открытия Левенгука. В 1980 году Левенгук был избран действительным членом Лондонского Королевского общества.

<sup>18</sup> Теория четырех типов организма, созданная Гиппократом, где четыре вида соков связаны с четырьмя типами темпераментов (холерики, флегматики, сангвиники и меланхолики). Соответственно, сангва – кровь, флегма – мокрота (слизь), холе – желчь, и меланхоле – черная желчь. По мнению Гиппократа, преобладание воздействия одного сока на сознание и характер над другими определяет особенности поведения и болезни человека. Мнение оказалось ошибочным.

ления им немного уступают клетки эпителия слизистых оболочек. Чем специфичнее ткани, тем сложнее и дольше они ремонтируются, тем дольше на месте их гибели сохраняется рубец из ткани соединительной.

## Итак, что же такое кровь?

Кровь – это ткань организма, такая же, как мышцы, кости, кожа и т. п., но жидкая. Она относится к соединительным тканям, и в ней есть все присущие живой ткани компоненты: клетки, строма (своеобразный каркас, организующий ткань или орган) и межклеточное пространство. Отличает кровь от других тканей не только жидкое состояние, но и разнообразие клеток.

Все клетки крови делятся на белые и красные, строма – сосуды, в которых течет, движется кровь, и особый волокнистый белок фибрин, который образуется, если кровь сворачивается. А пока она жидкая и течет, он сохраняется в виде растворенного белка-предшественника – фибриногена.

Все межклеточное пространство крови заполнено водой с растворенными в ней различными органическими и неорганическими веществами.

Из чего еще состоит кровь человека?

Больше всего в ней **эритроцитов**. Они красные, не имеют ядра, а по форме похожи на бублик без дырки – двояковогнутый диск.

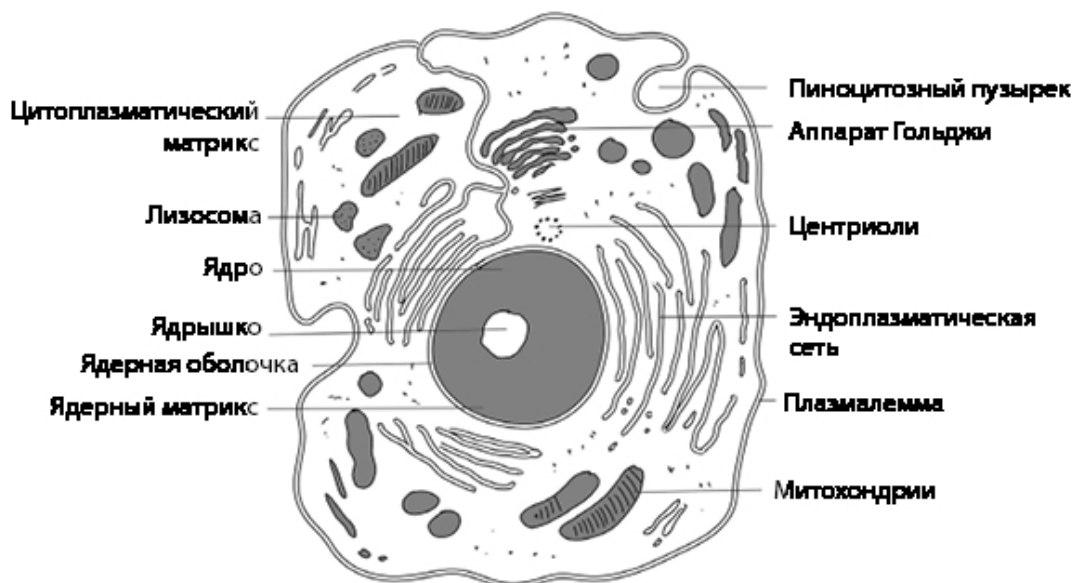
В крови также присутствуют **тромбоциты**, или, как их еще называют, кровяные пластинки, – они бесцветные и в десятки раз мельче эритроцита. В анализе они обозначаются сокращением PLT (platelets).

И, наконец, **лейкоциты** – бесформенные бесцветные клетки. Хотя по размеру лейкоциты больше эритроцитов, но в тысячу раз уступают им по численности.

В принципе, это три основных типа форменных элементов крови. Почему я не использовал слова «клеток»? Дело в том, что полноценные клетки в крови – только лейкоциты.

Почему? Напомню внешние характеристики животной клетки (рис. 9) из школьного курса биологии: «Окружена мембраной из двух слоев фосфолипидов, пронизанных белками-ферментами, заполнена цитоплазмой, в которой имеются ядро и органеллы: митохондрии, рибосомы, аппарат Гольджи и «клеточный центр».

Так вот, только у лейкоцитов есть полный набор этих компонентов и больше ни у кого.



*Рис. 9. Схема строения клетки человека и животных*

«Клеточная стенка»<sup>19</sup> – мембрана – это очень важная структура, она «кожа» клетки, строма, или скелет для укрепления внутри клетки органелл, чтобы они там не болтались, как в мешке. Мембрана животной (человеческой) клетки состоит из двух слоев фосфолипидов. Очень важное свойство мембраны – полупроницаемость, то есть вода через нее проходит легко, а более крупные молекулы – с трудом или даже «за ручку» – принудительно, с помощью белков-ферментов.

Эритроциты в процессе эволюции отказались от клеточного ядра в пользу гемоглобина. Поэтому клеткой эритроцит можно называть только условно, все-таки ядро в юности у него было. Хиленькое такое ядро, напоминающее сетку, за это предшественников эритроцитов называют ретикулоцитами<sup>20</sup>. Однако перед тем как покинуть костный мозг и выйти на работу в свободное плавание, эритроцит окончательно избавляется от ядра. А вот остальные органеллы в нем есть, и митохондрии, и центр Гольджи и другие.

Тромбоциты же даже в юности не имели ядра и больше всего напоминают щепочки, которые невидимым ножом отрезаются от мембраны стволовой клетки в костном мозге. Собственно, поэтому их и называли не клетками, а пластинками.

С лейкоцитами ситуация совсем иная. Это не просто клетки, а огромная семья различных клеток: от макрофагов-**моноцитов** (MON) до небольших, но очень многочисленных и воинственных нейтрофилов (NEU). О видах и классификации лейкоцитов будет сказано позже, в главе, посвященной исключительно им, а пока вкратце отмечу, что все лейкоциты делятся на два типа. Первый из них – **гранулоциты**, которые содержат зерна в цитоплазме. К ним относятся **нейтрофилы** (Нф), **эозинофилы** (Эф) и **базофилы** (Бф).

Второй тип – **агранулоциты**. Они не содержат зерен в цитоплазме, имеют несегментированное ядро. В их число входят **моноциты** (мц) или **лимфоциты** (лц), причем существует огромное семейство из Т- и В-лимфоцитов. Агранулоциты еще называют мононуклеарами (что переводится как «одноядерные»).

Интерес биологов и морфологов к лейкоцитам обострился уже во второй половине XIX века, когда химических красок, необходимых для текстильной промышленности и прочих нужд, выпускалось достаточно. Изначально лейкоциты описывали по внешнему виду и по отношению к красителям. Почему? Чтобы увидеть лейкоциты в деталях, обнаруженные среди красных эритроцитов прозрачные клетки нужно было покрасить, и не только снаружи: требовалось обозначить контур мембраны, выделить внутренние элементы и ядро. Красители должны были проникнуть внутрь клетки и вступить в реакцию с различными веществами органелл и ядра.

Сейчас используются краски двух типов: кислые и щелочные. Клетки, которые окрашиваются только щелочным красителем, стали называть **базофилами**, от «базис» – основание (так химики называют щелочи)<sup>21</sup>. Если клетки любят только кислый эозин, то их называют **эозинофилами**. А если лейкоцит отлично окрашивается обеими красками или нейтральной (по Ph-уровню), то его называют **нейтрофилом**.

## ПО РАЗМЕРАМ И ФОРМЕ ЯДЕР, А ТАКЖЕ ПО ОТНОШЕНИЮ К КРАСИТЕЛЯМ ЛЕЙКОЦИТЫ РАЗДЕЛИЛИ НА

---

<sup>19</sup> В кавычках это выражение потому, что «клеточная стенка» как термин относится к одноклеточным организмам, и она сильно отличается от клеточной наружной мембраны, которая состоит из двух слоев фосфолипидов со встроенными белками-ферментами.

<sup>20</sup> От ретикулум (лат. reticulum) – сетка.

<sup>21</sup> Для окраски мазков крови используют обычно азур-эозин по Романовскому, эозин-метиленовый синий и фиксатор-краситель.



## **ДВА ВИДА: НЕЙТРОФИЛЫ И ЛИМФОЦИТЫ. НЕЙТРОФИЛЫ МЕЛЬЧЕ, ЛИМФОЦИТЫ КРУПНЕЕ.**

Теперь несколько слов нужно сказать о жидкой части крови – этом «бульоне», в котором перечисленные форменные элементы путешествуют. Он называется плазмой крови и имеет очень сложный состав из белков, жиров в водорастворимой форме, то есть тоже связанных с белками, и углеводов – проще говоря, это в основном сахара: глюкоза, фруктоза. Также там 0,9 % раствор поваренной соли  $\text{Na}+\text{Cl}^-$  и в небольших количествах калий  $\text{K}^+$  и кальций  $\text{Ca}^{2+}$ , а еще совсем немного бикарбонатов  $\text{COH}^-$  и фосфатов  $\text{PO}_4^{3-}$ , которые относятся к так называемым буферам. В данном контексте буфер означает амортизатор. Обычно это соль, отдельные части которой в растворе могут, вступая в реакцию с ненужными агрессивными элементами<sup>22</sup>, гасить эту щелочную или кислотную агрессию и таким образом держать  $\text{pH}$  в нужных пределах. Иными словами, они выравнивают кислотно-щелочной баланс в растворе. Это важно, поскольку плазма крови всегда должна сохранять стабильные параметры кислотно-щелочного баланса. Гемоглобин в эритроцитах и белки тоже тщательно следят, чтобы  $\text{pH}$  крови не сильно отклонялся от нормы.

Спросите, а с чего это кровь вдруг будет или щелочной, или кислой?

Во время работы глюкоза сгорает, остается углекислый газ, а это что? Правильно, кислота! Но углекислый газ связан с гемоглобином, и если бы он поступал прямо в кровь, там была бы кока-кола с пузырьками! Ну или что-то вроде.

Кроме  $\text{CO}_2$  в крови оказываются органические кислоты, которые образуются, если тканям не хватает кислорода и глюкоза «не догорела». Это молочная кислота (МК), которую ненавидят спортсмены, пировиноградная (ПВК) и уксусная (УК). Для того чтобы эти хулиганки не отравляли кровь своим присутствием и нужны буферы, которые вступают с ними в реакцию и связывают их, лишая кислотных свойств. При этом временно образуются сложные соли. Почему временно? Потому что то, что может сгореть, обязательно сгорит в ближайшее время, как только найдется нужное количество молекул кислорода, а то, что сгореть не может, через почки или потовые железы обязательно удалится из организма.

## **ПОСЛЕ ЕДЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОСТАВА СЪЕДЕННОГО В ОРГАНИЗМ МОЖЕТ ПОСТУПАТЬ НЕМАЛО ЩЕЛОЧНОЙ ПИЩИ, И ТОГДА В ДЕЛО ОПЯТЬ ВСТУПАЮТ БУФЕРЫ И ГАСЯТ ИЗБЫТОК $\text{pH}$ ПЛАЗМЫ КРОВИ, СДВИГАЯ ЕГО В КИСЛУЮ СТОРОНУ.**

Но важно знать, что  $\text{pH}$  артериальной крови в норме чуть-чуть отклонен в щелочную сторону, а венозной – в кислую. К слову, в зависимости от части тела кислотность венозной крови тоже отличается: чем ниже, то есть ближе к ногам, тем кровь кислее, чем выше – тем ниже ее кислотность. Но значения эти в норме отличаются на сотые и тысячные доли. А вот если человек болеет или мало двигается, если мышцы не могут нормально гнать венозную кровь к сердцу и легким, то отличия  $\text{pH}$  становятся значимыми и могут приводить к отравлению тех тканей, где кровь слишком кислая.

Кислая кровь сильнее и быстрее сворачивается, риск образования тромбов тем выше, чем кислее становится кровь.

Если кровь в артериях ближе к щелочной, а в венах к кислой, то бывает ли так, что артериальная тоже закисает, а венозная защелачивается?

Бывает. Артериальная кровь киснет чаще, и это намного вреднее, чем защелачивание венозной. Венозная стенка рассчитана на экстремальные отклонения, тогда как артерии в целом и выстилка их стенок в частности очень нежные и чувствительные к появлению лишних

---

<sup>22</sup> Которые попадают извне или из микробов.

и довольно агрессивных кислот. Так же как и давление, они разрушают мембраны клеток и интимы сосудов, создавая в этих местах очаги для образования атеросклеротических бляшек и тромбов.

К кислотам нужно отнести сахара – глюкозу и фруктозу, которые являются очень мощными окислителями и обжигают мембраны клеток, если их концентрация в крови выше 6,6 ммоль/л держится слишком долго, дольше 1–2 часов.

## **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.