
Содержание

Предисловие. Представление о жизни	6
ЧАСТЬ 1. Начало жизни	9
Глава 1. Когда вы появились на свет	10
Глава 2. Когда вам нужна помощь, чтобы родить (здорового) ребенка	25
Глава 3. Дети будущего	38
Глава 4. О дивный новый мир?	51
ЧАСТЬ 2. Середина жизни.	65
Глава 5. Вы — живой суперкомпьютер	66
Глава 6. Прочесть сценарий жизни	80
Глава 7. Взломать собственное тело.	92
Глава 8. Генетика без границ?	106
ЧАСТЬ 3. Конец жизни.	119
Глава 9. Почему вы умираете?	120
Глава 10. Здоровое старение	133
Глава 11. Возраст — не помеха	147
Глава 12. Прощай, старение?	161
Эпилог. Что теперь?	173
Благодарности	185
Указатель	187

Предисловие

Представление о жизни

АБСОЛЮТНО ВСЕ, что в вас есть, берет начало от крошечной клетки. Все ваши чувства, мысли и идеи, все осуществленное вами, все, что вы значите для других, пережитая вами горечь любви, ощущение первого весеннего солнца на коже — все, что вы собой представляете, началось с одной-единственной клетки, возникшей, когда сперматозоид вашего отца слился с яйцеклеткой вашей матери.

Сегодня ваше тело состоит из триллионов клеток — их почти в пять раз больше, чем галактик во Вселенной. Это результат чрезвычайно сложного и точно отрететированного процесса, в котором первая клетка разделилась на две, четыре, восемь, шестнадцать. Возникало все больше и больше клеток. Клетки, которые поначалу были одинаковыми, постепенно начали приобретать специализацию. Одни стали нейронами, другие — кровяными клетками, а прочие — клетками почек, сердца или печени. Нам известно более чем 200 различных типов клеток человеческого тела, и, вероятно, существуют многие другие, которых мы пока не обнаружили.

Для того чтобы ваши руки не появились там, где должны быть ноги, а глаза — на затылке, клетки постоянно взаимодействуют и находят свое место, почти как балетные танцоры, всегда знающие свою позицию в большом ансамбле на сцене. Некоторые клетки, поскольку это было необходимо, в процессе даже совершили самоубийство, как солдаты,

принесшие себя в жертву ради своего батальона. Если бы не эти клетки-самоубийцы, у вас, к примеру, вместо отдельных пальцев на руках были бы культы. В целом это похоже на грандиозное представление, где постоянно растет число различных клеток и все они в разных ролях работают вместе для достижения общей цели: создать вас.

Ваш «рецепт» скрыт внутри каждой вашей клетки в виде ДНК. Практически непостижимое количество детальной информации о том, каким вы должны стать и как должно функционировать ваше тело, копируется каждый раз, когда одна клетка становится двумя. ДНК — это сценарий жизни, и представление продолжается до самой вашей смерти. Жизнь — это долгая непрерывная цепная реакция, в которой молекулы возникают и разрушаются, чтобы клетки могли расти, делиться, «общаться» между собой и выполнять возложенные на них задачи. Так, ваши мышечные клетки могут быстро преобразовать питательные вещества в энергию, когда вам внезапно приходится бежать, чтобы успеть на автобус, а мертвые клетки заменяются новыми, когда вы порежетесь кухонным ножом. Но даже наилучшие бродвейские представления когда-нибудь заканчиваются, как и спектакли жизни. Со временем в сценарии — то есть в ДНК — появляются крохотные опечатки. Клетки изнашиваются, повреждаются и перестают взаимодействовать. Хореография хромает. Наконец занавес опускается — тело отказывает. Отмерянное вам время под софитами истекло.

Человек долгое время использовал технологии и науку, чтобы влиять на условия жизни. Близорукость больше не означает, что вы станете чьим-то ужином (что вполне могло случиться с нашими предками, охотниками и собирателями), потому что некие сообразительные римляне много веков назад начали делать оправы с выпуклым стеклом, которое могло регулировать преломление света в глазах. И, в отличие от наших прапрапрапрадедов, мало кто из нас, живущих сегодня, знает, каково это — день за днем ложиться спать го-

лодным. Благодаря значительным достижениям в сельском хозяйстве и производстве продуктов питания мы можем быть уверены в том, что молоко, хлеб и мясо будут в магазине и завтра. Мы низвергли даже нашу собственную биологию. Современная медицина позволяет жить дольше и здоровее. Пары, отчаявшиеся завести детей, могут получить помощь для наступления беременности.

Тем не менее некоторые естественные предпосылки до сих пор были нерушимыми: для рождения ребенка нужны женщина и мужчина. Удача и неудача во многом определяют, какой лотерейный билет вы вытянете в генетической лотерее. Мы все умрем. Но должно ли быть так? Современные биотехнологии стоят на пороге опровержения известных биологических истин. Насколько мы близки к тому, чтобы вещи, звучавшие как научная фантастика, стали реальностью? И что значит для вас как личности и для всех нас как общества ситуация, когда можно влиять на все большую и большую часть нашей биологии и контролировать ее?

В этой книге мы объясняем, как работает невероятно продвинутый механизм, заставляющий функционировать ваше тело, и как новые знания и новые методы лечения позволяют преодолеть биологию на всех жизненных этапах. Также мы приглашаем вас подумать над тем, что эти новые возможности ставят перед нами важнейшие этические вопросы, касающиеся зачатия, жизни и смерти. Вместе мы можем повлиять на то, каким будет человек будущего.

Часть 1

НАЧАЛО ЖИЗНИ

Когда вы появились на свет

ТО, ЧТО ИМЕННО ВЫ СЕЙЧАС читаете эту книгу, является почти непостижимой математической невероятностью. Приблизительно четыре миллиарда лет совпадений, прошедших с момента появления жизни на Земле до того мгновения, когда встретились ваши мать и отец. Также было маловероятным, что именно тот единственный сперматозоид вашего отца, а не один из других 250 миллионов, найдет путь к той самой яйцеклетке вашей матери. Но мы не можем пройти здесь всю историю Земли. Также большинству из нас комфортнее не слишком задумываться о том, что происходило между мамой и папой, когда мы были зачаты.

Давайте лучше погрузимся в события, произошедшие вскоре после этого, и в тот невероятный механизм, который привел к вашему появлению и к тому, что вы стали именно таким, какой вы есть, поскольку, как, пожалуй, и математическая невероятность, вы являетесь живым доказательством всей сложности биологии. Ведь создание человека — чрезвычайно непростой процесс.

Искра жизни

Вы начались с фейерверка. Не с того фейерверка, что освещает ночное небо в Новый год, а с микроскопического фейерверка неорганических ионов металлов. Фитиль зажегся, когда сперматозоид вашего отца проник в яйцеклетку вашей

матери, а она, в свою очередь, через несколько секунд выпустила облако цинка. В момент, когда сперматозоид проник в яйцеклетку, по ней прокатилось цунами из кальция. Этот фейерверк был искрой, необходимой для запуска программы деления клеток, которую мы называем развитием эмбриона и целью которой было создать вас.

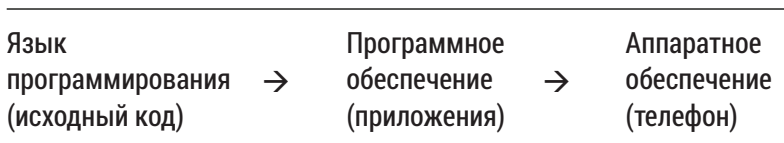
Ваши первые недели в роли эмбриона были очень насыщенные. Всего за пять дней вы превратились из единственной свободно плавающей клетки в комок из нескольких сотен клеток, цепляющихся за внутреннюю часть матки вашей матери. Уже на этом этапе клеткам были назначены роли, определившие их судьбу: внешний слой клеток должен был стать плацентой, а внутренний сгусток клеток — превратиться в вас. Еще через несколько дней вы состояли из трех разных слоев — почти как матрешка. Внешний слой собирался превратиться в кожу, волосы, ногти и нервную систему. Средний слой намеревался стать отправной точкой для мышц, соединительной ткани, крови и ряда других структур и органов внутри вашего тела. Внутренний слой должен был среди прочего образовать ваши дыхательные пути и кишечник.

Вскоре после этого у вас появились перед и зад, верх и низ, а также правая и левая стороны. В то же время ваши клетки становились все более и более специализированными. Через восемь недель после оплодотворения все жизненно важные системы и органы вашего тела были на своих местах, и вас повысили от эмбриона до плода. Оставшаяся часть беременности в основном была связана с ростом, от размера клубники до размера тыквы.

Процесс развития между зачатием и рождением зависит от постоянного деления, специализации и реорганизации клеток. Инструкция того, как это должно происходить, была заранее запрограммирована в ваших генах. Сценарий жизни записан в ДНК.

Биологическое программирование

Чтобы понять, как работает ваша биология, представьте себе смартфон. В телефоне есть несколько приложений или программ, выполняющих определенные функции. Некоторые из них могут сказать вам, какой будет погода завтра, некоторые могут показать кратчайший путь в город Ставангер, а некоторые позволяют опубликовать фотографии вашего ужина, чтобы им могли восхититься ваши друзья, и т. д. Приложения управляются большим количеством исходного кода, состоящего из нулей и единиц, который программист написал на языке программирования, понятном вашему телефону. Исходный код, таким образом, является основой для приложений, которые, в свою очередь, определяют, для чего вы можете использовать телефон. Мы можем проиллюстрировать эту систему такой простой моделью:



В целом вы функционируете по тому же принципу. Клетки в вашем теле — это своего рода «железо», контролируемое рядом приложений, называемых генами. Эти гены запрограммированы в исходном коде — ДНК. Таким образом, переписав модель выше, мы можем объяснить вашу биологию следующим способом:



Этот принцип применим не только к вам, но и ко всей жизни на Земле. Чтобы понять, как это работает, нам нужно пройти ускоренный курс генетики.

Код жизни

Хотя ДНК — это форма кода, она не содержит нулей и единиц. ДНК состоит из химических оснований аденина, гуанина, цитозина и тимина — сокращенно А, Г, Ц и Т. Вы унаследовали 3 миллиарда пар таких оснований, связанных между собой длинными нитевидными цепями, от каждого из ваших родителей. Результатом стал ваш геном — уникальный исходный код. Это и есть ваш сценарий. У каждой из ваших клеток есть своя копия этого сценария — в целом, огромное множество ДНК. Если растянуть ДНК из одной клетки, длина нити составит около двух метров. Если взять всю ДНК из 37 триллионов клеток, составляющих ваше взрослое тело, и связать в одну длинную нить, эту нить можно обернуть вокруг земного шара 2,5 миллиона раз.

То, что вся эта ДНК тем не менее умещается в ваших клетках, объясняется чрезвычайно эффективной упаковкой. Нити ДНК смотаны в компактные клубки, которые мы на профессиональном языке называем хромосомами. В каждой клетке содержится вся ДНК, а именно — два метра цепи ДНК, представляющей собой двойной набор из 3 миллиардов пар химических оснований, упакованных в 46 клубков. Они расположены внутри ядра клетки, диаметр которого составляет примерно одну десятую часть толщины волоса. Насколько компактно упакована ДНК? Представьте, что вам нужно упаковать всю одежду из 300 до отказа набитых чемоданов среднего размера в багажник универсала Volvo. Даже самые целеустремленные родители младенцев не могут добиться такой компактности, когда необходимо собрать вещи для пятидневного летнего отдыха на даче.

23 000 приложений

Таким образом, огромное количество кода ДНК содержит рецепт того, как вы стали именно вами. И приложения, опре-

деляющие, как должны вести себя ваши клетки, называются генами. У нас их около 23 000, что, вероятно, немного больше, чем количество приложений в вашем телефоне.

Когда вы нажатием активируете приложение на телефоне, код преобразуется в электрический сигнал, заставляющий телефон реагировать. Ген работает несколько иначе. Когда активируется ген, генетический код используется как инструкция для создания молекул, как правило — белков, влияющих на клетку. Белки выполняют множество функций. Некоторые из белков являются важным строительным материалом, заставляющим клетку принимать определенную форму, например длинных нервных клеток, простирающихся от нижней части позвоночника до больших пальцев ног. Другие белки действуют как сигнальные вещества, например гормоны, заставляющие вас покрываться прыщами в подростковом возрасте или вызывающие эйфорию, если вы недавно влюбились. Третьи важны для биохимических реакций, например для расщепления вашего обеда на питательные вещества, необходимые организму, или для сокращения мышц при подъеме по лестнице.

Это лишь несколько примеров всех комплексных процессов, которыми управляют и на которые влияют ваши гены. Гены контролируют ряд дополнительных функций и особенностей, обеспечивая при этом базовую работу вашего тела и поддержание его в рабочем состоянии. Таким образом, гены делают вас совершенно уникальным индивидуумом и одновременно неразрывно связывают вас со всей остальной жизнью на Земле.

Наполовину банан

Подавляющее большинство ваших генов управляют базовыми процессами, такими как деление клеток или копирование ДНК. Код в этих ваших так называемых управляющих генах практически идентичен соответствующему коду во

всех других живых организмах, от дрожжей и бананов до утконосов и орангутангов. Причиной является то, что ошибки в этих генах часто имеют катастрофические последствия. Если исходный код в приложениях для деления клеток хоть ненамного отклонится от стандарта, организм уже никогда не станет чем-то бóльшим, чем единственная клетка, и спустя недолгое время погибнет. Без этих генов жизнь на Земле в итоге перестала бы существовать.

Тем не менее то, что вы не дрожжи или банан, объясняется тем, что у вас также есть много генов, делающих вас человеком. То, что у вас есть зрительные нервы и кожа, что вы можете испытывать радость и любовную тоску, является результатом непрерывного обновления программного обеспечения на протяжении миллиардов лет. Эти обновления совершаются из-за того, что в исходном коде постоянно происходят случайные изменения, так называемые мутации в ДНК, среди прочего — от солнечного УФ-излучения или когда нить ДНК запутывается во время деления клетки. Чаще всего такие изменения не имеют большого значения, поскольку существенно не влияют на функцию генов. Иногда ошибки в исходном коде мешают правильной работе генов, так что организм быстро отсеивается в безжалостной борьбе за существование. В любом случае исходная версия программы остается самой распространенной.

Однако кое-где изменения, напротив, дают конкурентное преимущество, повышающее шансы выжить и иметь детей. Возможно, небольшое изменение исходного кода в одном гене приведет к тому, что вы станете более устойчивым к коронавирусу или другим опасным инфекционным заболеваниям, или же сделает вас более привлекательным для потенциального партнера. Тогда эта новая и улучшенная версия программного обеспечения будет передана следующему поколению и будет чаще встречаться у вашего вида по сравнению с предыдущей версией. Это те самые измене-

ния в ДНК, которые заставляют нас развиваться и адаптироваться к окружающей среде. Со временем каждое поколение потомков будет все больше отличаться от предков и родственников с других ветвей генеалогического древа, потому что все они живут в разной среде. Это мы называем эволюцией.

Если посмотреть на ваше генеалогическое древо примерно 75 миллионов лет назад, мы найдем общего предка с мышами. У вас около 90 процентов общих генов с мышами, а их предок — относительно юный парнишка по стандартам эволюции. За 75 миллионов лет гены не успели так уж сильно измениться. Для сравнения: у вас «всего» 50 процентов общих генов с бананами, а возраст почтенного общего предка — 1,5 миллиарда лет. Учитывая эту логику, возможно, не удивительно, что вы генетически более чем на 99,9 процента совпадаете со своим соседом. У вас обоих есть зубы, адаптированные к диете, состоящей как из мяса, так и из растений, и способность плакать, если происходит что-то печальное. Но есть и различия. Может быть, вы — один из тех, кто изо всех сил пытается найти обувь достаточно маленького размера и с трудом дотягивается до багажной полки в поезде, в то время как длинноногий сосед платит за дополнительное пространство для ног, чтобы иметь возможность удобно сидеть. Может быть, вам нравится нежиться в постели до полудня, в то время как сосед заканчивает ежедневную тренировку еще до рассвета. Может быть, вы думаете, что скумбрия в томатном соусе — лучшее, что предлагает норвежская кухня, а ваш сосед едва ли покормит ей кошку. Все люди на Земле практически идентичны с генетической точки зрения, и в то же время все мы совершенно уникальны. Но как могут дети одних и тех же родителей выглядеть совершенно по-разному и что на самом деле происходит, когда вы наследуете улыбку отца и мамину страсть к sudoku?