

# СОДЕРЖАНИЕ

Введение . . . . .	7
1 Бессмертный ген и одноразовый организм . . . . .	19
2 Живи быстро, умри молодым . . . . .	38
3 Повреждение центра управления . . . . .	64
4 Проблема с концами хромосом . . . . .	91
5 Переводим биологические часы назад . . . . .	104
6 Переработка мусора . . . . .	134
7 Меньше — это больше . . . . .	158
8 Уроки скромного червяка . . . . .	181
9 Наши безбилетные пассажиры . . . . .	210
10 Боль, недуги и вампиры . . . . .	229
11 Безумцы или провидцы? . . . . .	247
12 Будем ли мы жить вечно? . . . . .	278
Благодарности . . . . .	303
Примечания . . . . .	305
Предметно-именной указатель . . . . .	349



# ВВЕДЕНИЕ

Почти ровно сто лет назад в египетской Долине царей экспедиция под руководством британского археолога Говарда Картера в ходе раскопок обнаружила давно погребенную под землей лестницу. Лестница вела к вратам с оттиском царской печати — верным знаком того, что за ними находится гробница фараона. Печать была нетронута, то есть в гробницу никто не входил больше трех тысяч лет. А то, что обнаружилось внутри, поразило даже опытного египтолога Картера<sup>1</sup>: мумия молодого фараона Тутанхамона в золотой погребальной маске изумительной красоты и множество изящных и богато украшенных предметов, тысячелетие за тысячелетием деливших с ним вечность. Гробницы фараонов были надежно укрыты от простых смертных — египтяне с невероятным старанием создавали объекты, которые другие люди никогда не должны были увидеть.

Великолепное убранство гробницы было связано со сложнейшим погребальным ритуалом, смысл которого состоял в преодолении порога в загробный мир. Вход в сокровищницу охраняла черная с золотом статуя Анубиса, шакалоголового бога подземного мира, роль которого описана в древнеегипетской «Книге мертвых». Свиток папируса с ее текстом нередко помещали в саркофаги фараонов. Ее легко принять за религиозное

сочинение<sup>2</sup>, но это скорее путеводитель, содержащий указания, как проходить полный опасностей путь через подземный мир в благословенную загробную жизнь. В одном из последних испытаний Анубис взвешивает сердце умершего, кладя на другую чашу весов перо. Если сердце окажется тяжелее пера, оно нечисто, и душа человека обрекается на ужасную участь. Если же испытуемый оказывается непорочным, он вступает в прекрасную страну, где его ждут еда, питье, плотские утех и все прочие радости жизни.

Египтяне, конечно же, не единственные, кто верил, что за порогом смерти человека ждет вечная жизнь. Пусть в других культурах не принято было сооружать сложные по конструкции усыпальницы, какие строили для фараонов египтяне, со смертью у всех народов связано множество верований и ритуалов.

Интересно поразмысльить о том, как люди вообще осознали свою смертность. То, что мы знаем о грядущей смерти, своего рода случайность, для которой потребовалась эволюция разума, способного к самопознанию. Для этого, конечно же, необходимо достичь определенного уровня развития когнитивного мышления и способности к обобщению и вдобавок обрести язык для передачи этой идеи. Низшие формы жизни и даже некоторые сложные, например растения, не осознают смерти. Для них она просто случается. Животные и другие наделенные чувствами создания могут инстинктивно бояться опасности и гибели. Они понимают, когда умирает один из них, и некоторые даже, как мы знаем, оплакивают смерть сородичей<sup>3</sup>. Но нет никаких свидетельств<sup>4</sup> того, что животные осознают и собственную смертность. Я не говорю о гибели от насилия, несчастного случая или болезни, которую можно предотвратить. Я имею в виду *неотератимость* смерти вообще. В какой-то момент мы, люди, поняли, что жизнь подобна бесконечному пиру, к которому мы присоединяемся, явившись на свет. Насла-ждаясь этим пиршеством, мы замечаем, как другие приходят

и уходят. Потом наступает и наш черед уйти, хотя праздник еще в полном разгаре. И нам страшно в одиночку выходить на ночной холод. Знание о неизбежности смерти так устрашает, что большую часть жизни мы отрицаем это знание. И если кто-то рядом умирает, не хотим прямо признать этого и прибегаем к иносказаниям, говоря, что человек «ушел» или «почил», ведь это внушает мысль, что смерть еще не конец, а лишь переход к чему-то новому.

Чтобы помочь людям смириться с осознанием их смертности, во всех культурах формировались системы верований и стратегий, отрицающие непреложность смерти. Философ Стивен Кейв утверждает<sup>5</sup>, что поиск бессмертия не один век оставался локомотивом человеческой цивилизации. Все наши способы преодолеть собственную смертность он делит на четыре группы. Первая, или План А, — стараться жить в физическом теле вечно или как можно дольше. Если с этим не сложится, есть План В — после смерти воскреснуть. По Плану С, даже если тело уже распалось и нет надежды на его воскрешение, остается нематериальная сущность — бессмертная душа. И наконец, План Д предполагает дальнейшее существование в своем наследии, будь то художественные произведения, монументы или биологическое потомство.

Человечество всегда тяготело к Плану А, а вот в том, что касается остальных трех, разные культуры расходятся. В Индии, где я вырос, индуисты и буддисты охотно обращаются к Плану С, исповедуя веру в то, что у каждого человека есть бессмертная душа, которая способна пережить смерть, воплотившись в новом человеческом теле и даже в теле совсем других живых существ. Авраамические религии — иудаизм, христианство, ислам — придерживаются одновременно планов В и С. Они утверждают бессмертие души, но также проповедуют идею о том, что когда-то в будущем мы воскреснем из мертвых и предстанем перед судом Господа *во плоти*. Возможно, поэтому

они традиционно предписывают хоронить тела мертвых нетронутыми и запрещают кремацию.

Представители некоторых культур, например древние египтяне, перестраховывались, включая все четыре стратегии в свою систему верований. В монументальных усыпальницах они сохраняли мумифицированные тела фараонов, чтобы те могли воскреснуть в загробной жизни во плоти. Одновременно египтяне верили в существование души, называемой *ба*, которая представляла собой сущность человека и не исчезала после его смерти. Первый император объединенного Китая Цинь Шихуанди использовал все возможные способы для обретения бессмертия<sup>6</sup>. Переживший множество покушений на свою жизнь, покоривший враждебные царства и поднявшийся на вершину абсолютной власти, он обратился к поискам эликсира жизни. Император отряжал чиновников расследовать любые, даже малейшие слухи о его существовании. Неудача в поиске почти наверняка означала жестокую расправу, так что многие из этих посланцев благоразумно ударялись в бега и больше не подавали о себе вестей. Одновременно Цинь в дерзновенной попытке соединить планы В и Д приказал построить ему в Сиане мавзолей размером с город, согнав на строительство 700 000 человек. В усыпальнице поместились армия из 7000 глиняных воинов и лошадей — чтобы охранять усопшего владельца до момента нового рождения. Цинь Шихуанди умер в возрасте 41 года в 210 г. до н.э. По иронии судьбы его жизнь, возможно, сократили ядовитые снадобья, которые он принимал для ее продления.

Наши способы примирения со смертью стали меняться с наступлением эпохи Просвещения и началом развития современной науки в XVIII в. Рост рационализма и скептицизма означает, что мы, хотя еще и цепляемся за какие-то варианты планов В и С, в глубине души вовсе не уверены в их действенности. Фокус сместился на поиск средств для про-

дления биологической жизни и на посмертное сохранение наследия человека.

Любопытная особенность человеческой психологии: даже смиряясь с мыслью о своей неизбежной смерти, мы испытываем сильную потребность в том, чтобы нас помнили. Сегодня самые богатые люди вместо возведения гробниц и монументов занимаются благотворительностью, финансируют различные проекты и фонды, которые надолго их переживут. Во все эпохи писатели, художники, музыканты и ученые искали бессмертия в творчестве. Однако в конечном счете продолжать жить лишь в своем наследии — все же не самая утешительная перспектива.

Если вы не могущественный монарх, не миллиардер и не Эйнштейн, не отчайвайтесь. Есть способ оставить не только наследие, но и память о себе, доступный едва ли не каждому из живущих, — продолжиться в потомстве. Стремление продолжить род, чтобы часть тебя жила и после твоей смерти — один из сильнейших биологических инстинктов, созданных эволюцией, и он настолько важен в жизни, что далее мы еще много будем о нем говорить. Но даже при том, что мы любим детей и внуков и хотим, чтобы они жили долго после нашего ухода, мы знаем, что они отдельные существа с собственным сознанием. Это не мы.

Вместе с тем большинство из нас не проводит жизнь в непрерывной экзистенциальной тревоге из-за осознания своей смертности. Напротив, наш мозг<sup>7</sup>, похоже, выработал защитный механизм, представляя смерть событием, которое случается с другими людьми, но не с нами. Этому самообману способствует изоляция умирающих. В прошлом человек постоянно сталкивался с умирающими, но сегодня люди умирают в пансионатах и больницах, вдали от наших глаз. Вследствие этого большинство из нас, особенно те, кто помоложе, в повседневной жизни ведут себя так, будто мы бессмертны. Мы много работаем, пре-

даемся увлечениям, добиваемся каких-то больших целей — все это помогает нам отвлечься от возможного беспокойства по поводу смерти. И все же, какой бы тактики мы ни придерживались, полностью спрятаться от осознания собственной смертности мы не можем.

Все это возвращает нас к Плану А. Стратегия, к которой миллионы лет прибегают все способные чувствовать существа, — это оставаться в живых как можно дольше. С самого раннего возраста мы инстинктивно избегаем опасности, хищников, врагов и болезней. За тысячелетия это всеобщее стремление научило нас защищаться от нападений, строя сообщества и крепости, создавая оружие и армии; оно также заставило нас искать снадобья и лекарства и в конце концов привело к появлению современной медицины, в частности хирургии.

В течение многих веков средняя продолжительность жизни оставалась практически неизменной. Но за последние 150 лет она удвоилась, прежде всего потому, что люди стали лучше понимать причины возникновения и распространения болезней и усовершенствовали общественное здравоохранение. Научный прогресс позволил нам добиться огромных успехов в увеличении средней продолжительности жизни, главным образом за счет снижения младенческой смертности. Но увеличить максимальную продолжительность жизни — наибольшее число лет, которые мы можем прожить при самых благоприятных обстоятельствах, — задача куда более сложная. Жестко ли задан этот предел или мы, по мере изучения собственных биологических механизмов, сможем замедлить, а то и вовсе остановить старение?

Сегодня революция в биологии, начавшаяся более ста лет назад с открытия генов, привела человека на распутье. Недавние исследования глубинных причин старения открывают перспективы не только улучшения здоровья в пожилом возрасте, но и продления человеческого века.

Демографы в настоящее время прилагают большие усилия, чтобы установить причины старения и найти способы сгладить его последствия. В большинстве стран мира растет доля пожилого населения и наступной необходимостью для общества становится решение задачи как можно дольше сохранять этим людям здоровье. В результате геронтология — наука о старении, — долгие годы остававшаяся академическим захолустьем, начала стремительно развиваться.

Только в последние десять лет опубликовано более 300 000 научных статей о проблемах биологии старения. Более 700 новых компаний в совокупности инвестировали десятки миллиардов долларов в борьбу со старением — и это не считая известных крупных фармацевтических компаний, запустивших свои программы в этой области.

Такие небывалые усилия порождают целый ряд вопросов. Сможем ли мы когда-нибудь обмануть болезнь и смерть и жить невероятно долго, может быть, в несколько раз дольше, чем живем сейчас? Некоторые ученые действительно высказывают такое мнение. А миллиардеры из Калифорнии, которые получают удовольствие от своего образа жизни и не хотят, чтобы праздник закончился, охотно этих ученых финансируют.

В наши дни торговцы бессмертием — исследователи, ищащие способы безгранично продлить время жизни, и миллиардеры, дающие на это средства, — в сущности, являются современным воплощением пророков былых времен, обещавших долгую жизнь, фактически не омрачаемую страхом надвигающейся старости и смерти. Кому станет доступна такая жизнь? Ничтожной доле населения, которая сможет это себе позволить? На каких этических основаниях людей будут готовить или видоизменять для такой жизни? И если такая возможность будет широкодоступна, каким станет общество? Вступим ли мы слепо в завтрашний день, не задумываясь о возможных социальных, экономических и политических последствиях того, что люди

станут жить намного дольше, чем теперь? Учитывая последние успехи науки и гигантские средства, вкладываемые в изучение старения, стоит задаться вопросом, куда эти изыскания ведут и что говорят о пределе нашего земного века.

Пандемия коронавируса, охватившая мир в конце 2019 г., — недвусмысленная демонстрация того, что природу наши планы нисколько не заботят. Жизнью на Земле правит эволюция, и нам в очередной раз напомнили о том, что вирусы появились гораздо раньше нас, отлично умеют приспосабливаться и надолго переживут человечество. Не слишком ли самонадеянно думать, что с помощью науки и технического прогресса мы обманем смерть? И к чему в таком случае нам следовало бы стремиться?

Большую часть своей продолжительной профессиональной карьеры я занимался изучением синтеза белков в клетках человеческого организма. Это фундаментальная проблема, касающаяся едва ли не любого аспекта биологии; к тому же в последние десятилетия мы выяснили, что старение в значительной мере связано с тем, как организм регулирует производство и распад белков. Но на заре научной деятельности я и не подозревал, что вся моя работа будет иметь отношение к причинам старения и смерти.

Как бы ни радовал меня взрывной рост геронтологических исследований, который действительно привел к нескольким настоящим прорывам в понимании старения, я с растущей тревогой смотрю на небывалый информационный шум вокруг этой темы, сопровождающийся широкой рекламой сомнительных средств, вряд ли связанных с настоящей наукой. Этот рынок процветает, эксплуатируя наш совершенно естественный страх старости, немощности и последующей смерти.

Этот естественный страх приводит к появлению бесчисленных книг о старении и смерти. Их можно разбить на несколько категорий. Есть практические руководства по сохранению здо-

ровья в старости, причем как вполне разумные, так и балансирующие на грани шарлатанства. Другие содержат наставления о том, как принять собственную смертность и достойно встретить конец. У таких книг задача философская и моральная. Есть книги, рассматривающие биологию старения. Их также можно разделить на подвиды. Они, как правило, написаны журналистами или учеными, которыми руководит большой личный интерес в виде собственного стартапа в области предупреждения старения. Моя книга — не из их числа.

Видя, насколько бурно развивается эта область исследования, какие в нее вкладываются астрономические средства из частных и общественных фондов и какая в итоге ее окружает шумиха, я подумал, что наступил подходящий момент, чтобы кто-то вроде меня — специалист по молекулярной биологии, но не имеющий никакой личной корысти, — пристально и объективно рассмотрел проблему старения и смерти в современном понимании. Будучи лично знакомым со многими ведущими специалистами в этой области, я мог откровенно разговаривать с ними, чтобы получить непредвзятое и более глубокое представление о том, как они видят самые разные аспекты исследований процессов старения. Я намеренно не стал беседовать с теми учеными, которые четко изложили свою позицию в написанных ими книгах, особенно если эти ученые тесно связаны с коммерческими проектами по предупреждению старения, но их публично заявленные взгляды я здесь обсуждаю.

Учитывая скорость развития науки, любая книга, посвященная даже новейшим исследованиям в области геронтологии, успевает устареть еще до того, как выйдет в свет. Более того, новейшие открытия в любой области науки иногда не выдерживают проверки и подвергаются пересмотру или отбрасываются вовсе. Поэтому я постарался сосредоточиться на нескольких основополагающих принципах, на которых основаны наиболее перспективные подходы к изучению старения и борьбе

с ним. Эти принципы должны не только выдержать проверку временем, но и помочь читателю понять, как наука пришла к нынешнему знанию. Я также привожу исторические сведения, касающиеся некоторых фундаментальных исследований, которые привели к современному пониманию проблемы. Это одновременно увлекательно и важно — узнавать, сколь многое из того, что мы сейчас знаем, является заслугой ученых, работавших в совершенно иных областях биологии.

Я сказал, что у меня нет никакой личной заинтересованности в этой игре, но, конечно же, тема старения интересует каждого. Нас всех заботит, как мы встретим конец жизни, — в меньшей степени, пока мы молоды и чувствуем себя бессмертными, но куда сильнее, например, в мои 71, когда я обнаруживаю, что лишь с трудом могу (или не могу вообще) делать то, что мне с легкостью давалось еще каких-то 10 или 20 лет назад. Временами кажется, что жизнь занимает все меньше и меньше комнат в доме и двери, за которые хотелось заглянуть, с годами запираются одна за другой. Естественно, мы задаемся вопросом, какова вероятность того, что наука взломает замки и вновь отворит перед нами эти двери.

Поскольку старение тесно связано со множеством биологических процессов, моя книга будет своего рода экскурсией по значительной части современной молекулярной биологии. Мы отправимся в путешествие, в котором познакомимся с ее основными достижениями — именно благодаря им родилось современное понимание того, почему мы стареем и умираем. Попутно мы будем рассматривать программу жизни, записанную в генах, и то, как она разрушается, когда мы стареем. Разберем последствия этого процесса для наших клеток и тканей, и в итоге для нас самих — как отдельных организмов. Мы попытаемся найти ответ на захватывающий вопрос, почему все живые существа в равной степени подчиняются законам биологии, но некоторые при этом живут намного дольше, чем даже

их ближайшие родственники, и что это может значить для нас, людей. Мы беспристрастно изучим попытки увеличить продолжительность человеческой жизни, предпринимаемые в последнее время, и оценим, насколько они оправдывают тот ажиотаж, который вызывают. Помимо того, я подвергну сомнению некоторые модные идеи, например о том, что в старости люди достигают вершин в своей деятельности. Я надеюсь также затронуть важнейший этический вопрос, красной нитью проходящий через все исследования в области борьбы со старением: даже если радикальное продление жизни возможно, нужно ли оно?

А начнем мы наше путешествие с размышления о том, что же такое смерть, и о множестве способов ее проявления, а также с рассмотрения фундаментального вопроса, почему мы умираем.



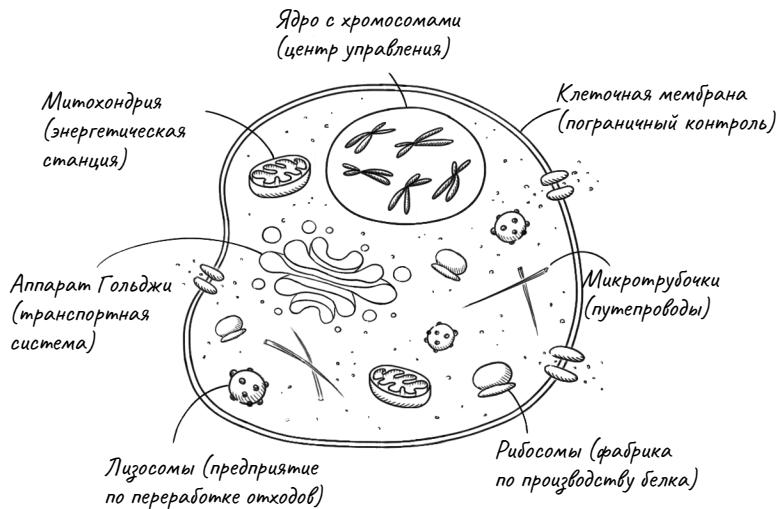
# I

## БЕССМЕРТНЫЙ ГЕН И ОДНОРАЗОВЫЙ ОРГАНИЗМ

Гуляя по улицам Лондона, я неизменно удивляюсь тому, как миллионы людей в этом городе так слаженно трудятся, перемещаются и взаимодействуют друг с другом. Чтобы это обеспечить, работают сложная инфраструктура и сотни тысяч занятых в ней горожан: метро и автобусы перевозят нас, почта и курьерские службы доставляют корреспонденцию и грузы, магазины снабжают едой, энергетические компании вырабатывают и распределяют электроэнергию, мусорщики поддерживают чистоту, вывозя колоссальные объемы отходов, оставляемых нами. В повседневной рутине мы склонны принимать этот фантастический уровень координации, присущий тому, что мы называем цивилизованным обществом, как данность.

Клетка, простейшая форма жизни, характеризуется не менее сложной организацией. В процессе своего формирования клетка создает системы, по сложности не уступающие разным частям города. Чтобы нормально функционировать, ей требуется синхронизация множества процессов, например таких, как снаб-

жение питательными веществами и удаление отходов. Транспортные молекулы доставляют груз от места, где они производятся, к отдаленным частям клетки, где он нужен. Как город не может существовать в изоляции и должен обмениваться с прилегающими территориями товарами, услугами и людьми, так и клетки живой ткани должны поддерживать связь и сотрудничать с соседями. Но в отличие от городов, не всегда ограниченных в росте, клетке нужно знать, когда расти и делиться, а когда прекращать это делать.



Клетка по своей организации не менее сложна, чем город. Здесь показаны только некоторые из ее основных компонентов, и для наглядности они отображены не в масштабе

Во все эпохи города казались их обитателям вечными. В обычной жизни мы не задумываемся о том, что город, в котором мы живем, однажды прекратит свое существование. При этом и города, и целые народы, империи и цивилизации растут и уми-

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

[e-Univers.ru](http://e-Univers.ru)