

БИОХАКИНГ НА ДОСТУПНОМ

Возможно ли остановить старение



- + ВИДЕО
- + ТГ-КАНАЛ
- + ИНФОГРАФИКА
- + ДОПМАТЕРИАЛЫ



ТИМУР КАЗАНЦЕВ



Тимур Казанцев

Биохакинг на доступном

Серия «Саморазвитие»

Текст предоставлен правообладателем
http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=69978682

Аннотация

«В мире, где каждый из нас единственный и неповторимый, остается только одна вещь, которое мы все обязаны разделить – время. Оно неисповедимо, нестигаемо и, пока что, непобедимо. Старение и конечно же близость смерти – эти неприятные процессы, кажется, уготованы каждой живой особи на планете (почти). Но что, если бы мы могли замедлить ход старения, остановить или даже обратить его вспять? Об этом размышляли как античные философы, пытаясь найти эликсир молодости, так и современные ученые, находящиеся на передовой науки, которые, по-видимому, уже вплотную приблизились к достижению этой заветной цели.

Технологии и достижения в области медицины и биологии на сегодняшний момент достигли ошеломительных результатов: мы уже полностью расшифровали геном человека (то есть знаем за что отвечает тот или иной ген), умеем эффективно (дешево и точно) вносить изменения в ДНК с помощью CRISPR и других методов, а также знаем практически во всех

деталях как функционирует наш организм на клеточном и более высоких уровнях. Тем не менее, несмотря на все эти достижения в области науки, мы по-прежнему не едины в том, что составляет первопричину старения, и здесь ученые все еще придерживаются разных теорий: от теории запрограммированной биологической системы, призванной способствовать эволюции и очищать популяцию от особей, вышедших из репродуктивного периода; до более стохастических и классических теорий износа, как то: поломки в ДНК, увеличение свободных радикалов, истощение иммунной системы, избыточное метилирование ДНК, укорачивания теломер, нарастание перекрестных сшивок и так далее...»

Содержание

Вводная ЧАСТЬ	6
Введение	6
Как читать эту книгу	13
В работе над книгой помогали	17
Дисклеймер	19
История термина биохакинг	21
Про Гомеостаз и Гормезис	25
ЧТО ТАКОЕ СТАРЕНИЕ НА САМОМ ДЕЛЕ	31
Признаки старения на макроуровне	34
и клеточно-молекулярном уровне	
1. Повышение нестабильности генома	36
(мутации в ДНК).	
2. Эпигенетические изменения.	36
3. Укорочение теломер.	37
4. Изменения в межклеточной	37
коммуникации.	
5. Нарушение белкового гомеостаза.	38
6. Истощение стволовых клеток.	38
7. Клеточное старение (сенесценция).	38
8. Митохондриальные нарушения.	39
9. Разрегулирование клеточных сигнальных	40
путей	
ТЕОРИИ СТАРЕНИЯ: ПРОГРАММА	41

или ИЗНОС?

Классические теории износа и накопления поломок и мутаций	44
Теория свободных радикалов	44
Теория накопления ошибок Сцилларда	45
Сенесцентные клетки	47
Теория перекрестных сшивок	48
Что не так с классическими теориями старения и износа организма?	49
Бессмертные виды	51
Связь размера тела и продолжительности жизни	56
Теории запрограммированного старения	60
Теломерная теория старения	61
Нейроэндокринная теория старения	66
Теория апоптоза	66
Иммунологическая теория старения	67
Теория квази-запрограммированного старения (mTOR и IGF-1)	69
Эпигенетическая теория старения	72
Теория одноразовой сомы	74
Эволюционная теория	77
Конец ознакомительного фрагмента.	78

Вводная ЧАСТЬ

Введение

В мире, где каждый из нас единственный и неповторимый, остается только одна вещь, которое мы все обязаны разделить – время. Оно неисповедимо, нестигаемо и, пока что, непобедимо. Старение и конечно же близость смерти – эти неприятные процессы, кажется, уготованы каждой живой особи на планете (*почти*)¹. Но что, если бы мы могли замедлить ход старения, остановить или даже обратить его вспять? Об этом размышляли как античные философы, пытаясь найти эликсир молодости, так и современные ученые, находящиеся на передовой науки, которые, по-видимому, уже вплотную приблизились к достижению этой заветной цели.

Технологии и достижения в области медицины и биологии на сегодняшний момент достигли ошеломительных результатов: мы уже полностью расшифровали геном человека (то есть знаем за что отвечает тот или иной ген),

¹ Спойлер: не каждой особи, есть очень ограниченное количество особей на планете, которые технически практически бессмертны. Об этом далее в книге.

умеет эффективно (дешево и точно) вносить изменения в ДНК с помощью CRISPR и других методов, а также знаем практически во всех деталях как функционирует наш организм на клеточном и более высоких уровнях. Тем не менее, несмотря на все эти достижения в области науки, мы по-прежнему не едины в том, что составляет первопричину старения, и здесь ученые все еще придерживаются разных теорий: от теории запрограммированной биологической системы, призванной способствовать эволюции и очищать популяцию от особей, вышедших из репродуктивного периода; до более стохастических и классических теорий износа, как то: поломки в ДНК, увеличение свободных радикалов, истощение иммунной системы, избыточное метилирование ДНК, укорачивания теломер, нарастание перекрестных сшивок и так далее².

Какой бы фактор ни был основным в старении, большинство ученых сходятся в своем мнении в двух предпосылках:

– здоровье и жизнь в целом стоит рассматривать как многообразие взаимосвязанных процессов. И стоит использовать **холистический** и **интегративный** подход, который учитывает важность всех факторов на продолжительность нашей жизни;

² Более подробно о различных теориях старения – в следующих главах

– на продолжительность жизни влияние оказывают следующие факторы в примерно соответствующих пропорциях: 22 % – генетическая предрасположенность, 7 % – окружающая среда, 11 % – качество медицинских услуг и здравоохранения, 24 % – социальные факторы, и 36 % – поведенческие факторы, привычки и образ жизни³.

С учетом того, что генетически продолжительность нашей жизни предопределена только на 22 %, а на большую часть факторов мы в той или иной степени можем влиять своими усилиями, это вселяет в нас оптимизм, который и проявляется в том, насколько популярной сейчас стала тема биохакинга, продления молодости и качества нашей жизни.

Под биохакингом зачастую подразумевают довольно широкий спектр значений: от стандартного ЗОЖ до использования ноотропов и различных добавок, а также регенеративной медицины и терапии с помощью стволовых клеток и не только. И конечно же сюда входит и регулярное отслеживание своих показателей по здоровью и проведение медицинских чекапов. В целом, биохакинг предлагает холистический и интегративный подход к здоровью и жизни человека. Это значит, что мы должны рассматривать человека не про-

³ На основе анализа исследований Всемирной организации здравоохранения и других медицинских экспертов <https://www.goinvo.com/vision/determinants-of-health/> – ссылки на все исследования

сто как совокупность отдельных органов или систем, но как единое целое, где каждый элемент взаимосвязан с другими. В этом контексте, биохакеры стремятся улучшить свое физическое и психическое состояние, оптимизируя все аспекты своей жизни. Это может включать изменение режима питания, сна, уровня физической активности, управление стрессом, и многое другое. Результатом такого подхода является не только улучшение конкретных показателей здоровья, но и общее повышение качества жизни.

С учетом развития технологий и новых открытий, становится все более вероятной и правдоподобной идея, что старение – это не неизбежность; это многообразие взаимосвязанных процессов, которые, возможно, могут быть ускорены, замедлены, или даже полностью остановлены. Изучая различные виды из царства животных (аксолотль, голый землекоп, бессмертная медуза и многие другие⁴) и растений, ученые сделали значительные прорывы в области регенеративной медицины и в целом более полного понимания старения и жизни как сложных процессов.

Стоит отметить, что в 2018 году Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) впервые включила старение в свой 11-й выпуск Международной классификации болез-

⁴ В книге отдельная глава посвящена уникальным особенностям так называемых «бессмертных видов»

ней⁵. Этот шаг означает признание старения как болезни, что открывает путь для новых исследований и поиска новых терапевтических методов для отсрочки или даже обращения вспять возрастных заболеваний.

Данный переломный момент подтверждает, что медицинское сообщество все больше приходит к согласию с тем, что старение – это не неизбежное явление, а состояние, которое можно контролировать, лечить, замедлять и даже обращать вспять.

И действительно, пока вы читаете эту книгу, в лабораториях по всему миру ученые проводят множество исследований, омолаживая отдельные стареющие ткани и органы, и даже продлевая жизнь целого ряда организмов, причем значительно, с помощью абсолютно разных подходов и механизмов.

Все это внушает оптимизм и предвещает большую революцию в области здравоохранения, где внимание будет сосредоточено не только на лечении симптомов, но и на предотвращении и обращении вспять процесса старения. Это будет новая эра в медицине, где главной целью будет поддержание долголетия и качества жизни.

⁵ <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7238909/>

Сейчас главное для живущих сейчас поколений – это продолжать заботиться о своем теле и здоровье с целью успеть дожить до того времени, когда человечество, наконец, перейдет рубеж так называемого 'Longevity Escape Velocity'⁶, когда наука наконец достигнет того момента, при котором продолжительность жизни человека за счет научных открытий будет увеличиваться быстрее, чем мы будем стареть, и мы сможем, наконец, выйти за пределы постоянной гонки убегания от старости. С учетом того, как быстро развивается сейчас медицина и наука с помощью использования в том числе Искусственного интеллекта, я смею надеяться, что это время уже близко.

В этой книге я сделал попытку обрисовать крупными штрихами наиболее увлекательные и заслуживающие внимания темы касательно биохакинга и исследований в области продления жизни и замедления старения. Несмотря на то, что некоторые главы действительно заслуживают отдельных книг, тем не менее иногда бывает также полезным посмот-

⁶ **'Longevity Escape Velocity'** или **'скорость убегания от старения'** – это концепция, используемая в области продления жизни, которая обозначает точку, в которой медицинская технология улучшается настолько быстро, что период времени, добавляемый к прогнозируемой продолжительности жизни благодаря использованию таких новых технологий, превышает прошедшее время. Проще говоря, это скорость, с которой мы должны делать научные открытия и развивать медицинские технологии, чтобы продлить ожидаемую продолжительность жизни человека быстрее, чем он стареет. Если мы достигнем этой скорости, теоретически, мы сможем "убежать" от старения и смерти.

реть на все это как на единое целое со стороны.

Как читать эту книгу

Эта книга про биохакинг – это своего рода карта, которую можно исследовать в любом порядке. Выберите собственный путь исследования тем, переходя от одной главы к другой в зависимости от ваших интересов и потребностей. Не нужно придерживаться строгой последовательности чтения, ведь каждая глава может рассматриваться как отдельная большая тема.

Главы включают в себя различные аспекты биохакинга, включая сон, питание, физическую активность, стресс, дыхание, генетику и эпигенетику, гормоны и нейромедиаторы. Эти темы можно изучать независимо друг от друга, в то время как они все вместе представляют собой достаточно всесторонний обзор различных практик биохакинга.

На самом деле по каждой из глав и направлений можно написать отдельную книгу и не одну, и таких книг сотни и тысячи. Но так же как иногда важно вдаваться в детали одного конкретного механизма, порой иногда необходимо посмотреть на все составные части сверху, на общую картину. И это и было целью данной книги: попытаться показать общими мазками все, что мы знаем о старении и продлении молодости на сегодняшний день, как это все взаимосвязано, и что конкретно мы можем сделать, чтобы быть здоровее и по возможности замедлить старение.

В общем и целом книга будет поделена следующим образом.

Сначала мы попытаемся понять, что такое старение на самом деле. Мы узнаем о различных теориях старения, которые включают как запрограммированный процесс, так и классические теории поломок и износа. В этой же главе мы познакомимся с так называемыми «бессмертными видами», изучение которых проливает свет на возможности регенерации тканей и замедления или обращения вспять процесса старения.

Во второй главе мы рассмотрим, чем отличаются генетика от эпигенетики, узнаем, есть ли специальные гены, ответственные за старение и поддержание молодости, а также как наше поведение и повседневные решения влияют на наш эпигенетический возраст и можно ли его «обнулить» или «омолодить».

В третьей главе мы научимся как правильно ставить цели по здоровью и поймем как внедрять правильные привычки, чтобы они сохранялись долгое время.

Перед тем как переходить к каким-то изменениям в своем образе жизни, желательно пройти необходимые чекапы. В отдельной главе мы посмотрим какие основные медицин-

ские анализы необходимо отслеживать, чтобы контролировать свое состояние здоровья.

Следующие несколько глав будут посвящены основным аспектам, оказывающим существенное влияние на наше здоровье: питание, физическая активность, сон, ментальное и психоэмоциональное состояние.

В контексте здоровья и нашего состояния нельзя будет не упомянуть про гормональную систему и нейромедиаторы, которые ответственны за регулирование нервной системы и регулирование многих физиологических функций в организме.

Далее, мы перейдем к изучению факторов, которые не так очевидны, но тем не менее также могут влиять на кривую старения и продолжительности жизни: влияние температур, света, социального взаимодействия и нашего восприятия жизни.

И наконец, последний раздел будет посвящен последним достижениям в области науки. Мы посмотрим какие терапии, инструменты и механизмы применяются сегодня в передовой области науки с целью продления продолжительности и улучшения качества жизни.

Мы включили в книгу все возможные ссылки на исследования, которые были упомянуты, чтобы при желании вы могли ознакомиться с каждым из них более подробно.

На протяжении всей книги вам будут также встречаться различные упражнения или ссылки на дополнительные ресурсы (видео, исследования, чеклисты). Вы можете найти их в том числе на сайте (<http://kazantsev.blog/biohacking-resources>), часть из ресурсов также доступна в одноименном тг-канале (<https://t.me/biohackingeasy>).

Как уже сказали, Вы можете просматривать данную книгу в удобном для вас порядке: либо прочитывая от начала до конца, либо изучая только отдельные интересующие вас главы. Главная цель этой книги – структурировать всю информацию, касающуюся биохакинга и продления молодости, в одном месте и доступным языком для обывателя. Надеюсь, эта попытка окажется успешной.

Мы хотим, чтобы вы получали удовольствие и пользу от чтения этой книги. Следуйте своему собственному темпу и интересам, и не забывайте о ценности отдыха и развлечений в процессе обучения. Надеемся, что вам понравится путешествие по миру биохакинга с нашей книгой.

В работе над книгой помогали

Я не доктор, и в большей степени вижу себя как исследователя в интересующих меня областях знаний. Мой интерес к данной теме привел меня к тому, что за последние несколько лет я прошел ряд курсов по нутрициологии, биохакингу, ЗОЖ, просмотрел тысячи часов интервью экспертов и прочитал десятки книг по этой и смежным тематикам. Все это, в сочетании с регулярными медицинскими чекапами и взаимодействием с профессионалами в данной области, позволило мне сформировать ценные выводы и сократить собственный биологический возраст, что было подтверждено медицинскими анализами.

В данной работе я стремился систематизировать собранные мной знания и опыт с позиции исследователя и сделать их доступными для понимания. Отсюда и название книги и одноименного [тг-канала](https://t.me/biohackingeasy)⁷ – «Биохакинг на доступном». В первую очередь данная книга была написана для меня самого, чтобы структурировать эту область знаний, но если мой труд окажется полезным и интересным для других, я буду только рад.

В работе над книгой мне также помогали специалисты

⁷ <https://t.me/biohackingeasy>

в области медицины, нутрициологии и спорта, чтобы обеспечить точность и полезность представленной информации. Таким образом, эта книга является результатом совместного труда и страсти к изучению вопросов здоровья и благополучия.

Наталья Селина – нейроэндокринолог, член ассоциации нутрициологов АКНЗ, основатель сети клиник SELINALIFE⁸

@dr.selina_

Айсылу Ахатова – врач-эндокринолог, автор тг-канала «Увлекательная эндокринология»⁹

@aisylu.faridovna

Рустам Умаров – двукратный мастер спорта ISF, чемпион России, Европы ISF, многократный победитель и призер по силовому воркауту

@gwrustam

⁸ <https://selina-clinic.ru/>

⁹ <https://t.me/endocrinologyaisylu>

Дисклеймер

Настоящая книга представляет собой обзор исследований, методов и взглядов в области биохакинга и здоровья. Она не предлагает медицинских советов или рекомендаций. Для принятия решений касательно вашего здоровья вам всегда следует обращаться к квалифицированному медицинскому специалисту.

Материалы, представленные в этой книге, предназначены только для информационных целей. Они не должны заменять профессиональную медицинскую консультацию, диагностику или лечение. Будьте внимательны к своему здоровью и всегда обращайтесь к врачу, если у вас есть или подозреваете наличие проблем со здоровьем.

Все усилия были предприняты, чтобы обеспечить точность и достоверность информации, содержащейся в этой книге, на момент ее публикации. Однако человеческий организм уникален, и то, что работает для одного человека, может не подойти другому. Человеческий организм настолько сложен, что одни и те же рекомендации не могут быть одинаково эффективными для всех. Именно поэтому важен персональный подход, особенно в таких областях, как антивозрастная медицина. Каждому человеку, стремящемуся продлить свою жизнь и улучшить ее качество, необходим индивидуальный подход и стратегия.

Авторы, редакторы и издатель не несут ответственности за ошибки, упущения или последствия, возникшие в результате использования информации, содержащейся в этой книге. Мы стремимся представить информацию на основе доказательных исследований, обращаясь к авторитетным источникам и получая комментарии от специалистов с хорошей репутацией. Однако в ответственности за ваше здоровье вы в первую очередь должны полагаться на себя и своего врача.

Эта книга не представляет собой и не претендует на полноту и исчерпывающий характер информации о биохакинге и здоровье. Мы призываем к тщательному и осознанному подходу к данным, представленным в ней, и к личной ответственности за принятие решений, касающихся вашего здоровья.

Наконец, важно помнить, что каждая книга или рекомендация, которую вы читаете, является лишь чьим-то мнением или опытом – своеобразным стартовым пунктом для вашего пути к пониманию и изучению интересующей вас темы. Если эта тема вас захватывает, не стесняйтесь идти дальше, используя список рекомендуемой литературы и собственные исследования этой темы.

История термина биохакинг

Биохакинг – это термин, появившийся в 1980-х годах, который изначально означал применение генной инженерии для улучшения возможностей человеческого организма. Однако со временем это понятие стало шире, и сегодня включает в себя различные методы и подходы к улучшению здоровья и благополучия, от диеты и физических упражнений до более радикальных методов, таких как генная и стволовая терапия, использование ноотропов и постоянный контроль показателей по здоровью своего организма.

Биохакинг можно воспринимать как своеобразную надстройку или следующий уровень над просто здоровым образом жизни. Если человек уже какое-то время следует здоровому образу жизни, занимается спортом, правильно питается, и начинает замечать улучшения, то на каком-то этапе ему может захотеться почувствовать себя еще лучше, и тут в дело вступает биохакинг. С помощью различных гаджетов, датчиков, медицинских анализов, чекапов и биомаркеров, он начинает собирать более подробную информацию о своем состоянии для отслеживания того, как именно те или иные изменения в его образе жизни влияют конкретно на организм.

Биохакинг также тесно связан с доказательной медици-

ной. Все решения по изменению образа жизни или приему дополнительных препаратов должны обсуждаться с врачом, учитывая результаты медицинских анализов. Например, если вы прочитали в интернете статью о том, что вам не хватает тех или иных микроэлементов, и обнаружили у себя соответствующие симптомы, вам не следует просто идти в аптеку и сразу же покупать капсулы с БАДами. Вместо этого вам следует в первую очередь сдать анализы и проконсультироваться с медицинским специалистом о том, как лучше всего восполнить дефицит – путем коррекции питания или, например, приемом специальных препаратов.

Термин "биохакинг" в каком-то смысле означает "взлом" организма. Биохакеры стремятся "хакнуть" свой организм, чтобы улучшить качество жизни, продлить молодость и отложить старение. Самыми известными биохакерами стали не медики, а зачастую очень богатые люди, которые решили опробовать на себе инновационные технологии, либо отважные индивидуумы, которые используют методы, которые еще не прошли полного цикла клинических испытаний и не были официально одобрены.

Цель биохакинга – не просто прожить до 120–150 лет, а прожить именно максимально продолжительную качественную жизнь, чувствуя себя отлично и функционально как можно дольше и избегая возрастных заболеваний.

Сама концепция биохакинга зародилось примерно в конце 1980-х годов в США. Тогда молодые ученые начали проводить домашние эксперименты, в том числе над собой, с целью улучшить здоровье и продлить жизнь. Так сформировалось целое движение биохакеров. Самые радикальные из них вживляют в свое тело чипы, пытаются изменить свою ДНК, удлинить теломеры или по максимуму воспользоваться своими стволовыми клетками, другие просто следуют принципам ЗОЖ, дополняя их медицинскими анализами и дополнительными препаратами, периодически также пользуясь инфракрасными ваннами, внедряя эффективные техники дыхания, посещая криосауны и применяя другие общедоступные методы.

В рамках данной книги, под биохакингом подразумевается не подпольные опыты или прием каких-то малоизученных препаратов, а в целом, качественный образ жизни, целостный подход к управлению своим здоровьем и благополучием. Он включает в себя различные аспекты: от регулярных медицинских осмотров и измерения биомаркеров до использования витаминов и добавок, от правильного питания, управления своим психоэмоциональным состоянием, до качественного сна и регулярных физических нагрузок, от дыхательных упражнений до важности поддержания социальных связей для продления продолжительности жизни. Озна-

комившись с содержанием этой книги, уверен, вы увидите, насколько обширно и всесторонне раскрывается тема биохакинга.

Про Гомеостаз и Гормезис

В этой короткой главе упомянем два термина, которые так или иначе описывают то, как функционирует наш организм и как это все влияет на продолжительность и качество нашей жизни.

Гомеостаз – это одно из важнейших понятий в биологии, обозначающее способность организма поддерживать стабильность внутренней среды. Представьте, что вам нужно поддерживать в комнате определенную температуру. Вы открываете окно, когда становится слишком жарко, и закрываете его, когда становится слишком холодно. Это и есть гомеостаз. Организм также постоянно стремится к некоему балансу, но важно понимать, что этот баланс может быть как положительным, так и отрицательным.

Алкоголизм – это яркий пример того, как организм может «привыкнуть» к негативному состоянию. При регулярном употреблении алкоголя организм начинает привыкать к повышенной концентрации алкоголя в крови. В итоге, гомеостаз "переключается" на новый уровень, и человек начинает испытывать постоянную потребность в спиртном, чтобы чувствовать себя нормально. Это и есть "вредное" состояние гомеостаза.

С другой стороны, гомеостаз может "переключиться" и на более положительный уровень. Если человек начинает постепенно переходить на правильное питание, отказываясь от соли, сахара, трансжиров и других вредных продуктов, то через некоторое время организм привыкает к новому режиму. В итоге, человек начинает "кайфовать" от здоровой еды и уже не может есть по-другому. Это и есть "положительное" состояние гомеостаза.

Это все примеры того, как гомеостаз может меняться в зависимости от наших привычек и образа жизни.

Важно отметить, что все эти изменения происходят медленно и постепенно. Гомеостаз – это не статичное состояние, а динамический процесс, который может меняться в зависимости от наших действий и привычек. Организму требуется время, чтобы привыкнуть к новым условиям и установить новый баланс. Поэтому важно быть терпеливым и последовательным в своих стремлениях к изменениям.

Причем, важно также упомянуть, что наш организм и мозг физиологически устроен таким образом, что он постоянно будет стремиться сэкономить энергию. Это может проявляться в лени (не хочется выполнять физические упражнения) или откладывании жировой массы на чер-

ный день. Поэтому если ничего осознанно не предпринимать, то наш гомеостаз организма будет плавно опускаться на уровни ниже.

Это как говорил кролик в «Алисе в Зазеркалье» Льюиса Кэролла, что в их мире надо постоянно бежать как можно быстрее, чтобы просто оставаться на месте.

Поэтому, чтобы поддерживать наш гомеостаз и состояние здоровья на хорошем уровне, нам придется выполнять определенные осознанные действия, иногда включая силу воли и внедряя полезные привычки, хотим мы этого или нет, просто чтобы хотя бы автоматически не скатываться вниз по шкале здоровья.

Нельзя также не упомянуть тот факт, что есть разные люди по своему темпераменту. Некоторым легче один раз резко принять решение и потом следовать ему, несмотря на психологические и физические трудности в начале пути. Как взять и отрубить, и все забыть об этом. Это люди с большой силой воли.

Другие же либо не могут принимать такие резкие решения, либо если и принимают, то потом испытывают постоянный и сильный стресс, и скорее всего, потом еще не раз поменяют свое решение и вернуться в прежнее состояние.

Так вот, для последних не обязательно полностью отказываться от чего-то резко. В конце концов, жизнью тоже хочется наслаждаться. Для таких людей необходимо все делать постепенно, очень плавно меняя свои привычки. То есть угол изменения должен быть минимальным.

Поэтому, как и всегда, важно понимать как работает именно ваш организм, каков ваш темперамент и характер, легче ли вам менять привычки резко и бесповоротно или медленно и плавно шаг за шагом. Но в любом случае, для таких решений у вас должно быть в первую очередь сильное понимание «ЗАЧЕМ»: зачем вы это делаете и зачем это вам нужно. Без этого будет очень трудно что-то изменить в своей жизни и своем поведении.

Но об этом и о том, как эффективно внедрять правильные привычки, чтобы они приживались как можно дольше – далее в этой книге в отдельной мощной главе про постановку целей по здоровью и внедрению привычек.

Про Гормезис

"Что нас не убивает, делает нас сильнее" – эта пословица идеально описывает принцип гормезиса. Гормезис – это процесс, при котором наш организм становится сильнее в ответ

на стресс, небольшие дозы токсинов или трудности.

Примеры гормезиса можно найти во многих аспектах нашей жизни. Ограничение питания, например, может вызвать стресс для организма, но в ответ на это тело начинает эффективнее использовать имеющиеся ресурсы. Известно также, что интервальное голодание благотворно влияет на замедление старения и продолжительность жизни за счет включения процессов аутофагии (об этом более подробно в следующих главах).

Почему считается, что употребление ягод, фруктов, овощей, кофе и чая является полезным? Потому что в них содержатся полифенолы, которые по сути, действуют подобно малым дозам токсинов и повышают выработку естественных эндогенных антиоксидантных ферментов организма.

Аналогично, физические упражнения вызывают стресс для мышц и костей, но в ответ на это они становятся сильнее, растет мышечная масса, и кости становятся более прочными. Это происходит из-за адаптивного ответа нашего организма, который стремится улучшить свою способность выдерживать подобные нагрузки в будущем. Если такого стресса нет долгое время (человек лежит долгое время в постели или космонавты, находящиеся в невесомости), то мышечная масса атрофируется за ненадобностью, а прочность костей уменьшается, что может приводить к остеопорозу.

Даже пребывание в сауне может быть примером гормезиса. Высокая температура вызывает стресс для организма,

но в ответ на это он начинает производить белки теплового шока, которые помогают защитить клетки от повреждений.

Однако важно помнить, что гормезис имеет свои границы. Если стресс становится слишком сильным или длительным, он может навредить организму, привести к переутомлению или даже заболеваниям. Поэтому важно уметь управлять уровнем стресса и давать телу время для восстановления. *Как гласит главный закон фармакологии: «Все есть яд и все есть лекарство, и то и другое определяется дозой».*

ЧТО ТАКОЕ СТАРЕНИЕ НА САМОМ ДЕЛЕ

*«Умирать – скучное и безотрадное дело.
Мой вам совет – никогда этим не заниматься»
Уильям Сомерсет Моэм*

Как ни крути, биохакинг напрямую связан со старением и попыткой его отсрочить, замедлить, а возможно даже и приостановить и обратить вспять. 95 % нашей книги как раз и посвящено этому. Но давайте для начала попытаемся поразмышлять, что же действительно такое старение с биологической точки зрения.

По-простому, старение можно определить как ухудшение свойств любой системы, например, старение может относиться к автомобилю, мебели, одежде, технике и пр.

В контексте биологии, старение относится к постепенно-му нарушению и потере важных функций организма или его частей, включая способность к размножению и регенерации. Старение проявляется через постепенное ухудшение физиологических функций: ослабевает иммунная система, уменьшается мышечная масса, возникают проблемы с работой

мозга и сердечно-сосудистой системы.

Наука, изучающая старение человека, называется **геронтологией**. Она также определяет старение как увеличение вероятности смертности индивида в зависимости от возраста¹⁰, которое связано со снижением стрессоустойчивости организма, увеличением риска хронических заболеваний и нарушением постоянства параметров внутренней среды – **гомеостаза**.

Мы знаем, что все эти постоянные параметры нашего организма с возрастом начинают выходить за здоровые пределы, что приводит к хроническим заболеваниям. Например, уровень сахара в крови, уровень гликированного гемоглобина, уровень «плохого» холестерина (липопротеинов низкой плотности), маркера воспаления – С-реактивный белок высокой чувствительности – все они начинают выходить за пределы с возрастом. Это все нарушение гомеостаза организма, и оно напрямую связано с рисками хронических заболеваний, сердечно-сосудистых заболеваний, метаболических заболеваний (например, сахарный диабет 2 типа), онкологиче-

¹⁰ У людей после 30 лет риски смерти увеличиваются и удваиваются каждые 8 лет <http://www.bandolier.org.uk/booth/Risk/dyingage.html><https://academic.oup.com/ageing/article/50/5/1633/6284385> https://www.ined.fr/en/everything_about_population/graphs-maps/interpreted-graphs/age-risk-mortality/ <https://www.statista.com/statistics/241572/death-rate-by-age-and-sex-in-the-us/>

ские заболевания, нейрогенедеративные заболевания (Паркинсона, Альцгеймера).

Признаки старения на макроуровне и клеточно-молекулярном уровне

Мы можем наблюдать старение, изучая его признаки на разных уровнях. **На уровне тканей, сосудов и органов** старение проявляется через потерю эластичности кожи, седину и выпадение волос, уменьшение мышечной силы и потерю костной массы. С возрастом частота сердечных сокращений ослабевает, замедляется кровообращение и нарушается процесс дыхания. Это, помимо общего ухудшения состояния, может приводить к развитию хронических заболеваний, таких как сахарный диабет 2 типа, онкологические заболевания и нейродегенеративные заболевания.

На протяжении долгого времени ученые предполагали, что видимые нами проявления старения являются результатом наблюдаемых на микроскопическом уровне изменений в клетках и молекулах. Однако только недавно им удалось определить, какие именно молекулярные изменения происходят. И сегодня ученые **на клеточно-молекулярном уровне** выделяют 9 признаков старения, которые присущи различным организмам¹¹. Эти признаки включают:

1. повышение нестабильности генома (мутации в ДНК);

¹¹ <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/accel.13080>

2. укорочение теломер;
3. эпигенетические изменения;
4. изменения в межклеточной коммуникации;
5. нарушение белкового гомеостаза;
6. истощение стволовых клеток;
7. клеточное старение (сенесценция);
8. митохондриальные нарушения;
9. разрегулирование клеточных сигнальных путей, чувствующих уровень питательных веществ.

Признаки старения

На уровне тканей, сосудов и органов	На клеточно-молекулярном уровне
<ul style="list-style-type: none"> ▪ потеря эластичности кожи, сухость и истончение ▪ седина и выпадение волос и зубов ▪ снижение мышечной силы ▪ потеря костной массы ▪ сокращение частоты сердечных сокращений ▪ замедление кровообращения ▪ нарушение процесса дыхания ▪ ухудшение остроты зрения и слуха ▪ нарушение обменных процессов ▪ притупление желаний ▪ ослабление иммунной системы ▪ ослабление рефлексов и нарушение памяти ▪ ухудшение желез внутренней секреции ▪ уменьшение эластичности кровеносных сосудов 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ повышение нестабильности генома (мутации в ДНК) ▪ укорочение теломер ▪ эпигенетические изменения ▪ изменения в межклеточной коммуникации ▪ нарушение белкового гомеостаза ▪ истощение стволовых клеток ▪ клеточное старение (сенесценция) ▪ митохондриальные нарушения ▪ разрегулирование клеточных сигнальных путей, чувствующих уровень питательных веществ

Перед тем как мы перейдем к самому главному вопросу – ЗАЧЕМ МЫ СТАРЕЕМ? – давайте кратко остановимся на упомянутых 9 признаках старения на клеточно-молекулярном уровне, хотя более детально о них и как им про-

тивостоять мы еще будем говорить на всем протяжении этой книги.

1. Повышение нестабильности генома (мутации в ДНК).

При каждом делении клеток происходит репликация ДНК, во время которой происходят ошибки или так называемые опечатки в нити ДНК. Опечатки происходят с вероятностью примерно один нуклеотид на миллион, и происходят они потому, что при каждом делении соматических клеток, надо переписать книгу (ДНК) из более чем 3 миллиардов букв. Эти опечатки и есть мутации. Очевидно, что чем старше мы становимся, тем больше раз наши клетки уже успели поделиться, и тем больше опечаток в ДНК мы успели накопить. Некоторые опечатки в важных участках генома могут приводить к тому, что клетки перестают подчиняться общим правилам, перестают выполнять свои функции становятся поломанными или даже раковыми. Как сказал один мой знакомый биолог: *«Мы платим за нашу многоклеточность»*.

2. Эпигенетические изменения.

О генетике и эпигенетике мы уже поговорим более подробно совсем скоро в этой книге. Но если вкратце, то эпигенетика – это то, как гены работают: какие и когда из них

включаются, а какие выключаются. Если генетика – это пианино с одними и теми же клавишами для всех людей. То эпигенетика – это пианист, который может сыграть совсем разные мелодии на этих клавишах. Так вот, с возрастом также происходят изменения в эпигенетической регуляции генов, то есть в механизмах, контролирующих активацию (экспрессию) и подавление генов, что влияет на функционирование клеток.

3. Укорочение теломер.

Теломеры – это участки ДНК, которые находятся на концах хромосом и защищают их от повреждений (их можно сравнить с пластиковыми наконечниками на обувных шнурах). В процессе старения теломеры постепенно укорачиваются, что приводит к потере структурной целостности хромосом. Это может вызывать снижение способности клеток к делению и репарации повреждений. Более подробно о теломерах мы говорим в главе про генетику.

4. Изменения в межклеточной коммуникации.

С возрастом происходят изменения в способности клеток взаимодействовать и обмениваться сигналами между собой. Это может приводить к нарушению координации клеток

и ухудшению функционирования тканей и органов.

5. Нарушение белкового гомеостаза.

В процессе старения может происходить нарушение баланса между синтезом, сворачиванием и распадом белков. Это может приводить к накоплению поврежденных и ненужных белков в клетках и органах, что влияет на их функционирование.

6. Истощение стволовых клеток.

Стволовые клетки – это особый вид клеток, которые обладают способностью к самообновлению и превращению в другие виды клеток. В раннем возрасте их больше всего в организме, а с возрастом они постепенно начинают истощаться. Это может приводить к снижению способности организма к восстановлению и регенерации тканей и органов¹².

7. Клеточное старение (сенесценция).

Сенесценция – это процесс, при котором клетки теряют способность к делению и входят в состояние неактивности. Они продолжают существовать, но не выполняют своих

¹² Более подробно о стволовых клетках и терапиях с их применением мы рассказываем далее в книге в главе «Будущее рядом. Регенеративная медицина».

функций, более того, они могут «заражать» соседние клетки и делать их стареющими тоже. С возрастом количество сенесцентных клеток в организме увеличивается, что может влиять на ткани и органы.

8. Митохондриальные нарушения.

Митохондрии – это органеллы – энергетические станции внутри наших клеток.

На самом деле о митохондриях можно говорить много, ибо, по мнению большинства ученых, митохондрии произошли от прокариотических организмов, которые в далеком прошлом вступили в симбиотическое взаимодействие с предками наших клеток. Симбиоз с митохондриями оказался взаимовыгодным для обеих сторон. Митохондрии получают защиту и постоянное поступление питательных веществ от клетки-хозяина, а они, в свою очередь, обеспечивают клетку энергией, необходимой для выполнения ее функций. Это взаимодействие привело к появлению сложных организмов, включая нас людей.

Подробнее о том, как используются митохондриальные ДНК при генетической экспертизе и почему некоторые религии устанавливают родственную связь только по материнской линии, читайте в нашем ТГ-канале: <https://t.me/biohackingeasy/97>

Проблема в том, что с возрастом митохондрии, так же как и другие части нашего организма, могут подвергаться повреждениям и нарушениям функционирования, что приводит к снижению энергетического метаболизма и ухудшению клеточных процессов. И это в свою очередь приводит к старению.

9. Разрегулирование клеточных сигнальных путей

С возрастом изменяется способность клеток реагировать на сигналы, связанные с уровнем питательных веществ в организме. Это может приводить к нарушению обмена веществ и функционирования клеток, что связано со старением и возрастными заболеваниями.

Эти 9 пунктов касались признаков старения на клеточно-молекулярном уровне. Если этих объяснений не хватило, не переживайте. Дальше в книге мы рассмотрим их еще более подробно.

ТЕОРИИ СТАРЕНИЯ: ПРОГРАММА или ИЗНОС?

Итак, теперь мы поняли, что такое старение на биологическом уровне. Но у нас по-прежнему остается главный вопрос – а ЗАЧЕМ МЫ СТАРЕЕМ? Есть ли возможность не стареть? Кому (или чему) это выгодно?

Подумайте несколько минут, и попробуйте ответить на эти вопросы. Какие у вас идеи?

На самом деле, точного ответа, с которым соглашались бы абсолютно все ученые, пока нет. Есть много теорий старения (по различным оценкам более 100 различных теорий), но если разделить их на 2 большие группы, то можно выделить следующие.

1. Представители первой группы (**классические теории поломок, ошибок и износа**) утверждают, что старение происходит по объективным причинам: наш организм изнашивается со временем, появляются различные поломки, подобно тому как стареет и изнашивается любая другая система, будь то автомобиль, дом, мебель или даже одежда.

2. Представители второй группы считают, что **старение запрограммировано**. По их мнению, старение является эволюционным изобретением, направленным на ускоренную смену поколений и реакцию популяции на изменение условий внешней среды. Согласно этой группе теорий, мы умираем через определенный период времени, чтобы следующие поколения могли наследовать немного другие признаки, лучше адаптированные к меняющимся условиям окружающей среды¹³. Таким образом, каждое новое поколение лучше

¹³ Каким образом обновляется генетический материал и как обеспечивается то, что наши дети появляются с немного измененным генетическим кодом? На стыке поколений при генерации гомет, существует специально заложенные туда процессы перемешивания генетического материала. Причем это перемешивание несколько уровневое. Если диплоидное (два пола), то два пола сбрасывают свои гены в новый организм. Таким образом существует комбинаторика сбрасываемых в новый организм генов. Так, например, у одной пары родителей может быть более 50 триллионов разных генетических вариантов сочетаний хромосом. Другой уровень – внутри наших самих хромосом в процессе кроссинговера (в ходе мейоза) происходит перемешивание генов. Кроссинговер – это процесс обмена генетическим материалом между хромосомами во время мейоза, который ведет к созданию новых комбинаций генов. Во время этой стадии, соответствующие (гомологичные) хромосомы выстраиваются рядом друг с другом. Затем, в определенных точках эти хромосомы "ломаются" и обмениваются отрезками. Это приводит к тому, что каждая из хромосом получает некоторые гены от своего "партнера". За счет кроссинговера каждая из образующихся половых клеток (гамет) становится уникальной и отличается от родительских клеток. Это способствует генетическому разнообразию и является одной из ключевых движущих сил эволюции. То есть несколько уровней и видов перемешивания генов, чтобы следующее поколение немного отличалось от предыдущего. И уже в нем (в этом новом поколении) выживают именно те виды, которые наиболее приспособлены к текущей ситуации и окружающей среде в данный момент.

Обе группы теорий имеют свои аргументы и недостатки и не всегда выдерживают критику. О них мы поговорим чуть позже в этой главе, а сначала давайте познакомимся более подробно с самыми популярными теориями внутри этих 2 больших групп.

¹⁴ Если бы мы жили бесконечно, окружающая среда изменилась бы быстрее, чем мы смогли бы адаптироваться к новым условиям, и наш вид мог бы вымереть. Поэтому лохматые мамонты, например, скорее всего, просто не успели измениться при смене своих поколений, так как процесс изменения окружающей среды (потепление) происходил быстрее, чем они смогли измениться. В результате они вымерли. Они со своим толстым мехом оказались не приспособлены к более теплomu климату. В этом смысле, мы запрограммированы на старение и смерть, чтобы обновлять наш вид в процессе эволюции. В целом, звучит достаточно логично. Хотя конечно есть к чему придаться (об этом чуть позже).

Классические теории износа и накопления поломок и мутаций

Теория свободных радикалов

Теория свободных радикалов является одной из основных теорий старения. В соответствии с этой теорией, свободные радикалы, которые образуются в теле в процессе обычных метаболических процессов, могут наносить вред клеткам и тканям, ведущим к старению.

Свободные радикалы – это молекулы с нестабильными электронами. Они называются так из-за своего свободного или нестабильного состояния, которое заставляет их "воровать" электроны у других молекул, вызывая окислительный стресс и повреждение клеток. Затронутые клетки, атакованные свободными радикалами, либо разрушаются либо сами становятся свободными радикалами, распространяя окислительную реакцию на прилегающие клетки. Повреждениям подвергаются в том числе ДНК, белки, пептиды и липиды, что в конечном итоге приводит к старению и болезням.

Свободные радикалы образуются в организме в результате ряда процессов. Одним из основных источников являет-

ся окислительное дыхание в наших клетках. Когда мы дышим кислородом, он вступает в химические реакции в нашем теле, в результате которых образуются свободные радикалы. Это происходит в митохондриях, органеллах клетки, которые служат "энергетическими станциями" организма. Это нормальный и неизбежный процесс, и не все свободные радикалы вредны. Они играют важную роль в ряде функций организма, включая борьбу с инфекциями. Проблемы возникают, когда образуется слишком много свободных радикалов или когда антиоксидантная защита организма ослабевает, что приводит к состоянию, известному как окислительный стресс.

Наш организм имеет встроенные механизмы защиты от свободных радикалов, включая антиоксиданты, которые могут "обезвреживать" свободные радикалы, прежде чем они нанесут ущерб. Существуют также продукты и препараты, которые могут помочь бороться со свободными радикалами. Это включает в себя пищевые продукты, богатые антиоксидантами, такие как фрукты, овощи, орехи и зеленый чай, а также добавки, такие как витамины С и Е.

Теория накопления ошибок Сцилларда

Лео Сциллард, венгерско-американский физик и биолог, внес значительный вклад в развитие теоретической физики

и биологии в середине 20-го века. Он был одним из участников Манхэттенского проекта и принимал активное участие в разработке атомной бомбы. Однако в более позднем периоде своей карьеры, Сциллард начал уклоняться в сторону биологии и биофизики, что привело его к разработке своей теории накопления ошибок.

Изучая влияние радиации на живые организмы, Сциллард предложил свою теорию накопления ошибок в 1959 году. Согласно этой теории, старение – это результат накопления различных ошибок в клетках и тканях организма в течение времени. Все биологические процессы в организме контролируются генами, которые содержатся в ДНК. Когда клетки делятся, они должны скопировать свою ДНК, чтобы передать её дочерним клеткам. Однако этот процесс не всегда проходит идеально, и иногда происходят ошибки копирования. Эти ошибки, или мутации, могут привести к изменениям в функционировании клеток и тканей.

Со временем, эти ошибки накапливаются. Некоторые из них могут быть исправлены механизмами ремонта ДНК, но некоторые остаются. С возрастом количество этих неисправленных ошибок увеличивается, что ведет к появлению большого количества заболеваний и в том числе ускоренному старению организма (мы затронем эту тему более подробно в следующей главе про генетику).

Сенесцентные клетки

Знали ли вы, что зомби обитают не только в фильмах ужасов, но и внутри нас?! Зомби-клетками называют клетки, которые перестают делиться и выполнять присущие им функции, и в то же время вместо того, чтобы умереть и разложиться в нормальном процессе апоптоза, они продолжают находиться в нашем организме, заражая соседние здоровые клетки, и побуждая их также войти в это состояние сенесценции (старения).

Присутствие сенесцентных клеток вызывает множество проблем: они снижают ремонт и восстановление тканей, увеличивают хроническое воспаление и даже в конечном итоге могут повысить риск рака и других заболеваний, связанных со старением.

Изношенные или сильно поврежденные клетки обычно уничтожают себя через запрограммированную клеточную смерть, называемую апоптозом, и они также удаляются иммунной системой. Однако, с возрастом иммунная система ослабевает, и все больше старых и поврежденных клеток ускользают от этого процесса и начинают накапливаться во всех тканях организма. К тому времени, когда люди достигают старости, значительное количество этих устойчивых к смерти клеток накапливается, вызывая хроническое воспаление и повреждение окружающих клеток и тканей. Эти се-

несцентные клетки являются одним из ключевых процессов в прогрессировании старения.

Однако, биология и наука не были бы таковыми, если бы ученые не продолжали делать новые открытия и периодически опровергать или дополнять прежние факты и теории. Так, например, в последнее время растет количество данных о том, что сенесцентные клетки могут оказывать благотворное влияние, особенно в процессах заживления ран и регенерации тканей. В частности, исследования на саламандрах показало, что стареющие клетки играют ключевую роль в восстановлении утраченных конечностей этих животных. Увеличение количества стареющих клеток в ране стимулировало регенерацию, приводя к быстрому восстановлению тканей¹⁵.

Теория перекрестных сшивок

Теория перекрестных сшивок объясняет процесс старения с точки зрения химических изменений, происходящих в теле. Согласно этой теории, когда глюкоза связывается с белком в присутствии кислорода, происходят молекулярные изменения, которые ведут к образованию вредных перекрестных химических связей между белками и структурными молекулами. Это приводит к утрате функционально-

¹⁵ <https://www.mpi-cbg.de/news-outreach/news-media/article/benefits-of-zombie-cells-senescent-cells-aid-regeneration-in-salamanders>

сти молекул на базовом уровне и, со временем, накопление сшитых молекул повреждает клетки и ткани, увеличивая их жесткость и замедляя процессы в организме.

В результате таких реакций ткани нашего организма теряют свою эластичность. Это можно наблюдать на примере кожи, которая со временем становится морщинистой в результате отвердения коллагена. Сшивки также влияют на повышение жесткости стенок кровеносных сосудов, замедленное заживление ран и снижение подвижности суставов.

В целом, у клеток есть механизмы для разрушения подобных сшивок. Однако это требует от организма очень больших энергозатрат. К счастью, сегодня уже разрабатывают специальные препараты, которые «распускают» внутренние сшивки и превращают их в питательные вещества для клетки.

Что не так с классическими теориями старения и износа организма?

Итак, мы посмотрели на несколько классических теорий старения, связанных с поломками, мутациями ДНК, износом организма, и в целом, все они звучат достаточно логично и убедительно. Эти теории предполагают, что процесс старения возникает в результате накопления ошибок и повре-

ждений в организме, вызванных внешними и внутренними факторами, что неизбежно ведет к смерти.

Однако, один примечательный факт ставит под сомнение все эти классические теории старения, связанные с износом организма. И этот факт заключается в наличии на Земле некоторых живых организмов, которые, по сути, бессмертны (или более научным термином обладают «пренебрежительным старением») и обладают удивительной продолжительностью жизни. Если эти существа и погибают, то, как правило, не от поломок и износа, а из-за других причин – например, они могут быть съедены или не могут найти пищу из-за изменений в окружающей среде, стать слишком большими или погибнуть по другим причинам.

Поэтому давайте посмотрим на этих долгожителей-рекордсменов, перед тем как перейти к другой большой группе теорий старения.

Бессмертные виды

Эту главу стоило бы, пожалуй, начать со слов:

«Добро пожаловать в мир бессмертия!»

Потому что здесь мы познакомимся с организмами, которые бросают вызов всему, что мы знаем о жизни и смерти. Одни в свои 35 лет выглядят так же как и в 2 года от роду, другие – умеют заново отращивать себе оторванные конечности, третьи – умеют бесконечное количество раз возвращаться к своему детскому состоянию, чтобы заново пройти путь взросления.

Итак, давайте знакомиться.

1. Самый известный долгожитель – это, пожалуй, голый землекоп. Эти маленькие грызуны обитают в сухих саваннах и полупустынях Кении, Эфиопии и Сомали и живут подземными колониями, которые насчитывают около 80 особей и имеют сложную социальную структуру. Если у людей после 40 лет риски смерти увеличиваются в геометрической прогрессии и удваиваются каждые 8 лет, то у землекопов нет корреляции смерти с возрастом. Голые землекопы живут более 30 лет¹⁶, не болеют раком или другими известными болезнями, и умирают в основном в драках с другими сородичами, нежели от старения. Для сравнения, мыши и кры-

¹⁶ Причем голые землекопы, может быть, живут и более 30 лет, просто масштабные исследования учеными этих грызунов начались относительно недавно.

сы, имеющие такие же размеры, живут 2 – максимум 3 года. Эти маленькие грызуны просто разносят в пух и прах все классические теории старения, потому что у них никакого изнашивания организма не происходит: особь 30 лет голого землекопа может выглядеть примерно так же, как и особь, которой 1–2 года¹⁷.

2. *Turritopsis nutricula* – медуза, прозванная бессмертной, способна возвращаться в стадию полипа из половозрелой стадии. Как только она чувствует, что состояние океана становится угрожающей ее жизни (загрязнение, критическое изменение температуры, голодание), медуза опускается и прикрепляется ко дну океана, превращаясь (за счет изменения функций ее клеток) обратно в полип, которым она была на начальной стадии своего созревания. Через какое-то время, когда условия окружающей среды становятся более благоприятными, этот полип отпочковывается от дна, опять превращается в молодую медузу, и начинает заново расти, питаясь планктонами. Этот цикл может продолжаться бесконечно благодаря наличию у этой медузы уникальных генов. Важно отметить, что, хотя медуза и может избегать естественного старения, она не является полностью бессмертной в том смысле, что ей все еще грозят хищники, болезни и другие опасности окружающей среды. Несмотря

¹⁷ Более подробно про голых землекопов: <https://www.techinsider.ru/science/235670-goly-y-zemlekov-zhivotnoe-kotoroe-ne-stareet/>

на это, бессмертная медуза остается удивительным доказательством возможности обратного старения в природе.

3. Гидра также считается бессмертным животным. Если рассечь гидру надвое, то обе части через какое-то время превратятся в две новые полноценные особи. Это происходит благодаря высокой регенерационной способности гидр и огромному запасу у них плюрипотентных стволовых клеток, которые способны бесконечно делиться и образовывать другие типы тканей и клеток (превращаться в мышечные, нервные и другие типы клеток). Это делает гидру одним из самых удивительных примеров регенеративных способностей в природе.

На самом деле такие плюрипотентные стволовые клетки присутствуют и у людей, но только на начальном этапе эмбрионального развития, когда мы быстро развиваемся и растем, потом их запас быстро снижается (они дифференцируются в другие типы клеток и тканей), в то время как у гидр они, видимо, остаются на всю жизнь. Хотя ученые уже научились возвращать взрослые стволовые клетки в плюрипотентные стволовые клетки с помощью специальных факторов Яманака (об этом более подробно в главе «Будущее рядом»).

4. Возраст морского двустворчатого моллюска *Arctica*

islandica, обитающего в водах Атлантического и Северного Ледовитого океанов, может достигать 500 лет. Размер этого моллюска не превышает кулака взрослого человека, и исследователи полагают, что секрет его долгой жизни – в его способности защищать от разрушения протеины, из которых состоит его тело. Возраст моллюсков исследователи устанавливают по линиям на панцире, которые подобны годовым кольцам на стволах деревьев. По этим кольцам на панцире моллюска учёные также планируют понять о климате, составе воды и её температуре на протяжении всей жизни этого живого существа.

5. Алеутский морской окунь – еще один представитель долгоживущих организмов. Некоторые особи доживают до 70-100 лет, однако известны и более старые окуни. Так, например, в истории рыболовства зафиксирован случай поймки 205-летнего алеутского морского окуня. Ученые долгое время исследовали этих окуней и даже обнаружили гены, которые и отвечают за его долголетие, в частности, за поддержание структуры ДНК, регулирование клеточного деления и гибели и иммунной системы¹⁸.

6. Сосна остистая – еще один вид, который считается бессмертным, так как с возрастом у этого дерева не наблюда-

¹⁸ <https://nplus1.ru/news/2021/11/17/rockfish-longevityhttps://www.science.org/doi/10.1126/science.abg5332>

ется какого-либо функционального угасания или старения. Научно подтвержденный возраст одной из таких сосен составлял 5062 года, хотя возможно существуют сосны и древнее. До этой сосны, наиболее старейшим признавались деревья Прометей возрастом 4862 года, срубленное в 1964 году, и старейшая живая сосна Мафусаил возрастом более 4850 лет¹⁹.

Вот еще несколько видов животных, которые не слышали о том, что принято стареть:

- гренландский кит (рекорд – более 200 лет),
- гренландская полярная акула (272 года),
- галапагосские и гигантские черепахи (150–300 лет),
- морской еж *Strongylocentrotus franciscanus* (до 200 лет),
- европейский протей (100 лет),
- некоторые виды попугаев (90 лет)

На самом деле существует целая база данных по старению и продолжительности жизни животных и других многоклеточных организмов (AnAge Database of Animal Ageing and Longevity):

<https://genomics.senescence.info/species/index.html>

Связь размера тела и продолжительности жизни

Причем, здесь хотелось бы обратить внимание на 2 факта.

1. Периодически можно встретить такое мнение, что продолжительность жизни сильно коррелирует с размерами тела организма. Однако, это не так. Слоны, например, вес которых несколько тонн, живут 40–70 лет, в то время как упомянутые нами моллюски или саламандры весом 100 грамм живут более 100 лет.

Более того, по мере роста организма, размер долгоживущего животного может даже сыграть с ними в злую шутку и привести к смерти. Например, по мере увеличения возраста и массы некоторых акул или морских окуней, их скорость передвижения и маневренности снижается, им тяжелее догнать добычу и они попросту умирают от голода, а не от старости и возраста или каких-либо болезней.



Слон

Вес: 3-6 тонн

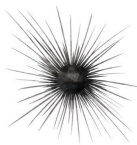
Средняя
продолжительность
жизни: 60-70 лет



Гренландская акула

Вес: 1 тонна

Средняя
продолжительность
жизни: 300 лет



Морской ёж

Вес: 100 грамм

Средняя
продолжительность
жизни: 30-200 лет



Саламандра

Вес: 17 грамм

Средняя
продолжительность
жизни: 70-100 лет

3. Второй факт заключается в том, что даже внутри одного и того же вида могут быть подвиды, продолжительность которых сильно отличается друг от друга. Например, если взять разные подвиды морских ежей, то их продолжительность отличается на порядки:

Морские ежи:

- *Lytechinus variegatus* – 4 года
- *Echinometra lucunter* – 40 лет
- *Strongylocentrotus franciscanus* – 100–200 лет

Другой уже упомянутый нами пример – голые землекопы, которые могут доживать до 30 лет и более без видимых признаков старения организма, в то время как их ближайшие родственники – мыши, крысы и грызуны такого же размера –

живут в среднем только 2–3 года.

Эти модели очень интересно исследовать – почему такие близкие родственники так сильно отличаются по продолжительности жизни? Какие механизмы внутри клеток позволяют существовать так долго?

Более подробно о связи между размером тела, скорости обмена веществ и продолжительности жизни, в моем посте: <https://vc.ru/s/1830105-biohaking-na-dostupnom/899832-razmer-imeet-znachenie-paradoksnye-vyvody-o-razmere-skorosti-obmena-veshchestv-i-prodolzhitelnosti-zhizni>

* * *

Ну как? Изменилось у вас отношение к старению после знакомства с этими видами, которые «плевать хотели» на смерть от старости и заболеваний?) Если некоторые виды живых организмов могут доказанно жить сотнями лет (причем у многих из них не обнаруживалось признаков износа организма, или существенных повреждений тканей, органов, клеток, окислительных повреждений), то получается можно считать, что никаких запретов на воспроизводство и существование клеток и организма в целом на протяжении долгих периодов не существует.

Именно в результате исследования этих «бессмертных видов» ученые стали подвергать сомнению упомянутые нами классические теории старения, обусловленные поломками и износом организма в результате возраста. Если есть организмы, которые могут жить и несколько сотен лет без поломок и признаков старения, то может быть ключевой фактор в продолжительности жизни или старении в чем-то другом?

Поэтому давайте теперь вернемся к другой большой группе теорий старения.

Теории запрограммированного старения

Данная группа теорий рассматривает старение как стратегию обновления поколений, которая помогает видам эволюционировать и адаптироваться к изменяющимся условиям окружающей среды. В соответствии с этой концепцией, наша первостепенная задача – достичь репродуктивного возраста, затем найти партнера для передачи своих генов следующему поколению.

Как только мы успешно выполнили эту роль, наша ценность для природы снижается. Возможно, мы остаемся полезными некоторое время после рождения детей, прежде всего для того, чтобы помочь им вырасти, стать независимыми для самостоятельной жизни. Но после того, как наш репродуктивный период завершается, мы становимся менее важными для природы.

Это объясняет, почему наш организм работает идеально до возраста примерно 25–35 лет. В этот период у нас отлично функционируют регенеративные процессы, мы быстро восстанавливаемся после большинства заболеваний. Однако после 30 лет эти способности начинают постепенно угасать. И если бы не достижения современной медицины, наша ожидаемая продолжительность жизни так и оставалась бы

в районе 35–45 лет²⁰.

В этом контексте старение и смерть можно рассматривать как способ "очистки" популяции от особей, которые вышли из репродуктивного периода. При таком подходе старение и смерть выглядят не как несчастные случайности, а как важная часть естественного процесса, обеспечивающего плавную смену поколений и продолжение выживаемости вида.

А теперь конкретные инструменты как реализуется эта функция старения с точки зрения представителей теории запрограммированного старения.

И здесь тоже можно поделить теории на 2 подгруппы: первая подгруппа считает, что организм запрограммирован стареть; а вторая подгруппа считает, что мы стареем, потому что есть какой-то механизм, который запрещает нам / не дает нам чинить возникаемые поломки.

Теломерная теория старения

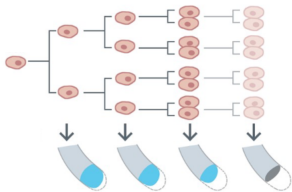
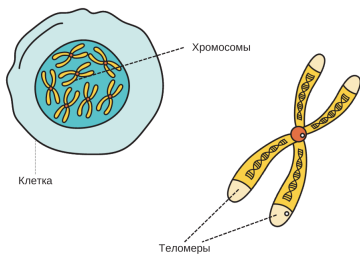
Одной из самых интересных и известных теорий старения является теломерная теория. Изначально ее основные положения выдвинул советский ученый Алексей Оловников в начале 1970-х годов, и только в 2009 году за ее доказанность и более точное определение механизма трем американским ученым была присуждена Нобелевская премия по медицине и физиологии.

²⁰ <https://ourworldindata.org/life-expectancy>

В чем состоит суть этой теории?

Теломеры – это концевые участки хромосом, в которые упакованы наши ДНК. Теломеры можно сравнить с пластиковыми наконечниками на обувных шнурках. Если этот пластиковый наконечник на шнурке убрать, то шнурок начнет расплетаться и разлохмачиваться. Примерно то же самое происходит и с хромосомами. Каждый раз при делении клеток, длина теломер укорачивается. Теломер хватает примерно на 50 делений клеток, этот предел называли «пределом Хейфлика» в честь американского ученого Л. Хейфлика, который в 1960-х гг. обнаружил этот факт, что человеческие клетки могут делиться только ограниченное количество раз, и таким образом продолжительность их жизни «запрограммирована».

Когда теломеры укорачиваются настолько, что наступает предел Хейфлика, хромосомы начинают слипаться, ломаться, становятся более ломкими, клетки уже не могут делиться, и тогда они теряют жизнеспособность. И согласно теломерной теории, именно это и является причиной старения.



В целом теломерная теория звучит достаточно логично. Однако, некоторые факты сильно подшатывают ее возможность на то, чтобы быть ведущей теорией старения.

Во-первых, в наших клетках присутствует также фермент теломераза, который может достраивать укороченные концы хромосом — теломеры. Именно за его открытие и была присуждена Нобелевская премия в 2009 году. В большинстве клеток теломераза имеет низкую активность, а ее принужденная активация медицинскими способами может приводить к повышению риска рака. Поэтому, не все так однозначно.

Во-вторых, предел в 50 делений действует не для всех видов клеток (примерно только для $1/8$ от всего количества клеток). Некоторые клетки (стволовые или раковые) могут

делиться бесчисленное количество раз. А большинство клеток человека вообще постмитотические – т. е. они вышли из клеточного цикла и больше не обновляются или редко делятся после того, как они сформировались во время развития²¹. Постмитотические являются самые важные для организма клетки: например, нейроны не делятся совсем – они с нами с самого рождения. Кардиомиоциты – клетки сердечной мышцы также практически не делятся после возраста примерно в 15–20 лет. Если бы клетки сердца делились и регенерировались, то было бы прекрасно и у нас не было бы инфаркта миокарда.

Постмитотическими являются и клетки большинства желез. Например, тимус (центральный орган иммунной системы) не делится, и что бы мы ни делали с теломеразой, он будет только уменьшаться с возрастом.

Кроме всего этого, скорость укорочения теломер также

²¹ Клетки в разных органах тела обновляются с разной частотой. В некоторых органах, таких как кожа и кишечник, клетки обновляются очень быстро. Например, клетки кожи обновляются примерно каждые 2–4 недели, а клетки кишечника – каждые 2–5 дней. В других органах обновление клеток происходит медленнее. Например, клетки печени обновляются примерно каждые 150–500 дней. Клетки сердца, нервной системы и мозга имеют ограниченную способность к самообновлению, и обновление клеток в этих органах происходит гораздо медленнее. В целом, скорость обновления клеток зависит от типа органа и его функций. Однако, стоит отметить, что скорость обновления клеток может изменяться в зависимости от различных факторов, таких как возраст, здоровье и воздействие внешних воздействий.

может существенно различаться у людей одного и того же возраста, что указывает на важность других факторов, включая генетику и образ жизни, которые могут влиять на старение. Если сравнивать разные виды организмов между собой, то некоторые виды животных с высокой продолжительностью жизни могут иметь эквивалентную или даже меньшую длину теломер по сравнению с человеком. Такое расхождение позволяет предположить, что длина теломер не является единственным фактором, определяющим продолжительность жизни.

Поэтому теломерная теория достаточно интересна, она объясняет, почему некоторые клетки делятся ограниченное количество раз. Но эта теория сама по себе не может полностью объяснить такой сложный процесс старения, потому что управление теломеразой (для продления теломер делящихся клеток) может обернуться риском развития рака, а для большинства остальных клеток этот механизм вообще не играет никакой роли, потому что они не делятся или делятся очень редко.

<https://www.youtube.com/watch?v=qcj0D-bkCPM> – биолог о теломерной теории (видео, 5 мин)

<https://ria.ru/20230819/telomery-1890440981.html> – статья о Элизабет Пэрриш, которая стала «нулевой пациенткой» по удлинению своих собственных теломер

Нейроэндокринная теория старения

Нейроэндокринная теория старения, предложенная Владимиром Дильманом в 1954 году, утверждает, что старение вызвано прогрессирующей потерей чувствительности рецепторов гипоталамуса к гормональному фону организма.

Гипоталамус – часть мозга размером с грецкий орех, управляющая выработкой гормонов другими органами и железами. Дильман полагал, что прогрессирующая с возрастом потеря чувствительности гипоталамуса ведет к нарушению гомеостатического баланса и способности к точной регуляции, что приводит к уменьшению производства многих гормонов, вызывая болезни старения (диабет, ожирение, гипертония, климакс, атеросклероз, и т. д.).

Теория апоптоза

Эта концепция, также известная как принцип клеточного самоуничтожения, принадлежит известному академику В.П. Скулачеву. В соответствии с данной теорией, каждая клетка проходит через определенный (запрограммированный) жизненный путь, после чего умирает, освобождая пространство для новых клеток.

После того как клетка умирает, она "саморазлагается",

и ее компоненты используются соседними клетками в качестве строительных блоков. Этот процесс также происходит с митохондриями, когда в них накапливается избыток свободных радикалов. Когда число умерших митохондрий становится слишком великим, продукты их распада вызывают апоптоз, то есть самоуничтожение.

В молодом возрасте количество умирающих клеток примерно равно количеству новообразующихся клеток, поэтому они просто заменяются (например, кожные клетки). Однако с течением времени число саморазрушающихся клеток становится больше, чем новых. Ткань и органы полностью не успевают восстановиться, они теряют свою функциональность, и частично начинают замещаться соединительной тканью (отсюда, в частности, фиброз легких и другие заболевания).

Иммунологическая теория старения

Данная теория предполагает, что постепенное снижение функции иммунной системы с возрастом является значительным фактором процесса старения. Эта теория основывается на наблюдении, что иммунный ответ у пожилых людей обычно слабее, чем у молодых, что приводит к увеличенной подверженности болезням и инфекциям.

Иммунная система – это сложная сеть клеток, тканей и органов, которые работают вместе, чтобы защитить организм от вредных вторженцев, таких как бактерии, вирусы и другие патогены. Однако с возрастом способность иммунной системы реагировать на эти угрозы уменьшается. Это связано с уменьшением числа иммунных клеток, снижением их способности эффективно общаться, а также общим ухудшением способности иммунной системы распознавать и устранять чужеродные вещества.

В результате пожилые люди становятся более подверженными инфекциям, раку, аутоиммунным заболеваниям и другим проблемам со здоровьем. Кроме того, ослабленный иммунный ответ также влияет на способность организма восстанавливать поврежденные ткани, что ускоряет процесс старения.

Теория иммунного старения также предполагает, что хроническое воспаление, часто связанное со старением, является другим ключевым фактором в прогрессии возрастных заболеваний. Это постоянное слабое воспаление, известное как "инфламэйджинг", считается фактором, который способствует развитию сердечно-сосудистых заболеваний, диабета, болезни Альцгеймера и других возрастных состояний.

Теория квази-запрограммированного старения (mTOR и IGF-1)

Согласно данной теории, выдвинутой профессором Михаилом Благосклонным, старение не является непосредственно запрограммированным в генетическом коде организма, но становится неизбежным побочным эффектом других генетических программ, задействованных в развитии и функционировании организма. Это возможно из-за того, что многие гены и механизмы, которые обеспечивают выживание и развитие в молодом возрасте, могут оказывать отрицательное влияние на организм в старости.

Одним из ключевых элементов этой теории является роль сигнального пути mTOR (мишень рапамицина млекопитающих). mTOR – это белок, играющий важную роль в регуляции роста и развития клеток. Он контролирует белковый синтез, обмен веществ и иммунный ответ, что делает его критически важным для эволюции и выживания организма в молодом возрасте.

mTOR важен для роста организма, но когда активность mTOR высока (например, когда в клетке много питательных веществ), аутофагия (переваривание пришедших в негодность белков и органелл) подавляется. А когда активность

mTOR низкая (например, при голодании), аутофагия стимулируется. Таким образом, избыточная активность mTOR не дает очищаться клеткам и организму, поврежденные клетки и белки продолжают накапливаться, что может приводить к ускоренному старению и развитию возрастных заболеваний, таких как рак, диабет и болезнь Альцгеймера. Именно поэтому была найдена зависимость между блокировкой mTOR и увеличением продолжительности жизни²². Блокировка или подавление mTOR и включение процессов аутофагии достигается, в частности, путем голодания или его медикаментозными аналогами.

Другим виновником, согласно данной теории, является как ни странно, гормон роста (или пептид IGF-1, при содействии которого реализуется действие гормона роста в тканях). Было замечено, что люди, больные синдромом Ларона и имеющие форму карликовости за счет мутаций в рецепторе гормона роста, намного реже сталкиваются с заболеваниями, связанными со старением (рак и диабет) и доживают до вполне преклонного возраста.

Таким образом, в начале жизни mTOR (наряду с гормоном роста и инсулином) нам помогает, так как направлен

на рост и развитие организма. Однако, когда мы вырастаем, этот сигнальный путь не выключается. ***И то, что помогло нам расти и выживать вначале, способствует ускорению старения в конце.*** Поэтому механизмы, ингибирующие (подавляющие) mTOR, а именно рапамицин или периодическое голодание, рассматриваются как одно из средств против старения, которые запускают в том числе и процессы аутофагии (клеточного очищения).

Если суммировать, основной смысл данной теории в том, что «старение – это на самом деле программа молодости, которую никто вовремя не отключил».

Более полное объяснение этой теории: <https://nauka.tass.ru/sci/6820089>

Обязательно почитайте, крайне интересно и заставляет задуматься.

Кстати, данная теория коррелирует с таким понятием как «антагонистический плейотропизм», концепт, который предполагает, что старение вызывается плейотропными (участвующих во многих процессах) генами, функции которых на ранних этапах жизни благоприятствуют приспособленности организма, в то время как на поздних эта функция пагубно сказывается на его приспособленности. Более подробно об антагонистическом плейотропизме можно по-

читать на моем канале²³:

<https://vc.ru/s/1830105-biohaking-na-dostupnom/833391-kogda-geny-igrayut-protiv-nas-paradoks-antagonisticheskogo-pleyotropizma>

Эпигенетическая теория старения

Эпигенетическая теория старения – одно из наиболее перспективных направлений в современной генетике и биологии старения. Суть этой теории заключается в том, что процессы старения организма могут быть связаны не столько с изменениями в самом ДНК, сколько с модификациями, которые происходят вокруг него – эпигенетическими маркерами.

Эпигенетика – это наука, изучающая изменения в активности генов, которые связаны с изменениями метильного профиля нашего ДНК. Метильные группы, расположенные на цепочке ДНК, могут включать или выключать гены, которые производят нужные белки, из-за чего могут происходить те или иные изменения в функционировании нашего организма. Изменения метильного профиля могут быть вызваны различными факторами, включая возраст, образ жизни и окружающую среду.

²³ <https://vc.ru/s/1830105-biohaking-na-dostupnom/833391-kogda-geny-igrayut-protiv-nas-paradoks-antagonisticheskogo-pleyotropizma>

Одним из ключевых моментов в эпигенетической теории старения является концепция "эпигенетического часов". Это метафора, которая описывает то, как эпигенетические изменения, происходящие в течение жизни организма, могут служить маркерами его возраста. Согласно этой теории, с течением времени эпигенетические маркеры могут накапливаться, вызывая изменения в работе генов и приводя к различным проявлениям старения. Это может включать в себя потерю эластичности кожи, снижение функции органов и систем, увеличение риска развития хронических заболеваний и т. д.

Однако, что особенно интересно в эпигенетической теории старения, так это то, что эти процессы потенциально обратимы. Исследования показывают, что изменение образа жизни, диеты или воздействие определенных веществ могут "сбросить" эпигенетические часы и вернуть клетки к более молодому состоянию.

Таким образом, эпигенетическая теория старения открывает новые перспективы для разработки методов предотвращения и лечения старения. Она предлагает возможность не просто замедлить процесс старения, но и в некоторой степени обратить его, что делает эту теорию особенно привлекательной для исследователей.

Более подробно о генетике и эпигенетике, о том, что такое эпигенетические маркеры и как можно теоретически обратить вспять эпигенетический возраст мы поговорим уже совсем скоро. А пока нельзя не упомянуть еще об одной интересной теории, которую нельзя причислить к чисто первой (классические теории износа) или второй (теории запрограммированного старения) группе теорий старения, потому что она фокусируется больше не на конкретных механизмах, а больше на фундаментальных и эволюционных причинах старения организмов.

Теория одноразовой сомы

Теория одноразовой сомы предполагает, что организм распределяет свои ресурсы между поддержанием и ремонтом своей сомы (тела), с одной стороны, и развитием и повышением репродуктивных способностей, с другой. Это происходит из-за ограниченности ресурсов и необходимости некоего компромисса в деле нахождения оптимального способа их использования.

В соответствии с теорией одноразовой сомы, виды и популяции, имеющие мало внешних угроз и низкую скорость размножения, должны намного больше инвестировать в свою защиту и ремонт своего организма (и как следствие их про-

должительность жизни будет выше), нежели виды с короткой продолжительностью жизни и быстрым размножением.

Большинство исследований подтверждают эту теорию, показывая, что количество и активность хищников влияют на стратегию выживания популяции. Некоторые виды животных, такие как киты и акулы, смогли адаптироваться к условиям окружающей среды, став настолько крупными, что их размер отпугивает потенциальных хищников. Другие виды, например летучие мыши, приспособились к ночной активности и укрытию в пещерах. Эти особенности позволили им обеспечить себе продолжительность жизни, не омраченную постоянной тревогой о возможном нападении.

Исследования гуппи показывают, что продолжительность их жизни эволюционирует в ответ на изменения в смертности. Гуппи, живущие в условиях высокой смертности, меньше по размеру, растут быстрее, размножаются раньше и тратят больше ресурсов на размножение, чем те, кто живет в условиях низкой смертности.

Такое же предположение можно выдвинуть в отношении птиц и летучих мышей. За счет возможности летать и жить на деревьях или в скалах, у них уменьшается количество внешних угроз, и поэтому их продолжительность жизни зачастую выше, чем у наземных животных такого же размера.

Обычные наземные мыши же обильно размножаются и достигают половой зрелости в возрасте всего пары месяцев. Они подвергаются нападению со стороны множества хищников, так что им выгоднее отдавать внутренние ресурсы на быстрое размножение, а не на борьбу со старением организма.

Проводились также исследования на двух группах виргинских опоссумов. Одна группа опоссумов, обнаруженная на острове, живет без природных наземных хищников, в то время как другая группа, обитающая на материке, сталкивается с пумами, лисами и рысями. Исследование показало, что островные опоссумы производят меньше потомства, чем материковые, и в большинстве случаев доживают до второго сезона размножения, получая еще один шанс на размножение²⁴. При этом островные опоссумы меньше по размеру, их средний срок жизни на 25 % выше, а максимальный – на 50 % больше, чем у материковых.

Человек, как вид, также развил уникальные способы приспособления. Мы создали себе уютные жилища, научились защищаться от природных бедствий, разработали методы добычи и хранения пищи, изобрели способы лечения болезней, которые раньше угрожали нашему выживанию в раннем

возрасте.

Создав безопасную среду, человечество смогло снизить давление на выживание до репродуктивного возраста. В свою очередь, это привело к смещению фокуса на продление жизни. В развитых странах мы наблюдаем тенденцию к отложению репродукции: многие люди теперь решают заводить семью и детей ближе к 30 годам, а не в 18. Если эта тенденция сохранится, то можно предположить, что через 20–30 поколений процесс старения будет еще больше отложен, а продолжительность жизни увеличится (хотя, скорее всего, заметную роль в этом все таки сыграют достижения науки и медицины).

Эволюционная теория

А теперь, хотите почувствовать всю никчемность вашей жизни и существования, а может быть, и наоборот, заложенную в вас эволюцией вселенскую миссию?

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.