

ЭЛИЗАБЕТ ЭЛЕН БЛЭКБЕРН
американский ученый-цитогенетик

ЭЛИССА ЭПЕЛЬ
психолог, кандидат наук

НОБЕЛЕВСКАЯ ПРЕМИЯ ПО ФИЗИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЕ

ЭФФЕКТ ТЕЛОМЕР

РЕВОЛЮЦИОННЫЙ ПОДХОД К БОЛЕЕ МОЛОДОЙ,
ЗДОРОВОЙ И ДОЛГОЙ ЖИЗНИ



КАК В 50 ВЫГЛЯДЕТЬ НА 30?
КАК ПРОЖИТЬ ДОЛЬШЕ 80 ЛЕТ?
ЧТО Я МОГУ СДЕЛАТЬ ДЛЯ ЭТОГО УЖЕ СЕГОДНЯ?

НОВЕЙШИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ
МЕДИЦИНЫ ПОЗВОЛЯЮТ АБСОЛЮТНО КАЖДОМУ
ПРОДЛИТЬ ЖИЗНЬ И СОХРАНИТЬ МОЛОДОСТЬ!

Революция в медицине. Самые
громкие и удивительные открытия

Элизабет Блэкберн

**Эффект теломер: революционный
подход к более молодой,
здоровой и долгой жизни**

«ЭКСМО»

2016

УДК 576+613
ББК 28.070+51.204.0

Блэкберн Э. Э.

Эффект теломер: революционный подход к более молодой, здоровой и долгой жизни / Э. Э. Блэкберн — «Эксмо», 2016 — (Революция в медицине. Самые громкие и удивительные открытия)

ISBN 978-5-699-94016-5

Вы не задумывались, почему некоторые люди в 60 лет выглядят и чувствуют себя как в 40 и почему некоторые в 40 лет выглядят как 60-летние старики? Доктор Элизабет Блэкберн обнаружила биологический индикатор – теломеразу, которая восстанавливает теломеры, влияющие на продолжительность нашей жизни. Открытие принесло ей мировую славу и Нобелевскую премию. Согласно результатам ее исследования, все, что нам нужно, чтобы жить долго и счастливо, – это удлинить теломеры. В соавторстве с психологом Элиссой Эпель доктор Блэкберн написала книгу с уникальными рекомендациями, которые помогут защитить наши теломеры и повернуть вспять траекторию старения. Внимание! Информация, содержащаяся в книге, не может служить заменой консультации врача. Перед совершением любых рекомендуемых действий необходимо проконсультироваться со специалистом.

УДК 576+613
ББК 28.070+51.204.0

ISBN 978-5-699-94016-5

© Блэкберн Э. Э., 2016
© Эксмо, 2016

Содержание

ЗДОРОВЬЕ: НАУЧНЫЙ ПОДХОД	6
Предисловие от научного рецензента	8
Предисловие авторов: почему мы написали эту книгу	10
Введение	12
Почему люди стареют по-разному	13
Обновление здоровых клеток: для чего оно нужно?	17
Как теломеры заставляют нас чувствовать себя старыми или, наоборот, молодыми и здоровыми	20
С мыслью о теломерах	22
А что дальше?	23
Часть I	26
Глава 1	26
Чем преждевременно стареющие клетки отличаются от здоровых?	27
Преждевременное старение клеток: насколько молодо вы выглядите?	29
Преждевременное старение клеток: а как у вас со здоровьем?	32
Конец ознакомительного фрагмента.	37

Элизабет Блэкберн, Элисса Эпель

Эффект теломер: революционный подход к более молодой, здоровой и долгой жизни

THE TELOMERE EFFECT: A Revolutionary Approach to Living Younger, Healthier, Longer
Elizabeth Blackburn, PhD Elissa Epel, PhD

Copyright © 2017 by Elizabeth Blackburn and Elissa Epel Illustrations by Colleen Patterson
of Colleen Patterson Design

© Иван Чорный, перевод на русский язык, 2016

© Оформление. ООО «Издательство «Э», 2017

* * *

ЗДОРОВЬЕ: НАУЧНЫЙ ПОДХОД



Генетика на завтрак. Научные лайфхаки для повседневной жизни

Австрийский молекулярный биолог и генетик Мартин Модер создал сборник советов для повседневной жизни, эффективность которых научно доказана. Эта книга научит правильно флиртовать, подскажет способ эффективного избавления от лени и прокрастинации, а также расскажет о самых интересных экспериментах по поиску источника вечной молодости. Читайте обо всех необычных (но очень действенных!) лайфхаках, которыми пользуются сами ученые.

Грязные гены. «Большая стирка» для вашей ДНК. Как изменить свою наследственность

Что, если бы вам сказали, что гены могут «пачкаться», как рубашка или джинсы, а ваши жизнь и здоровье напрямую зависят от того, как часто вы устраиваете им «большую стирку»? Много десятилетий считалось, что мы не можем влиять на гены, что наша наследственность – это камень, который рано или поздно придавит нас, что бы мы ни делали. Однако это совсем не так. Автор этой книги, доктор Бен Линч, считает, что гены «заряжают пистолет», но вовсе необязательно, что курок однажды будет спущен. Он оригинально сравнивает наши действия по очистке генов с обыкновенной стиркой одежды и представляет собственноручно разработанную программу, которая предполагает и «замачивание», и прицельное «оттирание пятен» и «бережное отбеливание». Следуя его советам, вы сможете определить, какой ген у вас функционирует неправильно и что необходимо сделать, чтобы устранить проблему.

Умный ген. Какая еда нужна нашей ДНК

«Умный ген» показывает, как пищевые привычки наших предков могут помочь нам вести здоровую, долгую и активную жизнь. Доктор Шэнахан предлагает стратегии питания, которые помогут не только прийти к здоровому образу жизни, но и внести изменения в вашу ДНК. А это значит, что вы не просто почувствуете себя гораздо лучше – вы обеспечите хорошее самочувствие своим будущим детям и себе в будущем!

Твой второй мозг – кишечник. Книга-компас по невидимым связям нашего тела

Известный специалист по питанию, врач аллерголог-диетолог, Божена Кропка уверена: от здоровья кишечника зависит наша способность мыслить, принимать решения, жить и быть счастливыми. В этой книге раскрываются неочевидные связи между работой кишечника и нашим психическим и физическим самочувствием, даются рекомендации по правильному питанию, лечению самых частых заболеваний желудка и кишечника.

Предисловие от научного рецензента

Приступая к чтению книги известного ученого, лауреата Нобелевской премии по физиологии и медицине 2009 года «За открытие механизмов защиты хромосом теломерами и фермента теломеразы» (премию с ней разделили ее бывшая аспирантка Кэрол Грейдер и ученый Джек Шостак), мы должны понимать, что хотим подсмотреть за миром малоизвестным и сакральным – миром научных открытий, которые перевернули наши представления о природе и здоровье. Развитие теломерной концепции старения уже заняло более 40 лет. Тогда, в конце 1970-х – начале 1980-х, казалось, что ключ к пониманию механизма найден, осталось только повернуть его в нужную сторону. Однако, как это обычно бывает, выяснилось, что теломеры лишь один из механизмов регуляции жизненного цикла клеток, одна из возможностей их восстановления, да и то не всех, а значит, «философский камень» вечной молодости еще только предстоит найти. Овладев им, мы, безусловно, приближаемся, как образно выразилась научный журналист Елена Кокурина в своей книге «Бессмертные», посвященной исследователям старения, к разгадке тайны.

Элизабет Блэкбёрн переехала из Австралии в Кембридж в 1972 году для написания диссертации. После защиты она отправилась в США, чтобы работать в лучших университетах – Йельском, а позднее в Беркли. Как это часто бывает в истории науки, к самым поразительным открытиям ее привело изучение совершенно невзрачных и несимпатичных обитателей озерного дна, формирующих столь не любимую нами муть стоячей воды, – маленьких инфузорий тетрахимен. Каково же было удивление, когда выяснилось, что механизмы клеточного обновления настолько консервативны в эволюции, что описанный у них фермент восстановления утраченных участков ДНК – теломераза – был обнаружен в клетках человека, что сулило человечеству не виданные по результативности подходы к борьбе и со старением, и с многими заболеваниями, включая рак.

К началу 1990-х открытия Элизабет получают всеобщее признание. Премии и почетные звания льются на нее водопадом: премия НАН США в области молекулярной биологии (1990), почетный доктор наук Йельского университета (1991), Международная премия Гайрднера (1998), премия Розенстила (совместно с Кэрол Грейдер) (1999), премия Харви (1999), ученый года в штате Калифорния (California Scientist of the Year) (1999), премия Диксона (2000), медаль Уилсона от Американского общества клеточной биологии (2001), премия Хейнекена (2004), медаль Бенджамина Франклина (2005), премия Ласкера за фундаментальные медицинские исследования (совместно с Кэрол Грейдер и Джеком Шостаком) (2006), премия Грубера по генетике (2006) и многие другие. Венцом признания стали Нобелевская премия (2009) и королевская медаль Великобритании (2015).

Обывателю она стала известна в 2004 году, когда ее имя попало в таблоиды в связи с выходом из Президентского совета по этике в знак протеста по отношению к политике Буша по редукции исследований эмбриональных стволовых клеток. Она не стала стесняться в выражениях: «Существует растущее ощущение того, что научными исследованиями, которые в конце концов определяются стремлением к истине, манипулируют для достижения политических целей». Попутно Элизабет обвинила и экспертов в предоставлении отчетов, угрожающих политической конъюнктуре во вред правде.

Ожогом для русскоязычной общественности стало решение Нобелевского комитета проигнорировать вклад нашего соотечественника Алексея Матвеевича Оловникова в развитие теломерной теории – его концепцию, высказанную им в 1971–73 годах, в том числе на страницах и англоязычной прессы. В нескольких своих печатных работах он предложил объяснить предел деления клеток в искусственных условиях наличием гипотетического лимитиру-

ющего участка в хромосомах, а способ их восстановления – действием особого фермента, тандем-ДНК-полимеразы.

Настоящая книга Элизабет Блэкбёрн написана в соавторстве с медицинским психологом Элиссой Эпель. В тексте приводятся интересные случаи, свидетельствующие о том, как наши психоэмоциональная, а значит, и гормональная сферы влияют на биологический возраст через модулирование работы теломер и фермента теломеразы. Такое изложение наверняка привлечет к изданию не только любителей науки, но и читателей, ищущих практической пользы от научных открытий: в книге большое количество простых и эффективных, по мнению авторов, рецептов действий, направленных на сохранение здоровья и молодости. Как сказала сама Элизабет в интервью «Гардиан» в январе 2017 года, «люди до сих пор не понимали, как изменение образа жизни может помочь предотвратить болезнь на клеточном уровне. Одним из объяснений является поддержание ваших теломер... Мы предлагаем новую биологическую подоплеку связи разума и тела».

Безусловно, эта книга станет классикой научной беллетристики, а читатели найдут в ней полезные инструкции по сохранению здоровья.

Роман Деев

*кандидат медицинских наук,
главный редактор научно-практического журнала «Гены и клетки»,
директор по науке ПАО «Институт стволовых клеток человека»,
заведующий кафедрой патологической анатомии с курсом судебной медицины
Рязанского государственного медицинского университета им. академика И.П.
Павлова*

*Я посвящаю эту книгу Джону и Бену: они свет моей жизни,
придающий ей смысл.*

Элизабет Блэкбёрн

*Я посвящаю эту книгу своим родителям, Дэвиду и Лоис, которые
вдохновляют меня тем, что живут по полной, хотя обоим уже за
восемьдесят,*

*а также Джеку и Дэнни, которые делают мои клетки
счастливыми.*

Элисса Эпель

Предисловие авторов: почему мы написали эту книгу

Продолжительность жизни Жанны Кальман – 122 года – стала одной из самых высоких в истории. В 85 она начала заниматься фехтованием. На одиннадцатом десятке все еще ездила на велосипеде {1}. Когда ей исполнилось 100 лет, она прошла по всему Арлю (ее родной город, расположенный во Франции) и поблагодарила людей, которые поздравили ее с днем рождения {2}. У Жанны Кальман было то, о чем мечтает каждый из нас, – здоровье до последнего дня. Старение и смерть неизбежны, но мы в силах повлиять на то, какой будет наша жизнь до самого конца. Мы можем жить лучше и полнее не только сейчас, но и в старости.

Исследованием вопросов, ответы на которые помогут достигнуть этой цели, занимается относительно новый раздел биологии, изучающий теломеры. Эта наука сможет защитить нас от хронических заболеваний и улучшить состояние организма до последней клетки и на всю жизнь. Для того чтобы поделиться с вами этой крайне важной информацией, мы и написали свою книгу.

Здесь вы ознакомитесь с новым научным подходом к старению человека. В наши дни¹ большинство ученых объясняют процесс старения следующим образом: ДНК человеческих клеток постепенно накапливает повреждения, из-за чего клетки становятся старыми и недееспособными. Но у каких именно клеток повреждается ДНК? И почему она повреждается? Искрывающих ответов на эти вопросы пока никто не дает, хотя многое указывает на то, что разгадку надо искать в теломерах. Различные болезни могут казаться не связанными друг с другом, потому что они затрагивают разные органы и части тела. Однако в ходе научных исследований и клинических испытаний родилась совершенно новая концепция. С возрастом теломеры по всему организму укорачиваются, и этот скрытый от нашего взора механизм играет немаловажную роль в развитии большинства старческих болезней. Именно в теломерах кроется причина того, что организм со временем теряет способность к восстановлению тканей (так называемое клеточное, или репликативное, старение). Есть и другие причины, по которым клетки перестают нормально функционировать и преждевременно умирают, и есть другие факторы, которые способствуют старению человека. Однако сокращение теломер сказывается на этом процессе наиболее явно и с самого раннего возраста. К счастью, сокращение теломер можно замедлить и даже обратить вспять – и это главное.

Мы собрали разрозненные данные, полученные в ходе исследований теломер, и превратили их в связный рассказ, изложенный доступным для массового читателя языком. Прежде вы могли найти эту информацию только в научных статьях, да и то вам пришлось бы разыскивать ее по кусочкам. Адаптация научных данных для широкой публики оказалась весьма непростой и ответственной задачей. Мы не смогли охватить все аспекты старения и все теории, объясняющие этот процесс, а также использовать точные научные термины везде, где это было необходимо, равно как не смогли указать все оговорки до единой. Эти вопросы подробно рассмотрены в научных журналах, где публиковались проанализированные нами исследования, и мы призываем заинтересованных читателей изучить эти потрясающие труды, ссылки на большую часть из которых приведены в книге. Мы также написали обзорную статью, посвященную новейшим исследованиям природы теломер, которая была опубликована в рецензируемом журнале *Nature*, – в ней вы найдете описание отдельных механизмов старения на молекулярном уровне {3}.

Наука – командный спорт. Нам выпала огромная честь участвовать в исследованиях совместно с учеными, специализирующимися в самых разных областях знаний. Многое мы узнали от исследовательских групп, работающих по всему миру. Процесс старения человека – голово-

¹ Актуально для года написания. – *Примеч. рецензента.*

ломка, состоящая из множества деталей. За последние несколько десятилетий появилась новая информация, значительно приблизившая нас к разгадке. Понимание природы теломер позволило нам составить общую картину – разобраться, как старение клеток влияет на возникновение огромного числа возрастных болезней. Наконец-то появилась столь убедительная и перспективная теория, что мы не могли не поделиться ею с широкой общественностью. Сегодня мы достаточно хорошо понимаем, как устроены и функционируют теломеры человека, как о них заботиться и какую роль они играют в жизни отдельных людей и человечества в целом. Мы поделимся с вами основной информацией о теломерах, о том, какое отношение они имеют к болезням, здоровью, мышлению людей и даже к благополучию их семей и сообществ. Собирая разрозненные сведения, мы многое узнали о том, что влияет на теломеры, благодаря чему научились воспринимать мир как единое целое, о чем рассказывается в заключении книги.

Мы написали эту книгу еще и для того, чтобы уберечь вас от опасности. Интерес к механизмам старения и теломерам растет очень бурно, из-за чего в прессе или Интернете появляется не только актуальная информация, но и ошибочные данные, а также рекомендации, соблюдение которых чревато риском для здоровья. Так, например, некоторые производители кремов и пищевых добавок утверждают, что их продукция способствует удлинению теломер и тем самым увеличивает продолжительность жизни. Однако такие средства – при условии, что они и правда действуют на организм подобным образом, повышают риск развития рака. Существуют вполне безопасные способы продлить жизнь клеток, и лучшие из них мы постарались включить в книгу. Вы не отыщете на ее страницах чудесных секретов мгновенного омоложения. Вместо этого вы найдете конкретные, научно подтвержденные концепции, которые помогут сделать вашу дальнейшую жизнь здоровой, долгой и плодотворной. Некоторые из представленных методик могут показаться банальными, однако более глубокое понимание механизмов, которые лежат в их основе, позволит вам взглянуть на них по-новому и начать осознанно применять их в повседневной жизни.

Наконец, мы хотели бы подчеркнуть, что никто из нас не имеет отношения к коммерческим компаниям, которые продают продукцию, воздействующую на теломеры, или предлагают сделать анализ теломер за деньги. Мы стремились всего лишь максимально доходчиво изложить новейшую информацию о теломерах и сделать ее доступной для всех, кому она может пригодиться. Исследования теломер совершили настоящий прорыв в понимании процессов старения и омоложения, и нам хотелось бы поблагодарить каждого специалиста, который внес вклад в получение данных, представленных в книге.

За исключением «поучительного рассказа», приведенного во введении, все изложенные в книге истории взяты из реальной жизни и основаны на реальных событиях. Мы от души благодарим всех, кто согласился поделиться с нами своими историями. Из соображений конфиденциальности мы изменили некоторые имена и детали этих рассказов.

Надеемся, книга окажется полезной для вас, вашей семьи и всех тех, кому наука о теломерах сможет хоть как-то помочь.

Введение

Повесть о двух теломерах

Прохладное утро в Сан-Франциско. Две подруги сидят на террасе кафе, попивая горячий кофе. Для них это единственное время, свободное от домашних хлопот, семьи, работы и бесконечного списка дел.

Кара рассказывает, как сильно она устает и какой уставшей чувствует себя постоянно. Мало того, она регулярно подхватывает на работе простуду, стоит кому-либо из коллег приболеть, а любая простуда неизбежно заканчивается для нее гайморитом. Еще и бывший муж все время «забывает», когда его очередь забирать детей из школы, а сварливый начальник то и дело прикрикивает на нее. Иногда, когда Кара лежит ночью в кровати, ее сердце вдруг начинает стучать как сумасшедшее. Это длится всего несколько секунд, но потом Кара долго не может заснуть, перебирая тревожные мысли. «Может, это всего лишь стресс? – успокаивает она себя. – Я слишком молода, чтобы у меня были проблемы с сердцем, так ведь?»

– Так нечестно, – со вздохом говорит она Лизе. – Мы с тобой ровесницы, но я выгляжу заметно старше.

И она права. В утреннем свете Кара выглядит измученной. Она осторожно тянется к чашке с кофе, словно у нее болят плечи и шея.

Лиза же, напротив, выглядит очень бодрой. Ее глаза и кожа светятся здоровьем, а сил и энергии явно хватит на весь предстоящий день. На самом деле Лиза не особо задумывается о своем возрасте, лишь иногда радуется тому, что с годами стала мудрее.

Посмотрев на сидящих бок о бок женщин, вы действительно подумали бы, что Лиза моложе подруги. А если бы вы смогли заглянуть им под кожу, то обнаружили бы, что разница между ними еще более разительная, чем кажется. Хронологический возраст у обеих одинаковый, но биологически Кара на пару десятков лет старше Лизы.

Неужели Лиза пользуется каким-нибудь дорогим кремом для лица, который держит от всех в секрете? Или проходит курс лазерной терапии у дерматолога? Или у нее хорошая наследственность? А может, в ее жизни попросту нет всех тех проблем, с которыми год за годом сталкивается ее подруга?

Нет, дело тут вовсе не в этом. В жизни Лизы тоже хватает стресса. Два года назад она потеряла мужа в автомобильной аварии и теперь, подобно Каре, одна воспитывает детей. С деньгами приходится туго: недавно созданной компании, в которой Лиза работает, уже который квартал чудом удается избежать банкротства.

Так в чем же дело? Почему эти две подруги стареют настолько по-разному?

Ответ на этот вопрос прост, и он имеет отношение к процессам, протекающим в клетках организма обеих женщин. Клетки Кары подвержены преждевременному старению. Она выглядит старше своих лет, и в скором будущем ей предстоит столкнуться с возрастными болезнями. Клетки Лизы, напротив, постоянно обновляются – она дышит молодостью.

Почему люди стареют по-разному

Почему мы стареем с разной скоростью? Почему одни люди даже в преклонном возрасте проворны и энергичны, тогда как другие с молодых лет жалуются на болезни, усталость и рассеянность? Наглядно изобразить эту разницу можно следующим образом.

Посмотрите на верхнюю белую полосу на рис. 1. Она отображает здоровые годы Кары – ту часть ее жизни, когда она будет оставаться здоровой. Уже после 50 лет белый цвет сменится серым, а к 70 – и вовсе почернеет. Начнется другой этап ее жизни – больные годы.

Имеются в виду годы, омрачаемые возрастными болезнями: сердечно-сосудистыми заболеваниями, артритом, диабетом, раком, болезнями легких, проблемами с иммунной системой и т. д. Состояние кожи и волос тоже резко ухудшается. А хуже всего то, что дело не ограничивается какой-то одной болезнью – *возрастные недуги, как правило, приходят группами*. Вот и у Кары не просто истощена иммунная система – у нее уже наблюдаются боли в суставах и первые симптомы сердечно-сосудистых заболеваний. Зачастую возрастные болезни приближают смерть, но у многих людей жизнь продолжается, только не такая яркая и энергичная, как прежде. Они вынуждены мириться с болезнями, усталостью и общим дискомфортом.

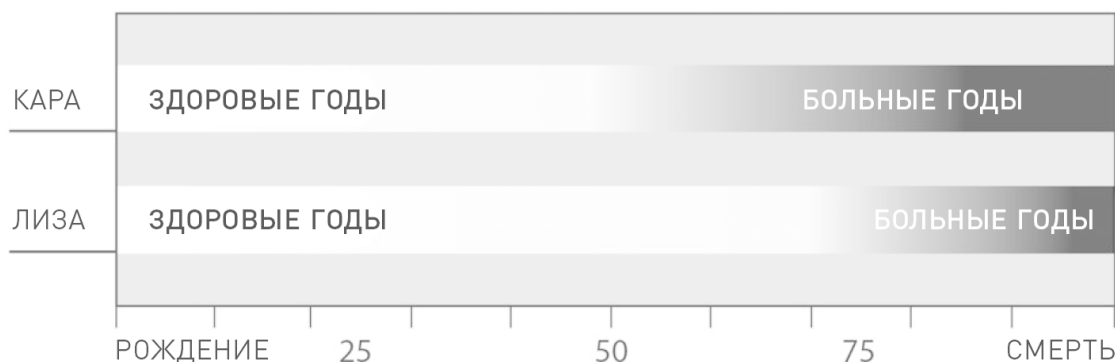


Рис. 1. Здоровые годы и больные годы. Под здоровыми годами подразумевается число лет, в течение которых человек не жалуется на здоровье. Под больными – в течение которых различные болезни существенно влияют на качество жизни. И Лиза, и Кара могут запросто дожить до 100 лет, но качество второй половины их жизни будет сильно различаться.

В 50 лет Кара должна светиться здоровьем, но, как видно из диаграммы, именно в этом возрасте начинаются ее больные годы. Сама Кара сформулировала бы эту мысль более прямолинейно: она стареет.

С Лизой же все обстоит иначе.

В свои 50 Лиза по-прежнему наслаждается отменным здоровьем. Со временем она неизбежно постареет, но впереди у нее еще долгие здоровые годы. Лишь ближе к 80 – этот возраст геронтологи называют глубокой старостью – ей станет гораздо сложнее поддерживать прежний темп жизни. Лизе предстоят и больные годы, но они уместятся в весьма короткий период, завершающий долгую и продуктивную жизнь.

Лиза и Кара – вымышленные персонажи, которых мы придумали в качестве наглядного примера, но их истории позволяют поднять актуальные для каждого человека вопросы.

Почему одни люди купаются в лучах хорошего здоровья, тогда как другие прозябают в тени болезней? Может ли каждый из нас сам выбирать свою судьбу?

Пусть изучение теломер и стало относительно новым научным веянием, главный вопрос, который интересует исследователей, ни для кого не в новинку. *Почему люди стареют по-раз-*

ному? Люди задавались им на протяжении тысячелетий – пожалуй, с тех пор, как научились считать годы и сравнивать себя с окружающими.

Некоторые верят, что процесс старения полностью запрограммирован природой и неподвластен человеку. Эта идея легла в основу древнегреческого мифа о сестрах-мойрах – трех старухах, которые присутствуют при появлении младенца на свет и определяют его судьбу в первые же дни жизни. Первая сестра прядет нить человеческой судьбы, вторая отмеряет ее длину, а третья обрезает ее. Продолжительность жизни соответствует длине этой нити. Когда мойры заканчивают свое дело, судьба человека окончательно предопределена.

Эта идея продолжает бытовать по сей день, пусть и сформулированная в научных терминах. Современная версия мифа гласит, что здоровье человека зависит главным образом от его генов. В представлении ученых нет никаких мойр, витающих над детской люлькой, однако с научной точки зрения генетический код еще до рождения человека предопределяет риск развития у него сердечно-сосудистых заболеваний, рака, а также его приблизительную продолжительность жизни.

Многие люди, пожалуй, даже не отдавая себе в этом отчета, уверены, что только природа влияет на процесс старения. Если бы их попросили объяснить, почему Кара стареет гораздо быстрее подруги, то вот что они могли бы ответить: «У ее родителей, скорее всего, также были проблемы с сердцем и суставами». Или: «Все дело в ее ДНК». Или: «Ей не повезло с наследственностью».

Разумеется, не все убеждены, что гены полностью определяют нашу судьбу. Многие обратили внимание на то, что здоровье зависит и от образа жизни. Сегодня такой подход считается современным, но существует он очень и очень давно. В древней китайской притче рассказывается о черноволосом полководце, который отправился в опасный путь за пределы родной земли. Больше всего он боялся, что на границе его поймут и убьют. Проснувшись однажды утром, он обнаружил, что его прекрасные черные волосы стали седыми. Он постарел преждевременно, и случилось это за одну ночь. Уже 2500 лет назад представители великой китайской культуры понимали, что преждевременное старение может быть вызвано различными внешними факторами, такими, например, как стресс. (Конец у этой истории счастливый: никто не узнал поседевшего полководца, и он пересек границу незамеченным. Что ж, у старости есть и плюсы.)

В наши дни очень многие люди уверены, что образ жизни важнее наследственности, то есть что первоочередную роль играют не унаследованные гены, а повседневные привычки. Вот что такие люди могли бы сказать о преждевременном старении Кары: «Она ест слишком много углеводов». Или: «С возрастом каждый из нас получает по заслугам». Или: «Ей нужно больше заниматься спортом». Или: «Скорее всего, у нее есть какие-то глубинные неразрешенные психологические проблемы».

Давайте еще раз посмотрим, как обе стороны объясняют ускоренное старение Кары. Сторонники идеи наследственности выглядят законченными фаталистами. Хорошо это или плохо, но будущее полностью запрограммировано в хромосомах в момент рождения человека. Слова тех, кто главную роль отдает образу жизни, обнадеживают чуть больше: с точки зрения этих людей преждевременного старения можно избежать. Вместе с тем они склонны осуждать других: если Кара стареет раньше времени, в этом исключительно ее вина.

Кто же из них прав? Что определяет процесс старения – природа или воспитание, гены или внешние факторы? На самом деле «виноваты» и те и другие, но первостепенная роль принадлежит взаимодействию между ними. Истинное различие между Карой и Лизой состоит в сложном взаимодействии между генами, социальными отношениями, образом жизни, превратностями судьбы и особенно реакцией человека на эти превратности судьбы. Каждый из нас рождается с заранее заданным набором генов, но выбранная нами жизнь значительно влияет на то, как эти гены себя проявят. В некоторых случаях образ жизни способен включать и отклю-

чать те или иные гены. Как ловко подметил исследователь проблемы ожирения Джордж Брей, «гены только заряжают ружье – на спусковой крючок же нажимает среда обитания» {4}. Причем его слова применимы не только к проблеме избыточного веса, а практически к любому аспекту человеческого здоровья.

Мы познакомим вас с совершенно новым подходом к здоровью. Мы рассмотрим здоровье на клеточном уровне, чтобы показать вам, что представляет собой преждевременное клеточное старение и какой удар оно способно нанести организму. А заодно научим вас, как избежать этого процесса – и даже обратить его вспять. Мы копнем глубоко и доберемся до самого сердца клетки – ее хромосом. Здесь-то мы и найдем **теломеры** – повторяющиеся фрагменты некодирующей ДНК, которые располагаются на концах хромосом. Теломеры, которые укорачиваются с каждым делением клетки, помогают определить, с какой скоростью стареют наши клетки и когда они умрут, в зависимости от того, насколько быстро те изнашиваются. Выдающимся научным открытием стал тот удивительный факт, что концевые участки хромосом могут и удлиняться. Таким образом, старение – динамический процесс, который можно замедлить или ускорить, а в определенном смысле и пустить вспять. Старение вовсе не обязано быть однонаправленной скользкой дорожкой к болезням и постепенному угасанию, каким оно раньше рисовалось в нашем сознании. Все мы состаримся, но то, как именно это произойдет, во многом зависит от здоровья наших клеток.

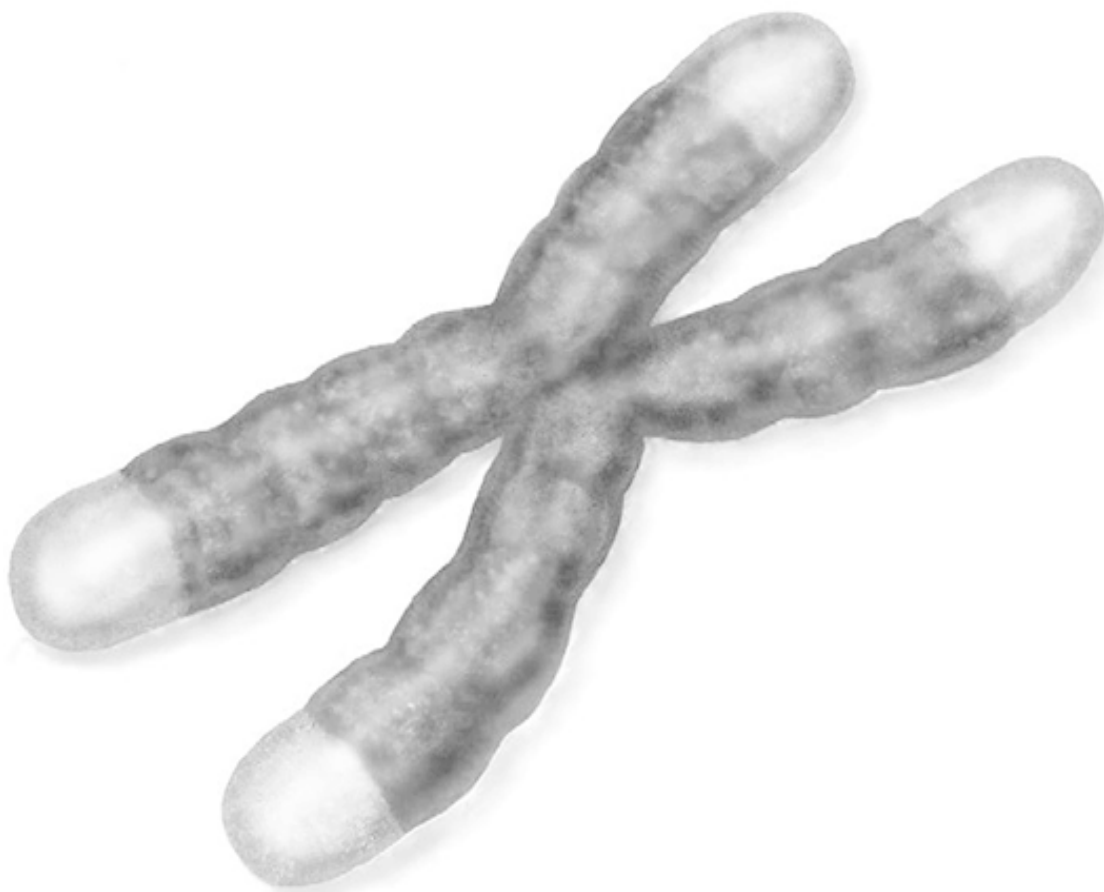


Рис. 2. Теломеры на концах хромосом. У каждой хромосомы есть концевые участки, которые состоят из нитей ДНК, покрытых специальным защитным слоем белков. Обратите внимание: на изображении хромосом имеются светлые участки – это и есть теломеры. На иллюстрации теломеры изображены в неправильном масштабе: в действительности на их долю приходится не более одной десяти тысячной длины ДНК наших клеток. Это крошечные, но жизненно важные части хромосомы.

Мы – это молекулярный биолог Элизабет и специалист по психологии здоровья Элисса. Элизабет посвятила свою карьеру изучению теломер; благодаря ее фундаментальным исследованиям зародилась новая область научных знаний. Элисса же всю жизнь занималась психологическим стрессом. Она изучала его губительное воздействие на поведение, психику и физическое здоровье человека, а также искала способы, позволяющие обратить вспять негативные последствия стресса. Пятнадцать лет назад мы объединили силы, и проведенные нами исследования заставили научное сообщество по-новому взглянуть на взаимосвязь между телом и разумом. Нашему – и всеобщему тоже – удивлению не было предела, когда обнаружилось, что теломеры не просто несут в себе команды, заложенные в генетическом коде. Как оказалось, наши теломеры прислушиваются к нам. Они подчиняются указаниям, которые мы им даем. Наш образ жизни может заставить теломеры ускорить процесс старения клеток или, наоборот, притормозить его. Рацион питания, эмоциональная реакция на проблемы, наличие стресса в детские годы, степень доверия между нами и окружающими – все эти и многие другие факторы влияют на теломеры и способны предотвратить преждевременное старение на клеточном уровне. Проще говоря, один из секретов долгой и здоровой жизни заключается в том, чтобы активно стимулировать обновление клеток.

Обновление здоровых клеток: для чего оно нужно?

В 1961 году биолог Леонард Хейфлик обнаружил, что большинство клеток в человеческом организме способны делиться лишь ограниченное число раз: по достижении этого предела они умирают. Клетки размножаются делением, благодаря чему создаются точные копии материнской клетки (митоз). Хейфлик наблюдал за этим процессом в лаборатории, которую сплошь заставил специальными стеклянными чашками с клеточными культурами. Поначалу клетки копировали себя довольно быстро – по мере их деления исследователю требовались все новые и новые чашки. Более того, на ранней стадии клетки делились столь стремительно, что невозможно было сохранить все культуры: для этого, как вспоминает Хейфлик, ему с коллегой пришлось бы «уступить стекляшкам с клетками лабораторию и все здание исследовательского центра». Ученый назвал ранний этап клеточного деления фазой буйного роста. Однако через какое-то время клетки переставали делиться, словно это их утомляло. Самым долгоживущим удавалось совершить порядка 50 делений. В конечном итоге уставшие клетки достигали состояния, которое Хейфлик назвал **фазой увядания**: они по-прежнему оставались живыми, но раз и навсегда утрачивали способность делиться. Максимально возможное количество делений человеческих клеток, обусловленное природой, получило название «предел Хейфлика», причем в роли выключателя, останавливающего этот процесс, выступают теломеры, которые к концу жизненного цикла клетки достигают критически малой длины.

Неужели все клетки ограничены пределом Хейфлика? Нет. В нашем организме присутствуют клетки, которые постоянно обновляются. Среди них клетки иммунной системы, костей, кишечника, печени, поджелудочной железы, кожи и волосяных луковиц, а также клетки, выстилающие стенки сердца и сосудов. Чтобы поддерживать здоровье организма, им приходится делиться снова и снова. К числу обновляющихся относятся некоторые виды обычных клеток, способных к делению (например, клетки иммунной системы); клетки-предшественницы, способные делиться еще дольше; жизненно важные стволовые клетки, которые могут делиться бесконечно, пока остаются здоровыми. И в отличие от клеток из лаборатории клетки в организме человека не всегда подчиняются пределу Хейфлика, потому что – как вы узнаете из первой главы – в них содержится фермент теломеразы. В стволовых клетках – если поддерживать их здоровыми – присутствует достаточно теломеразы, чтобы они продолжали делиться на протяжении всей человеческой жизни. Регулярное обновление клеток (тот самый буйный рост) служит одной из причин, по которым кожа Лизы выглядит молодой и красивой. Именно поэтому ее суставы двигаются без особых проблем и она может полной грудью вдыхать прохладный воздух, приносимый ветром с побережья. Благодаря появлению новых клеток важнейшие ткани и органы ее тела то и дело обновляются. Идет непрерывное обновление на клеточном уровне – и Лиза чувствует себя моложе своих лет.

Клетки, достигшие фазы увядания, больше не способны делиться. В каком-то смысле они слишком дряхлые для этого. С одной стороны, даже хорошо, что такие клетки прекращают делиться: если бы они продолжали размножаться, это могло бы способствовать возникновению рака. С другой стороны, дряхлые клетки отнюдь не безобидны – они истощены и растеряны. Они путаются и не посылают нужные сигналы другим клеткам организма – они больше не способны добросовестно справляться со своими былыми обязанностями. Они больны. Время буйного роста подошло к концу – во всяком случае для них, и это серьезнейшим образом отражается на вашем здоровье. Когда слишком много клеток достигает фазы увядания, ткани организма начинают стареть. Так, например, когда количество дряхлых клеток в стенках кровеносных сосудов достигает критической отметки, артерии теряют эластичность, в связи с чем повышается риск сердечного приступа. Когда борющиеся с инфекцией клетки иммунной системы из-за «старческого слабоумия» не могут распознать вирус у вас в крови, повышается

риск заболеть простудой или гриппом. **Старые клетки выделяют вещества, способствующие воспалению, из-за чего организм становится более уязвимым для хронических заболеваний. И наконец, существование многих старых клеток завершается благодаря запрограммированному механизму их гибели.**

Так развивается болезнь.

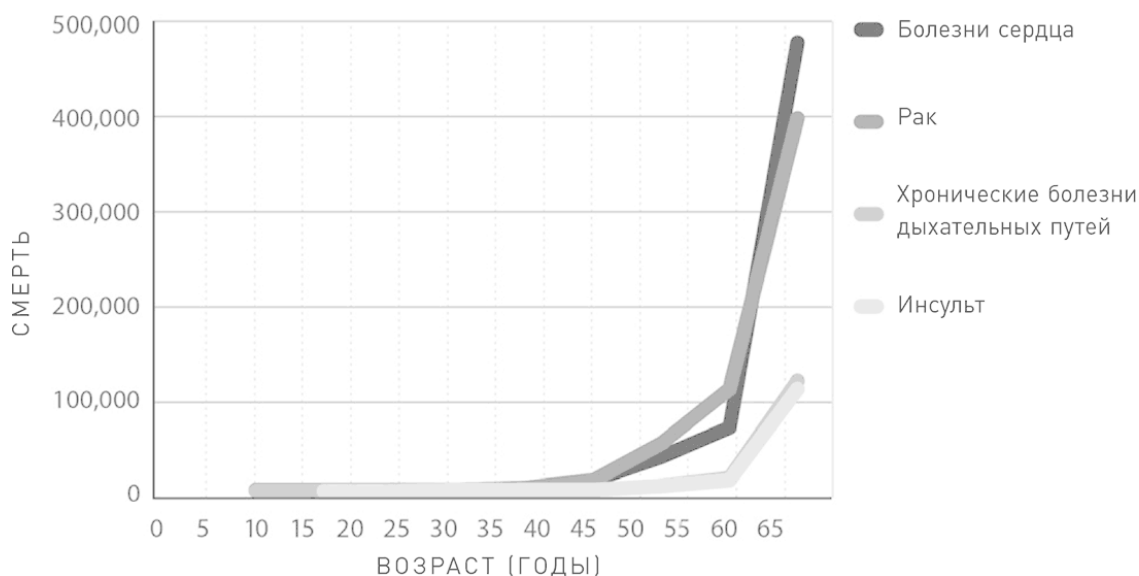


Рис. 3. Старение и болезни. Возраст – главный определяющий фактор возникновения хронических заболеваний. На графике показана статистика смертности в том или ином возрасте от одной из четырех болезней, являющихся самыми распространенными причинами смерти (болезни сердца, рак, болезни дыхательных путей, инсульт и другие нарушения мозгового кровообращения). После 40 лет смертность от хронических заболеваний начинает увеличиваться и резко возрастает после 60 (источники: Центры по контролю и профилактике заболеваний США, «Десять основных причин смерти и инвалидности», <http://www.cdc.gov/injury/wisqars/leadingCauses.html>).

Многие клетки здорового человека могут делиться снова и снова, пока их теломеры (и другие важнейшие составные элементы, такие как белки) продолжают функционировать как следует. Когда же эта способность утрачивается, клетки становятся старыми. В конце концов, фазы увядания могут достигнуть даже удивительные стволовые клетки. Такое ограничение способности клеток к делению служит одной из причин того, что по мере приближения человека к седьмому или восьмому десятку его здоровье начинает ухудшаться, хотя многим удается оставаться здоровыми гораздо дольше. Здоровая жизнь до 80–100 лет окажется реальностью для некоторых из нас и для многих из наших детей {5}. По всему миру сейчас живет порядка 300 000 людей старше 100 лет, и их число стремительно увеличивается. Еще большему числу людей удастся пережить отметку в 90 лет. По оценкам ученых, более трети новорожденных в Великобритании смогут дожить до 100 лет {6}. Сколько из этих лет будет омрачено страшными болезнями? Если мы более тщательно изучим факторы, способствующие обновлению клеток, то даже в старости наши суставы смогут плавно двигаться, легкие – свободно дышать, иммунные клетки – отважно сражаться с инфекциями, сердце – активно перекачивать кровь через все четыре камеры, а ум останется острым.

Проблема в том, что далеко не все клетки делятся столько раз, сколько предписано природой. Иногда они прекращают делиться раньше, чем нужно, преждевременно достигая фазы увядания. Если это происходит, ни о какой счастливой и беззаботной глубокой старости не

может быть и речи. Наступает преждевременное старение клеток. Именно это наблюдается у людей вроде Кары, чья полоса здоровья начинает темнеть в относительно раннем возрасте.

Хронологический возраст – главный определяющий фактор развития болезней: он отражает биологический процесс старения, протекающий внутри организма.

Выше мы задавали вопрос: *почему люди стареют по-разному?* Одна из причин кроется в старении клеток. Теперь возникает следующий вопрос: *из-за чего клетки стареют раньше времени?*

Чтобы ответить на него, представьте себе шнурки для обуви.

Как теломеры заставляют нас чувствовать себя старыми или, наоборот, молодыми и здоровыми

Вы помните, что на шнурках для обуви есть защитные пластиковые наконечники? Их еще называют пистончиками, и они не дают шнуркам изнашиваться раньше времени. Теперь представьте себе, что шнурки – это хромосомы, специальные структуры внутри клеток, которые содержат всю генетическую информацию. Теломеры, длина которых измеряется количеством отдельных элементов ДНК, известных как пары оснований, выполняют роль пистончиков – закрывают собой концевые участки хромосом, удерживая внутри них генетическую информацию. Итак, теломеры – это преграда на пути старения. Однако со временем они становятся короче.

Перед вами типичный жизненный путь теломеры в человеческой клетке.

Возраст	Длина теломеры (в парах оснований)
Новорожденный	10 000
35 лет	7500
65 лет	4800

Когда пистончики слишком сильно изнашиваются, шнурки больше невозможно использовать по назначению – их проще выкинуть и купить новые. Когда теломеры становятся слишком короткими, клетки перестают делиться, вот только новых, к сожалению, вам уже не купить. Теломеры – не единственная причина, по которой клетки стареют. Нормальные клетки подвергаются и другим стрессовым воздействиям, которые еще не до конца изучены. Тем не менее сокращение теломер – одна из первостепенных причин старения человеческих клеток, и это тот самый механизм, который обуславливает наличие предела Хейфлика.

Гены человека влияют на его теломеры: от генов зависит как изначальная длина теломер, так и скорость, с которой они укорачиваются. К счастью, в ходе наших и многих других исследований, проводимых в разных уголках земного шара, обнаружилось, что человек может взять ситуацию в свои руки и повлиять на длину и выносливость собственных теломер.

Вот несколько примеров.

- Некоторые из нас, оказавшись в непростой ситуации, начинают сильно переживать – подобная реакция ведет к сокращению теломер. Чтобы препятствовать этому, следует по возможности смотреть на вещи в более положительном ключе и относиться ко всему спокойнее.
- Отдельные методики, направленные на расслабление разума и тела, такие как медитация и цигун, способствуют снижению стресса и увеличению количества теломеразы – фермента, который восстанавливает теломеры.
- Упражнения, укрепляющие сердечно-сосудистую систему, также полезны теломерам. В книге мы подробно опишем две программы тренировок, которые помогают поддерживать теломеры в оптимальном состоянии. Эти программы подойдут для людей с любым уровнем физической подготовки.
- Теломеры ненавидят переработанное мясо (например, сосиски и колбасу), но свежие натуральные продукты идут им на пользу.

- Когда людям, живущим по соседству, не хватает сплоченности, то есть они не знакомы друг с другом и (или) не доверяют друг другу, это вредит теломерам. При этом уровень дохода людей не влияет на данную закономерность.

- У детей, живущих в неблагоприятных условиях, длина теломер уменьшается. Если оградить ребенка от небрежного отношения (такого как, например, в печально известных сиротских приютах в Румынии), то нанесенный ему вред можно частично компенсировать.

- Теломеры родительских хромосом, содержащихся в яйцеклетке и сперматозоиде, напрямую передаются плоду. Из этого следует поразительный вывод: если у ваших родителей была тяжелая жизнь, из-за которой их теломеры значительно укоротились, то укороченные теломеры могли достаться вам по наследству! Впрочем, если вы опасаетесь, что подобное могло с вами произойти, не паникуйте. Теломеры способны не только укорачиваться, но и удлиняться. **Вы, как и все остальные, можете поддерживать длину своих теломер стабильной. А кроме того, от вашего образа жизни зависит, какие клетки вы оставите в наследство следующему поколению.**

С мыслью о теломерах

Здоровый образ жизни у многих ассоциируется с действиями, которые нужно выполнять неохотно, через не хочу. Тем же, кто в полной мере осознал связь между образом жизни и состоянием теломер, зачастую удается взглянуть на проблему совершенно по-новому. По дороге на работу меня (Элизабет) порой останавливают знакомые, чтобы сказать: «Смотри, теперь я езжу в офис на велосипеде – я забочусь о своих теломерах!» или «Я перестал пить сладкую газировку. Мне страшно даже думать о том, что она делала с моими теломерами».

А что дальше?

Показали ли наши исследования, что забота о теломерах позволит прожить больше 100 лет, бегать марафоны в 94 или защитит от появления морщин? Нет. Клетки каждого человека со временем стареют и в конечном счете умирают. Но представьте, что вы едете на машине по шоссе. Левый ряд отведен самым быстрым водителям, правый – тем, кто движется медленнее всех. Вы можете ехать в левом ряду, на полной скорости приближаясь к своим больным годам. Либо вы можете ехать в правом ряду, спокойно наслаждаясь погодой, музыкой и общением с вашим спутником. Ну и, конечно же, своим крепким здоровьем.

Даже если сейчас вы на всех парах мчитесь в левом ряду по направлению к преждевременному клеточному старению, вы в любой момент можете перестроиться. Из нашей книги вы узнаете, как именно это сделать. Первая ее часть посвящена главным образом опасности, которую таит в себе преждевременное старение клеток, а также тому, как здоровые теломеры помогают бороться с этим коварным врагом. Кроме того, мы расскажем вам об открытии теломеразы – фермента, который поддерживает защитные «пистончики» на концах хромосом в хорошем состоянии.

Святой Грааль?

Теломеры позволяют оценить, как влияют на человека различные аспекты его жизни – как хорошие (например, спорт и здоровый сон), так и плохие (например, воздействие токсинов или неправильное питание). Подобная зависимость между теломерами и образом жизни наблюдается также у птиц, рыб и мышей. В связи с этим было выдвинуто предположение, что теломеры являются «Святым Граалем совокупного благополучия» {7} и их можно использовать для оценки всей жизни того или иного животного. Конечно, не существует какого-то одного биологического показателя, по которому можно было бы прочесть всю жизнь человека (равно как и животного), но теломеры – один из самых полезных таких показателей, известных современной науке.

В оставшейся части книги подробно рассказывается, как использовать науку о теломерах, чтобы сохранить здоровье клеток. Первым делом следует изменить восприятие происходящего вокруг, а затем начать лучше относиться к своему телу: правильно питаться, высыпаться и выполнять физические упражнения – все это пойдет на пользу вашим теломерам. Следующий шаг – понять, способствует ли социальная и физическая среда вашего обитания здоровью теломер. На страницах книги вам то и дело будет попадаться раздел «Лаборатория молодости», где приводятся рекомендации по профилактике преждевременного клеточного старения, которые объясняются с научной точки зрения.

Забываясь о теломерах, вы максимально увеличите свои шансы на то, чтобы прожить не просто долгую, а полноценную жизнь. Ради этого мы и написали книгу. В ходе исследовательской работы мы встречали очень много людей вроде Кары – тех, чьи теломеры изнашиваются слишком быстро и кто начинает серьезно болеть слишком рано. Избежать подобной участи вам помогут масштабные исследования, опубликованные в престижных научных журналах и подкрепленные данными, которые были получены в лучших лабораториях и научных институтах мира. Мы могли подождать, пока материалы этих исследований просочатся в СМИ, попадут на страницы популярных журналов и сайтов, посвященных теме здоровья, но на это могут уйти долгие годы. К тому же информация в процессе может сильно исказиться. Мы хотим

поделиться своими знаниями уже сейчас, и мы не хотим, чтобы люди страдали от последствий преждевременного старения клеток.

Когда у людей начинаются проблемы со здоровьем, общество теряет драгоценные ресурсы. Слабое здоровье зачастую лишает человека возможности жить так, как ему хочется. Здоровые люди – будь им за 30, 40, 50, 60 и т. д. – получают от жизни больше радости и охотно делятся своими талантами с окружающими. Им проще распоряжаться своим временем с пользой для общества: воспитывать и обучать подрастающее поколение, помогать нуждающимся, решать социальные задачи, заниматься творчеством, совершать научные или технические открытия, путешествовать, делиться опытом, развивать бизнес или быть мудрым лидером. Благодаря этой книге вы получите очень много полезной информации о том, как поддерживать здоровье клеток. Надеемся, вам будет приятно узнать, до чего просто продлить свои здоровые годы. Мы также надеемся, что вы спросите себя: *«А как я могу использовать все те годы крепкого здоровья, которые меня ожидают?»* Следуйте приведенным в книге рекомендациям – и у вас появится достаточно времени, сил и жизненной энергии, чтобы найти достойный ответ на этот вопрос.

Обновление начинается прямо сейчас

Вы можете начать процесс обновления ваших теломер и, следовательно, клеток прямо сейчас. Одно исследование показало, что у людей, которые фокусируют внимание на текущем занятии, теломеры, как правило, длиннее, чем у тех, кто постоянно отвлекается {8}. Другое исследование продемонстрировало, что занятия медитацией или другими методиками самопознания также способствуют укреплению теломер {9}. Концентрация внимания – это навык, который можно развивать. Все, что от вас требуется, – регулярные тренировки. Картинку со шнурком, приведенную ниже, вы будете встречать на протяжении всей книги. Каждый раз, когда она будет вам попадаться – либо когда вы посмотрите на собственные ботинки (и неважно, со шнурками они или без), – используйте это в качестве сигнала к тому, чтобы спросить себя, о чем вы думаете. Какие мысли крутятся у вас в голове в данную секунду? Если вы переживаете или обдумываете старые проблемы, постарайтесь сосредоточиться на том, чем вы занимаетесь в настоящий момент. Если же вы ничего конкретного не делаете, сосредоточьтесь на своем существовании.

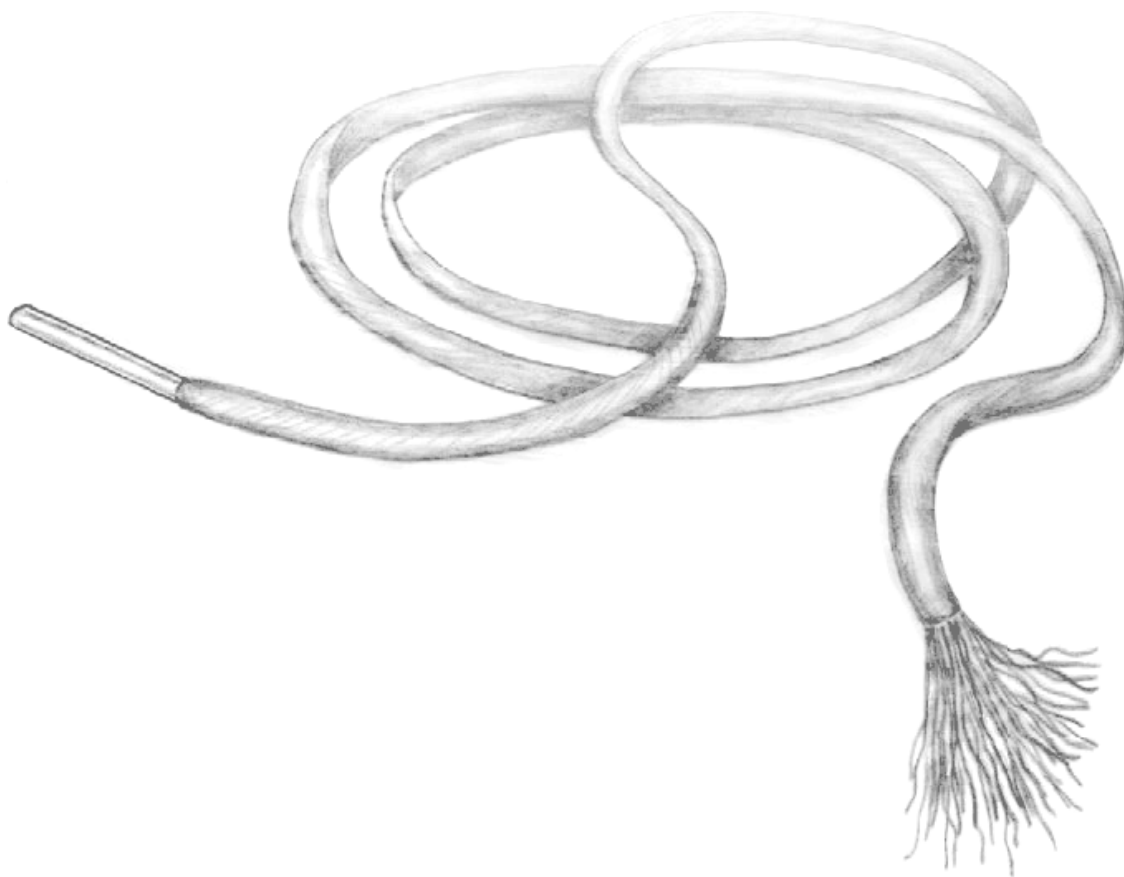


Рис. 4. Подумайте о своих шнурках. Наконечники шнурков символизируют собой теломеры. Чем длиннее эти защитные пистончики, тем ниже вероятность того, что шнурки растреплются. Если вернуться к аналогии с хромосомами, то чем длиннее теломеры, тем ниже вероятность нарушения структуры хромосом или их слияния. Слияние хромосом дестабилизирует клетку и провоцирует распад ДНК, который приводит к гибели клетки.

Сконцентрируйтесь на дыхании. Полностью займите свой разум простейшим процессом вдыхания и выдыхания воздуха. Концентрация внимания изнутри (на ощущениях, ритмичном дыхании) и снаружи (на окружающих звуках и предметах) помогает организму обновляться. Умение концентрироваться на своем дыхании, текущем моменте, как оказалось, идет на пользу клеткам нашего тела.

Итак, на страницах книги вам будет попадаться изображение шнурков с длинными наконечниками. Используйте его как повод сконцентрировать внимание на текущем моменте, сделать глубокий вдох и представить, как ваши теломеры восстанавливаются за счет жизненной силы дыхания.

Часть I

Теломеры: путь к молодости

Глава 1

Почему из-за преждевременного старения клеток мы выглядим и чувствуем себя старыми

Задайте себе три вопроса.

1. *Насколько молодо я выгляжу?*

- Я выгляжу моложе своих лет.
- Я выгляжу приблизительно на свой возраст.
- Я выгляжу старше своих лет.

2. *Как бы я оценил состояние своего физического здоровья?*

- Я более здоров, чем большинство людей моего возраста.
- Я приблизительно так же здоров, как и большинство людей моего возраста.
- Я менее здоров, чем большинство людей моего возраста.

3. *Насколько старым я себя чувствую?*

- Я чувствую себя моложе своих лет.
- Я чувствую себя приблизительно на свой возраст.
- Я чувствую себя старше своих лет.

Это простые вопросы, но ответы на них помогут понять важные закономерности, касающиеся вашего здоровья и старения. У людей, которые выглядят старше своих лет, могут раньше времени посесть волосы или появиться проблемы с кожей – и все из-за слишком коротких теломер. Проблемы с физическим здоровьем возникают по многим причинам, но преждевременное развитие болезней зачастую является следствием клеточного старения. Кроме того, исследования показывают, что у людей, которые чувствуют себя старше своих лет, здоровье начинает хромать раньше, чем у тех, кто чувствует себя молодым.

Когда люди говорят, что боятся старости, обычно это означает, что они боятся тяжелых болезней. Они боятся, что не смогут самостоятельно подняться по лестнице, что после операции на открытом сердце им будет сложно восстановиться и тяжело таскать за собой кислородный баллон. Они боятся остеопороза и искривления позвоночника. А больше всего их страшит потеря памяти и здравого рассудка. Пугают их и социальные последствия этих заболеваний: зависимость от окружающих, невозможность нормально взаимодействовать с друзьями и родными. Но, вообще-то, старость вовсе не должна быть столь удручающей.

Если, поразмыслив над тремя предложенными вопросами, вы пришли к выводу, что выглядите и чувствуете себя старше своих лет, возможно, все дело в том, что ваши теломеры изнашиваются быстрее, чем следует. Возможно, они посылают клеткам вашего тела сигналы, что пришло время ускорить процесс старения. Это довольно печальный вариант, но не падайте духом. Вы можете много чего предпринять, чтобы противостоять преждевременному старению на самом важном уровне – клеточном.

Однако вы не сможете успешно бороться с врагом, пока хорошенько его не узнаете.

В этой части книги мы снабдим вас всеми знаниями, необходимыми для того, чтобы развязать сражение. Первая глава содержит подробную информацию о том, что именно происходит, когда клетки начинают преждевременно стареть. Мы детально рассмотрим стареющие клетки, чтобы вы поняли, почему же они наносят столь большой вред телу и мозгу. Вы также узнаете, почему многие из самых страшных и опасных болезней связаны с сокращением теломер, а значит, и со старением на клеточном уровне. Затем во второй и третьей главах мы расскажем, каким образом теломеры и фермент теломеразы способны либо провоцировать преждевременное начало болезни, либо поддерживать здоровье ваших клеток.

Чем преждевременно стареющие клетки отличаются от здоровых?

Представьте, что человеческое тело – это бочка, заполненная яблоками. Тогда здоровые клетки будут сродни свежим, блестящим яблокам. Но что, если в бочке окажется хотя бы одно гнилое яблоко? Мало того, что оно само по себе несъедобно, так из-за него начнут гнить еще и соседние яблоки. Это гнилое яблоко – аналог старой, дряхлой клетки вашего организма.

Прежде чем объяснить, почему так происходит, мы хотели бы еще раз напомнить, что очень многие человеческие клетки должны непрерывно обновляться для поддержания здоровья (этот процесс также известен как пролиферация клеток). Активно обновляющиеся клетки обитают в таких местах организма, как:

- иммунная система;
- кишечник;
- кости;
- легкие;
- печень;
- кожа;
- волосяные луковицы;
- поджелудочная железа;
- стенки кровеносных сосудов;
- некоторые участки мозга, в том числе гиппокамп (отдел мозга, отвечающий за обучение и память).

Итак, чтобы все эти важнейшие ткани и органы оставались здоровыми, их клетки должны постоянно обновляться. В организме человека работает точно откалиброванная система, которая определяет, когда та или иная клетка нуждается в обновлении. Даже если ткань и выглядит неизменной на протяжении многих лет, ее клетки непрерывно заменяются новыми со строго установленной скоростью. Но не забывайте, что большинство клеток могут делиться лишь ограниченное число раз. Когда клетки теряют способность к обновлению, состоящие из них ткани тела начинают стареть и терять функциональность.

Все клетки человеческих тканей произошли из стволовых клеток, которые удивительным образом способны превращаться в самые разные виды специализированных клеток. Они обитают в так называемых нишах стволовых клеток – своего рода VIP-зале, где стволовые клетки, находясь под защитой, отдыхают до тех пор, пока не понадобятся. Эти ниши обычно расположены в тканях, клетки которых подлежат замене, либо рядом с ними. Так, стволовые клетки, предназначенные для обновления кожи, располагаются рядом с волосяными луковицами, для сердца – в стенке правого желудочка², для мышц – рядом с каждым мышечным волокном. Когда все хорошо, они спокойно лежат в своих нишах. Но едва возникает необходимость в

² Это недоказанные предположения. – *Примеч. реценз.*

обновлении тканей, стволовые клетки тут же спешат на вызов. Делясь, они производят клетки, способные к быстрому размножению (иногда их еще называют клетками-предшественницами), а некоторые из появившихся в итоге клеток затем превращаются в тот вид специализированных клеток, в котором нуждается организм. Если вы заболите и вам понадобятся дополнительные иммунные клетки (белые кровяные тельца, они же лейкоциты), то стволовые клетки, до этого момента прятавшиеся в костном мозге, начнут стремительно делиться и проникать в кровеносную систему. Стенки кишечника постоянно изнашиваются в процессе пищеварения, а частицы кожи все время отмирают. Но стволовые клетки непрерывно компенсируют потери, поддерживая эти ткани в дееспособном состоянии. Если во время пробежки вы потянете икроножную мышцу, то часть мышечных стволовых клеток приступит к делению и каждая произведет на свет по две новые клетки. Одна из них возьмет на себя роль стволовой клетки и займет место в уютной нише (самовоспроизведение), тогда как другая станет полноценным мышечным волокном, и тем самым поврежденная ткань будет восстановлена. Итак, залог здоровья и быстрого восстановления после болезней и травм – наличие не слишком большого запаса стволовых клеток, способных к самовоспроизведению.

Когда теломеры клетки становятся слишком короткими, они посылают сигналы, из-за которых ее деление и репликация оказываются под запретом. Такая клетка утрачивает способность обновляться. Она стареет, дряхлеет. Если подобное случается со стволовой клеткой, она уходит на покой и больше никогда не покидает свою нишу. Остальные состарившиеся клетки просто остаются на своих местах, но теперь они не в состоянии выполнять свои профессиональные обязанности. Их внутренние электростанции – митохондрии – перестают нормально функционировать, из-за чего клетке не хватает энергии.

ДНК старой клетки не может успешно взаимодействовать с другими ее структурными элементами. Как результат клетка перестает успевать по хозяйству. Внутри нее становится тесно, потому что в ней накапливаются, помимо прочего, поврежденные белки и коричневые комки «мусора» – липофусцин (пигмент старения), который вызывает дегенерацию желтого пятна в глазах и ряд неврологических болезней. Мало того – и именно поэтому справедлива аналогия с гнилыми яблоками в бочке, – старые клетки посылают ложные сигналы тревоги в виде способствующих воспалению веществ, которые попадают в другие части организма.

По такому базовому принципу стареют все клетки нашего тела, будь то клетки печени, кожи, волосных луковиц или стенок кровеносных сосудов. Вместе с тем в зависимости от типа клеток и их расположения процесс старения может сопровождаться некоторыми особенностями. Так, старые клетки костного мозга либо мешают стволовым клеткам крови и иммунной системы делиться, либо, напротив, вынуждают их производить новые клетки крови в неконтролируемых объемах. Старые клетки поджелудочной железы могут не совсем правильно распознавать команды, которые регулируют выработку инсулина. Старые клетки головного мозга способны выделять вещества, из-за которых отмирают нейроны. Таким образом, хотя процесс старения в большинстве изученных клеток и протекает по одному и тому же сценарию, разные виды клеток могут реагировать на него по-своему, и тем самым они вредят организму по-разному.

Старение клеток можно определить как «постепенное нарушение функций и ухудшение способности должным образом реагировать на внешние раздражители и повреждения». Старые клетки оказываются не в состоянии нормально реагировать на стресс – как физический, так и психологический [1]. Со временем этот непрерывный процесс начинает медленно и незаметно провоцировать возникновение возрастных заболеваний – недугов, причина которых (по крайней мере, отчасти) заключается в сокращении теломер и старении клеток. Чтобы лучше понять процесс старения и роль теломер, давайте вернемся к трем вопросам, которые мы задали в начале главы.

Насколько молодо вы выглядите?

*Как бы вы оценили свое физическое здоровье?
Насколько молодо вы себя чувствуете?*

Долой старое, да здравствует новое: удалив старые клетки у мышей, ученые обратили вспять преждевременное старение

В ходе одного из лабораторных исследований ученые наблюдали за мышами, геном которых был изменен таким образом, чтобы их клетки старели гораздо быстрее обычного. Как и следовало ожидать, мыши оказались подвержены преждевременному старению: они теряли подкожный жир, из-за чего выглядели сморщенными, а также мышечную массу; их сердце слабело; у них появилась катаракта. Некоторые умерли в раннем возрасте из-за остановки сердца. Затем в рамках генетического эксперимента, который невозможно повторить на людях, ученые удалили у мышей старые клетки, и в результате многие симптомы преждевременного старения прошли. Исчезла катаракта, восстановились мышечная масса и жировые запасы (как следствие, стало меньше морщин), а продолжительность здоровой жизни увеличилась {2}.

Старые клетки контролируют процесс старения!

Преждевременное старение клеток: насколько молодо вы выглядите?

Старческие пятна и морщины. Седые волосы. Сутулость, вызванная остеопорозом. Этим изменениям подвержен каждый из нас, но если вы недавно посещали вечер встречи выпускников, то должны были заметить, что не всех они затрагивают в равной степени.

Посмотрите на своих бывших одноклассников через десять лет после окончания школы, когда всем еще нет и 30, и вы заметите, что одни из них носят дорогую одежду, тогда как на других вещи выглядят слегка потрепанными. Одни хвастаются успехами в карьере или детьми, тогда как другие потягивают виски в углу, жалуясь на любовную неудачу. Никакой справедливости! Но если говорить о физических признаках старения, то все присутствующие будут приблизительно в равном положении. Почти каждый – независимо от материального благополучия, успешности и степени удовлетворенности своей жизнью – выглядит молодо, как и подobaет человеку моложе 30. У всех здоровые волосы, гладкая кожа, а некоторые даже подросли на сантиметр-другой с тех пор, как вы вместе учились. Они находятся на пике молодости.

Но стоит заглянуть на очередной такой вечер лет через пять, а лучше через десять, и вы обнаружите совсем иную картину. Вы увидите, что некоторые бывшие одноклассники выглядят намного старше остальных. Возле ушей у них показалась седина, либо волосы на голове заметно поредели. Кожа стала пятнистой и более серой, а морщинки в уголках глаз углубились. Возможно, у них появилось пузо и они начали сутулиться. Все это свидетельствует о быстро развивающихся внешних признаках старения.

Другим повезло больше: они стареют заметно медленнее. С годами эти счастливицы, разумеется, тоже начинают выглядеть старше. Их волосы, лицо и тело, без сомнений, меняются, но изменения происходят медленно и постепенно, ничуть не портя внешность. Теломеры – как вы вскоре убедитесь – играют некоторую роль в том, насколько быстро человек стареет внешне, а также в том, войдете ли вы в число тех, кто стареет красиво.

Старение кожи

Внешний слой кожи, эпидермис, состоит из быстро размножающихся клеток, которые постоянно обновляются. Некоторые клетки кожи (а именно кератиноциты) вырабатывают теломеразу, благодаря чему они не изнашиваются и не дряхлеют, но у остальных способность обновляться со временем все-таки угасает {3}. Под наружным слоем кожи лежит дерма – слой клеток (фибробласты), который создает основу для здорового и красивого эпидермиса, поскольку, помимо всего прочего, производит коллаген, эластин и факторы роста.

С годами фибробласты начинают выделять меньше коллагена и эластина, из-за чего внешний слой кожи становится сморщенным, старым на вид. Кожа истончается, теряя прослойки жировой ткани и гиалуроновую кислоту (которая выступает в роли естественного увлажнителя кожи и суставов), становится более проницаемой {4}. Старые меланоциты приводят к появлению пигментных пятен, а кроме того, кожа начинает выглядеть болезненно бледной. Проще говоря, стареющая кожа приобретает хорошо знакомый нам вид: она пятнистая, бледная, обвисшая и морщинистая – и все это главным образом из-за состарившихся фибробластов, которые больше не в состоянии поддерживать здоровье клеток эпидермиса.

У пожилых людей клетки кожи зачастую теряют способность к делению, но у некоторых они продолжают делиться даже в преклонном возрасте. Когда ученые решили разобраться с этим вопросом, выяснилось, что у таких людей клетки лучше справляются с окислительным стрессом, а их теломеры заметно длиннее {5}. Наличие коротких теломер не вызывает старение кожи напрямую, но играет в этом процессе определенную роль, особенно когда речь идет о старении из-за воздействия солнечных (а точнее, ультрафиолетовых) лучей. Ультрафиолет способен повреждать теломеры {6}. Петра Букамп, сотрудница Немецкого центра исследований рака в Гейдельберге, вместе с коллегами сравнила кожу с шеи, на которую постоянно воздействует солнце, с кожей ягодиц, которая все время защищена от солнца. Оказалось, что в случае с шеей теломеры клеток эпидермиса стали заметно короче, а в образцах, взятых с ягодиц, они с возрастом вообще не укорачивались! Итак, при надлежащей защите от солнечных лучей клетки кожи могут долго противостоять старению.

Остеопороз

Структура костной ткани человека меняется на протяжении всей жизни. Высокая плотность костей – результат баланса между клетками, формирующими костную ткань (остеобласты), и клетками, разрушающими ее (остеокласты). Чтобы остеобласты могли делиться и их ряды пополнялись новыми клетками, им необходимы длинные теломеры: когда теломеры становятся слишком короткими, остеобласты стареют и перестают поспевать за остеокластами. Баланс нарушается, и остеокласты начинают выедать костную ткань {7}. Мало того, когда теломеры изнашиваются, в старой костной ткани начинаются воспалительные процессы.

Лабораторные мыши, выведенные таким образом, чтобы их теломеры были короткими, страдали от преждевременной потери костной ткани и остеопороза {8}. То же самое наблюдается у людей, родившихся с генетическим заболеванием, из-за которого теломеры клеток оказываются чрезвычайно короткими.

Седина

В некотором смысле мы все рождаемся с покрашенными волосами. Каждый волосок зарождается в собственной волосяной луковице и состоит из кератина, придающего волосам

белый цвет. Вместе с тем внутри каждой волосистой луковицы находятся и меланоциты – те самые клетки, которые вводят в волосы пигмент, а также отвечают за цвет нашей кожи. Они выступают в роли природной краски для волос, без которой все люди с рождения ходили бы седыми. Когда теломеры этих стволовых клеток изнашиваются, те больше не могут делиться достаточно быстро, чтобы поспевать за ростом волос. Как результат, волосы начинают седеть. А когда умирают все меланоциты, волосы становятся полностью седыми. Также меланоциты чувствительны к химическому воздействию и ультрафиолетовому излучению. В ходе одного исследования, опубликованного в журнале *Cell*, у мышей, которых подвергли воздействию рентгеновских лучей, оказались повреждены меланоциты, и их шерсть со временем стала серой {9}. У мышей, чьи теломеры были чрезвычайно короткими из-за генетической мутации, шерсть также становилась серой раньше времени, при этом восстановление уровня теломеразы способствовало возвращению прежнего цвета шерсти {10}.

В каком возрасте седина считается нормой? В наименьшей степени волосы седеют у афроамериканцев и азиатов, тогда как больше всего этому процессу подвержены блондины {11}. Ближе к 50 годам седина появляется как минимум у половины людей, а после 60 – уже у 90 %. В подавляющем большинстве случаев преждевременное появление седины не считается отклонением от нормы – лишь у незначительного числа людей, поседевших до 40 лет, обнаруживается генетическая мутация, обуславливающая уменьшение длины теломер.

Что внешность человека говорит о его здоровье?

Возможно, вы сейчас подумали: «Что ж, я ничего не имею против нескольких седых прядей, появившихся раньше времени. Да и стоит ли переживать из-за пары старческих пятен под глазами? Вы что, предлагаете мне сосредоточиться на внешности, вместо того чтобы думать о здоровье?» Прекрасный вопрос. Нет никаких сомнений: здоровье важнее всего. Но разве вы не знаете, что внешность отражает состояние вашего здоровья? Исследователи попросили специально обученных «экспертов» оценить возраст человека по его фотографии {12}. Оказалось, что у людей, которые выглядели старше, теломеры в среднем были короче, чем у тех, кто выглядел моложе. В этом нет ничего удивительного, если вспомнить, какую роль играют теломеры в процессах старения кожи и появления седины. В некоторой степени – достаточной, чтобы вызвать беспокойство, – внешние признаки старения связаны с плохим состоянием физического здоровья. Как правило, у людей, которые выглядят старше своих лет, мышцы оказываются слабее, умственные способности и память – хуже, уровень кортизола и глюкозы, содержащихся в крови натошак, – выше, а также наблюдаются ранние симптомы сердечно-сосудистых заболеваний {13}. К счастью, *эта взаимосвязь очень слабая*. Главное – то, что происходит внутри организма. Но если вы выглядите старше своих лет – изможденным, – на это стоит обратить внимание. Вероятно, ваши теломеры нуждаются в дополнительной защите.



Помните, что нужно делать, когда появляется такая иллюстрация?

Преждевременное старение клеток: а как у вас со здоровьем?

Когда задумываешься над следующим вопросом – *«Как вы оцениваете свое физическое здоровье?»* – сразу становится очевидно, насколько серьезный удар короткие теломеры наносят нашим клеткам.

Давайте еще раз вспомним о вечере встречи выпускников. Когда после окончания школы пройдет 20, а потом 30 лет, вы непременно заметите, что многие ваши бывшие одноклассники страдают от возрастных заболеваний. А ведь им всего 40–50 лет! По паспорту они еще не достигли старости, так почему же их организм ведет себя так, будто они уже старики? Почему их больные годы начинаются раньше времени?

Воспаление и старость

Разве не любопытно было бы посмотреть в микроскоп на клетки каждого, кто пришел на встречу выпускников, и измерить их теломеры? Если бы такое действительно было возможно, то вы увидели бы, что короче всего теломеры у тех, кто выглядит слабым и больным, у кого на лице можно заметить признаки борьбы с такими хроническими недугами, как диабет, сердечно-сосудистые заболевания, ослабленный иммунитет и болезни легких. Кроме того, вы обнаружили бы, что люди с самыми короткими теломерами страдают еще и от хронического воспалительного процесса. Ученые давно подметили, что воспалительные процессы в организме усиливаются с возрастом и именно они служат причиной развития многих возрастных болезней. Речь идет о постоянном незначительном воспалении, которое накапливается со временем. Это может происходить по многим причинам, одна из которых – повреждение бел-

ковых цепочек. Другая распространенная причина хронического воспаления – повреждение теломер.

Когда гены клетки оказываются повреждены либо теломеры становятся слишком короткими, она понимает, что ее драгоценная ДНК находится в опасности. Клетка начинает перепрограммировать себя таким образом, чтобы вырабатывать молекулы, которые направляются к другим клеткам организма с просьбой о помощи. Эти молекулы, в совокупности именуемые старческим секреторным фенотипом, могут приносить пользу. Благодаря им поврежденная клетка посылает сигналы ближайшим иммунным и другим клеткам, способным бороться с повреждением. Так начинается процесс заживления.

Вот тут-то и возникают проблемы. При повреждении ДНК теломеры словно сходят с ума. Они настолько заикливаются на самозащите, что не пускают внутрь клетки подмогу, которую она вызвала. Они напоминают людей, которые после пережитой трагедии отказываются от помощи окружающих, потому что боятся расслабиться. Укороченные теломеры могут месяцами находиться внутри стареющей клетки, без конца призывая на помощь, но не позволяя клетке устранить повреждение. Эти упорные, но безуспешные попытки вызвать подмогу иногда приводят к разрушительным последствиям: клетка становится тем самым гнилым яблоком в бочке. В этот процесс вовлекаются провоспалительные цитокины, которые, путешествуя по всему организму, со временем вызывают системное хроническое воспаление. Старческий секреторный фенотип был открыт Джудит Камписи из Института исследований старения имени Бака, которая показала, что такие клетки создают благодатную почву для развития рака.

За последние лет десять ученые осознали, что хроническое воспаление (обусловленное старческим секреторным фенотипом или другими причинами) играет решающую роль в возникновении многих заболеваний. Краткосрочное воспаление способствует заживлению поврежденных клеток, но если оно затягивается, то нарушается нормальное функционирование различных тканей нашего тела. Например, хроническое воспаление может повлиять на дееспособность клеток поджелудочной железы, из-за чего те перестают должным образом регулировать выработку инсулина. Тем самым создаются благоприятные условия для развития диабета. Хроническое воспаление может привести к разрыву бляшки на стенке артерии. Оно может заставить иммунную систему организма восстать против него же и обрушиться на его собственные ткани.

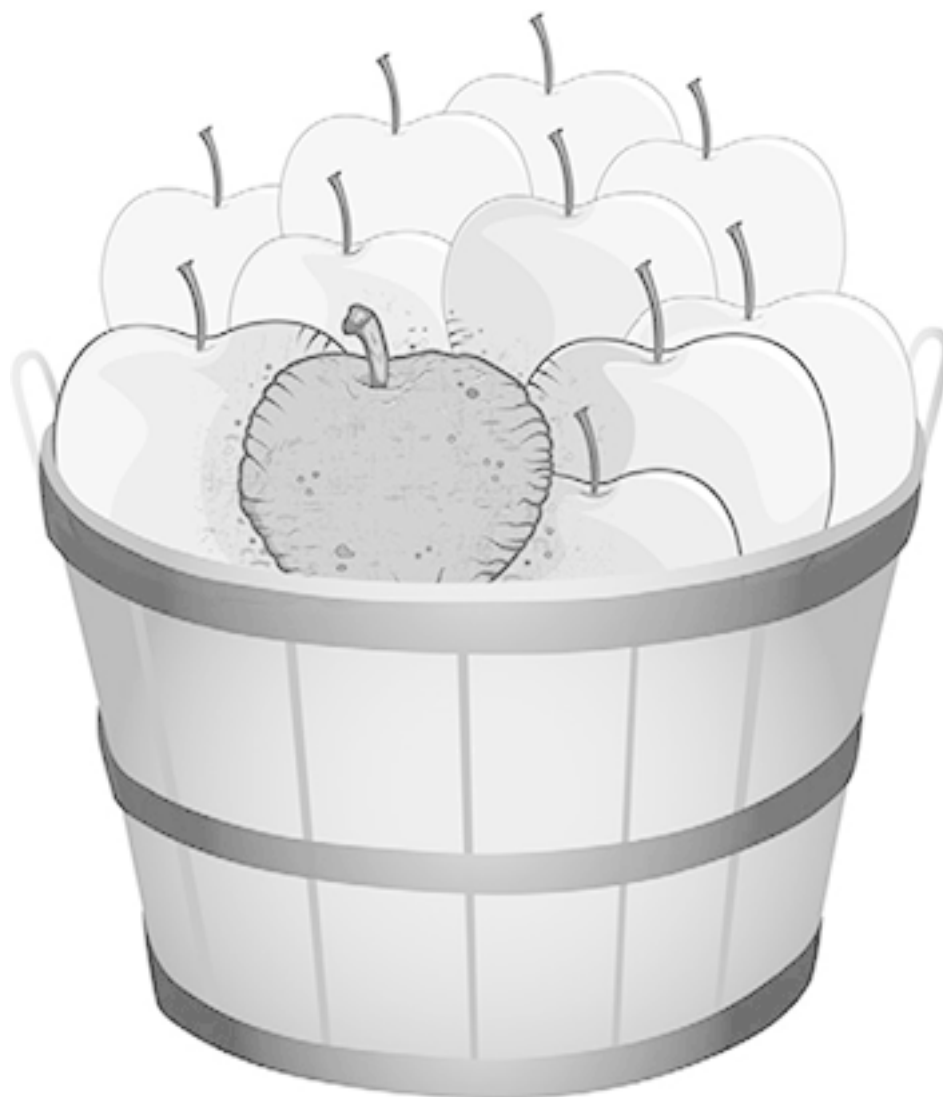


Рис. 5. Гнилое яблоко в бочке. Представьте себе бочку с яблоками. Состояние всех яблок в бочке зависит от состояния каждого из них. Одно-единственное гнилое яблоко выделяет газы, из-за которых начинают гнить все остальные яблоки. Одна старая клетка посылает сигналы окружающим ее клеткам, вызывая распространение воспалительной реакции и других вредных факторов, что можно назвать гниением клеток.



Рис. 6. Путь от коротких теломер к болезни. Сокращение теломер – один из коротких путей к развитию хронических заболеваний. Из-за коротких теломер клетки стареют и либо продолжают оставаться в организме, либо – если нам повезет – выводятся из него. Хотя клетки могут стареть по многим причинам, повреждение теломер – одна из основных. Если старые клетки накапливаются десятилетиями, то, достигая критической массы, они становятся основой пораженной ткани. Воспаление – причина как сокращения теломер, так и старения клеток, а старые клетки, в свою очередь, лишь усиливают воспалительный процесс.

Мы привели всего пару примеров, демонстрирующих разрушительную силу воспалительного процесса, но этот список можно продолжать еще долго. Хроническое воспаление играет печальную роль в развитии заболеваний сердца, головного мозга, десен, болезни Крона, целиакии, ревматоидного артрита, астмы, гепатита, рака и т. д. Вот почему ученые связывают процессы воспаления и старения. Первое действительно вызывает второе.

Если вы хотите замедлить старение и как можно дольше оставаться здоровыми, то следует сделать все возможное, чтобы предотвратить хроническое воспаление. Прежде всего надо позаботиться о своих теломерах. Поскольку клетки со слишком короткими теломерами непрерывно посылают сигналы, стимулирующие воспаление, нужно во что бы то ни стало поддерживать оптимальную длину теломер.

Короткие теломеры и болезни сердца

Каждая из наших артерий – от самой крупной до самых маленьких – выстлана изнутри слоем клеток под названием «эндотелий». Чтобы сердечно-сосудистая система оставалась здоровой, клетки эндотелия должны непрерывно обновляться, сохраняя его целостность и не позволяя иммунным клеткам проникать через стенки артерий.

У людей, в чьих лейкоцитах слишком короткие теломеры, возрастает риск сердечно-сосудистых заболеваний (как правило, наличие коротких теломер в клетках крови означает, что они слишком короткие и в других тканях, в том числе в эндотелии). Люди с распространенными генетическими вариациями, которые приводят к сокращению теломер, также в большей степени подвержены проблемам с сердцем и сосудами [14]. Если вы относитесь к той трети

человечества, у представителей которой теломеры короче, чем у остальных, то вероятность развития у вас сердечно-сосудистых заболеваний увеличивается на целых 40 % {15}. Почему так происходит? Все механизмы нам доподлинно неизвестны, но одним из них является клеточное старение. Когда из-за коротких теломер клетки стареют раньше времени, эндотелий перестает обновляться и уже не может надежно защищать кровеносные сосуды. Они становятся более слабыми и уязвимыми для болезней. Исследуя ткань кровеносных сосудов с холестериновыми бляшками, можно обнаружить, что теломеры ее клеток действительно короткие.

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.