



АНДРЕЙ ФОМЕНКО

# СИЛА МОЛОДОСТИ

КАК НАСТРОИТЬ  
УМ И ТЕЛО  
НА ДОЛГУЮ  
И ЗДОРОВУЮ  
ЖИЗНЬ

# **Андрей Николаевич Фоменко**

## **Сила молодости. Как настроить ум и тело на долгую и здоровую жизнь**

*Текст предоставлен издательством*

*[http://www.litres.ru/pages/biblio\\_book/?art=68786577](http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=68786577)*

*Сила молодости. Как настроить ум и тело на долгую и здоровую  
жизнь: Эксмо; Москва; 2023  
ISBN 978-5-04-181524-0*

### **Аннотация**

В последние два десятилетия наука и медицина сделали большой шаг в понимании того, что такое старение. Буквально на наших глазах развиваются технологии перепрограммирования клеток, регенерации тканей, генной инженерии, переливания молодой крови и многое другое. Но принципиальное значение имеет не только развитие высоких технологий, ведь даже самые неочевидные вещи – от эффекта плацебо и способа мышления до визуализации и даже ASMR – могут помочь в борьбе со старением. То, что необходимо знать сейчас, чтобы прожить долгую жизнь, не мучаясь от болезненной старости, находится прямо в ваших руках. В данной книге собрана наиболее актуальная научная информация о том, как замедлить процесс возрастных изменений и оставаться молодым как можно дольше.

Максимально разносторонний взгляд на проблему старения – с точки зрения генетики, физиологии, психологии, эволюции, квантовой механики, математики и т. д. – отличает эту книгу от большинства трудов, посвященных продлению жизни и молодости.

Внимание! Информация, содержащаяся в книге, не может служить заменой консультации врача. Перед совершением любых рекомендуемых действий необходимо проконсультироваться со специалистом.

В формате PDF A4 сохранен издательский макет книги.

# Содержание

Введение	8
Учеными доказано	13
Глава 1. Старение и молодость	15
Какие изменения в организме характерны для старения?	16
Теории старения	20
Старение как процесс, запрограммированный природой	21
Старение как результат накопления повреждений (ошибок)	23
Здоровый образ жизни помогает замедлить старение	28
Заключение	35
Биомаркеры старения	36
Глава 2. Генетика	58
Развитие генетики	59
Наш генетический код	61
Генетика и медицина	65
Несколько слов о секвенировании	71
Что такое метагеном?	73
Заключение	75
Глава 3. Эпигенетика	76
«Над» генетикой	77

Как работает эпигенетический механизм	78
Факторы, которые могут повлиять на наши гены	83
Заключение	92
Глава 4. Тело	93
Из чего состоит тело	94
Клетки	94
Атомы	96
Системы организма	99
Гомеостаз	102
Мозг – тело, тело – мозг	104
Заниматься телом, чтобы быть здоровым	105
Глава 5. Мозг и нервная система	110
Как устроена нервная система человека?	112
Головной мозг	112
Нервные клетки	114
Нейроглия: система жизнеобеспечения и защиты мозга	117
Спинной мозг	120
Нервы (периферическая нервная система)	121
Как формируется память и как с возрастом ее не потерять?	124
Кратковременная память	126
Долговременная память	127
Нейропластичность	131
Синаптическая пластичность	131

Нейрогенез	133
Как не утратить нейропластичность в зрелом возрасте?	134
Нейромедиаторы – язык, на котором говорит мозг	138
Конец ознакомительного фрагмента.	140

**Андрей Фоменко**  
**Сила молодости. Как**  
**настроить ум и тело на**  
**долгую и здоровую жизнь**

© Фоменко А. Н., текст, 2022

© Шварц Е. Д., иллюстрации, 2022

© Оформление. ООО «Издательство «Эксмо», 2023

# Введение

Можно ли прожить 100 лет? Многие ответят, что достичь хотя бы 80-летнего рубежа уже хорошо, а вот прожить век – это скорее исключение из правил и шанс, выпадающий лишь настоящим везунчикам.

Но что, если это далеко не так? На самом деле существует более оптимистичный вариант, который предполагает: дожить до 100 лет и более и остаться при этом здоровым и активным – реальная возможность для каждого человека.

Жить долго – заветная мечта практически любого. Но ее достижению могут помешать возникающие на пути препятствия – различные возрастные проблемы, проявляющиеся в виде физической слабости, снижения умственных способностей, развития заболеваний и других патологических изменений. Обычно все, что может сделать среднестатистический человек, чтобы избежать этого, – начать заниматься спортом, бросить употреблять вредные вещества, изменить рацион и включить в него больше полезных продуктов, стараться избегать контактов с инфекциями. Это, несомненно, важно. Но достаточно ли?

Сегодня на человека обрушивается большой поток информации, рассказывающей о различных способах отсрочить старение и продлить жизнь. Из бумажных и цифровых источников до нас доходят самые разные гипотезы, отзывы,



точки зрения и результаты исследований – далеко не все из них совпадают, а зачастую и вовсе противоречат друг другу. Сколько мнений о том, полезно ли голодание, какая диета будет самой действенной, сколько действительно нужно тренироваться, следует ли принимать витаминные добавки, какое количество времени уделять дневному сну и т. п.? На эти и другие вопросы поисковики «отвечают» миллионами ссылок.

А если речь заходит о продлении жизни и молодости? Одни специалисты будут считать, что, для того чтобы жить долго, важно неукоснительно следовать законам ЗОЖ; вторые скажут, что необходимо потреблять как можно больше геропротекторов<sup>1</sup>; третьи будут настаивать на непрерывном отслеживании показателей состояния здоровья: нужно измерять физиологические параметры и регулярно сдавать анализы. Когда речь заходит о нашем здоровье, как не потеряться в информационном потоке и отсеять ненужное, а на что следует опираться?

Существующие подходы к проблеме старения и продлению жизни часто оказываются несовершенными и довольно односторонними. Стоит учитывать, что данная проблема глобальнее, чем представляется, поэтому и рассматривать ее

---

<sup>1</sup> Геропротекторы – название группы определенных веществ или терапевтических методик, способствующих увеличению продолжительности жизни. Подробнее читайте: А. Н. Фоменко, Е. Н. Прошкина, А. Ю. Фединцев, В. О. Цветков, М. В. Шапошников, А. А. Москалев. «Потенциальные геропротекторы». – *Прим. ред.*

нужно шире и с учетом многочисленных мнений. Прожить долгую жизнь реально – для этого существует много способов, и нам предстоит выяснить, какие из них самые эффективные.

Перед вами книга, которая является своеобразной «энциклопедией старения», – она содержит все самое важное, что необходимо знать об этом процессе, а также о способах продления жизни и молодости. Здесь вы найдете всю необходимую информацию о механизмах старения, возможностях его замедления, мерах профилактики заболеваний, ассоциированных с возрастом, об образе жизни и мышления долгожителей.

Прочитав данную книгу, вы получите знания, необходимые для того, чтобы приобрести дополнительные годы жизни, а также научитесь применять их на практике, то есть превратите в умения, позволяющие контролировать и даже управлять всеми физиологическими изменениями с целью достижения лучшего здоровья и долголетия.

Знания, собранные в этой книге, получены в ходе многолетней работы над проектом VSH25<sup>2</sup>. Его цель не просто продлить жизнь, но сохранить молодость и остановить старение с помощью экспериментальной биологической программы.

В мире существует немалое количество долгожителей

---

<sup>2</sup> VSH25 – проект по продлению жизни и сохранению здоровья. Подробнее читайте на сайте [vsh25.net](http://vsh25.net). – Прим. ред.

среди животных и растений: от черепах и акул, живущих сотни лет, до баобабов и секвой, живущих тысячи лет. Есть и такие, кто вовсе при этом не подвержен процессу старения. Внимание биологов и геронтологов вот уже десятки лет приковано к голым землекопам: эти маленькие грызуны живут необычайно долго по сравнению со своими сородичами и при этом практически не стареют и не болеют. Еще один феномен – медуза *Turritopsis dohrnii*: она может жить вечно. По достижении зрелости или при неблагоприятных условиях это животное умеет «возвращаться в детство» – к самой первой стадии жизненного цикла, что фактически делает медузу бессмертной.

Человек по сравнению с рекордсменами живой природы живет не так уж и долго. До XX века средняя продолжительность жизни равнялась примерно 40 годам. Однако эту цифру удалось увеличить почти в два раза, и сейчас она составляет, согласно официальным данным, около 73 лет. Произошло это не только благодаря достижениям медицины – дело еще и в том, что в сознании человечества постепенно происходит сдвиг и идеи продления жизни все активнее воплощаются в жизнь. В XXI веке новые футурологические прогнозы говорят о продолжительности жизни в 150 и даже в 200 лет.

Наука и медицина сделали большой шаг вперед в понимании механизмов, лежащих в основе долголетия, а сколько открытий еще впереди? Будущие прорывы в области омоложения, генной терапии, стволовых клеток, регенеративной

медицины, замены органов позволят когда-нибудь людям и вовсе не стареть и не иметь конечного срока жизни.

Жить как можно дольше – эту цель человечество должно поставить во главу угла. В то же время каждому отдельно-му человеку необходимо сохранять мотивацию к поддержанию своего здоровья и продлению жизни: узнавать о новых достижениях в медицине, посвящать время изучению литературы по этим темам, в том числе материалов по разным научным направлениям – даже не самым очевидным, например математике и физике. Поскольку знания о таких универсальных понятиях, как мозг, тело, сознание, время, эволюция, смерть и бессмертие, позволят взглянуть на проблему продления жизни совершенно под другим углом и задуматься об иных вариантах человеческого развития.

Важно продлить не просто жизнь, а молодость, – даже если это сделает треть людей на планете, мир изменится к лучшему. Это не фантастика и не труднодостижимая цель. Для этого не понадобится много энергозатратных усилий или дорогостоящих средств – нужно всего лишь осознать ответственность за себя и свою жизнь, понять, как «включить» защитные силы организма, и поддерживать стремление жить долго, узнавая о новых достижениях в мире науки и медицины.

# Учеными доказано

- 1** Ожидание увеличения продолжительности жизни уже продлевает жизнь.
- 2** Оптимисты живут дольше и реже страдают от боли. Напротив, уныние и недовольство жизнью могут сократить ее на 13 лет (так же как и серьезные заболевания).
- 3** Наличие смысла жизни продлевает жизнь.
- 4** Субъективное ощущение своего возраста продлевает жизнь.
- 5** В настоящий момент времени в мире нет доказанных или одобренных лекарств от старения.
- 6** Плацебо работает даже тогда, когда человек знает, что это плацебо.
- 7** Эффективность плацебо по сравнению с лекарственными препаратами растет.
- 8** Эффективность плацебо в развитых странах растет.
- 9** Многие лекарства дают эффект, не очень сильно отличающийся от плацебо, но имеют побочные действия.
- 10** Ожидание улучшения оказывает воздействие на симптомы болезни.
- 11** Человек сам способен «включать» нужные и «выключать» ненужные гены.
- 12** На 95 % болезней человек может повлиять самостоятельно.

**13** Духовные практики помогают чувствовать себя счастливым и здоровым.

**14** Количество и качество социальных связей влияют на продолжительность жизни.

**15** Концентрация внимания – важный навык для достижения любых целей, в том числе продления жизни и молодости.

**16** Привычки определяют жизнь человека и влияют на физическое и психическое состояние.

**17** Большинство поступков совершаются бессознательно. Поэтому формирование полезных привычек может повлиять на 90 % действий человека и привести к качественному изменению всей жизни.

**18** Увлечение искусством помогает продлевать жизнь на 30 %.

**19** Добросовестные люди живут дольше, поскольку их иммунитет работает лучше (за счет низкого уровня интерлейкина-6).

**20** Теорема Томаса гласит: «Если люди считают ситуации реальными, они оказываются реальными по последствиям».

# Глава 1. Старение и молодость

**Мечта о долгой жизни не имеет смысла без решения проблемы старения. Ухудшение памяти (или полная ее потеря), прогрессирующая дряхлость, необходимость в постоянной опеке со стороны других людей, букет возрастных болезней, горы лекарств, чтобы хоть как-то поддерживать угасающий организм...**

Такие перспективы не радуют никого. В то же время на проблему старения можно смотреть с принципиально разных точек зрения. Можно смириться, воспринимать возрастное угасание и сопряженные с ним болезни как неизбежность, как часть общечеловеческой судьбы. Однако существует и иная позиция. Достаточно посмотреть на людей, которые живут дольше других, сохраняя при этом здоровое сильное тело, ясный ум, вкус к жизни, чтобы задаться вопросом: а как у них это получается? Чтобы найти ответ, для начала важно понять, что же такое старение, какие существуют научные взгляды на природу этого явления. А затем ознакомиться с исследованиями, позволяющими выявить механизмы сохранения молодости и увеличения продолжительности жизни.

# Какие изменения в организме характерны для старения?

По мере того как человек становится старше, его внешность, здоровье и функции большинства органов претерпевают изменения. Совокупность этих метаморфоз, которые проявляются и на внешнем, и на внутреннем уровнях, называют старением. Вот некоторые признаки, характерные для старения.

- Ухудшение слуха: дети способны слышать высокочастотные звуки (выше 20 Гц) – эта способность, как правило, утрачивается уже к концу подросткового возраста. После 75 лет более чем у половины пожилых людей слух ухудшается настолько, что это препятствует нормальной коммуникации.
- Проблемы со зрением: после 35 лет снижается тонус цилиарной мышцы, отвечающей за аккомодацию<sup>3</sup> – изменение кривизны хрусталика. В результате после 40 лет развивается и прогрессирует дальнозоркость (пресбиопия) – ухудшение способности видеть близко расположенные предметы. Кроме того, с годами повышается риск развития катаракты – помутнения хрусталика.

---

<sup>3</sup> Аккомодация глаза – это его способность фокусироваться на предметах, которые находятся от него на разном расстоянии, с помощью изменения преломляющих свойств хрусталика. – *Прим. ред.*



- Изменение тонуса кожи: из-за снижения выработки гиалуроновой кислоты, волокон коллагена и эластина с годами кожа утрачивает упругость, что ведет к появлению морщин.

- С годами страдает функция клеток, вырабатывающих меланин – вещество, от которого зависит цвет волос, – с этим процессом связано появление седины. Кроме того, с возрастом волосы начинают активнее выпадать – повышается риск развития алопеции (облысения).

- С возрастом происходит потеря мышечной массы и силы, ухудшается способность мышц к регенерации.

- После 25 лет начинает снижаться фертильность (способность к зачатию) у женщин. В возрасте от 44 до 55 лет (возможны отклонения в ту и другую сторону) наступает менопауза – утрата способности к деторождению. У мужчин с годами также ухудшается половая функция, повышается риск развития эректильной дисфункции, снижается способность к оплодотворению.

- С годами часто происходит ухудшение когнитивных функций: снижается способность к обучению, ухудшается память, повышается риск развития деменции, в том числе болезней Альцгеймера и Паркинсона.

- Повышается риск развития целого ряда заболеваний: остеопороза (хрупкости костей), остеоартроза, атеросклероза, артериальной гипертензии, ожирения, сахарного диабета, ишемической болезни сердца, нарушений мозгового кровообращения, онкологических заболеваний, иммунодефицит-

ных состояний и пр.

Помимо внешних проявлений старения, с возрастом развиваются изменения на клеточном и молекулярном уровнях, что отражается на работе организма. В обзоре ученых отделения биохимии и молекулярной биологии Университета Овьедо (Испания) указывается, что в основе старения лежат следующие биологические процессы [1].

- Накопление мутаций в клетках (нестабильность генома), что повышает риск развития заболеваний и злокачественных опухолей.
- Укорочение теломер – концевых участков хромосом, защищающих генетический материал от повреждения. Это также приводит к появлению ошибок в геноме, в продукции белков и к нарушениям функции клеток и органов.
- Накопление в органах так называемых сенесцентных клеток, неспособных к делению или апоптозу (запланированной гибели, ведущей к обновлению тканей). Такие клетки не погибают, но частично или полностью утрачивают свои функции, что ведет к нарушению работы органов.
- Снижение чувствительности клеток к «позитивным» факторам роста, гормонам, улучшающим энергообмен в клетках, которые стимулируют регенерацию. В то же время с возрастом увеличивается восприимчивость клеток к действию повреждающих факторов, таких как радиация, токси-

ческие вещества, антибиотики и пр.

- Истощение «запасов» стволовых клеток, являющихся «заготовками» для функциональных клеток различных органов.
- Ухудшение межклеточной коммуникации – обмена сигналами между клетками, обеспечивающего согласованную работу организма.

Существует такое понятие, как биомаркеры старения – совокупность физиологических и биохимических показателей, позволяющих судить о биологическом возрасте человека. Таблица с перечнем базовых биомаркеров старения приведена в конце главы.

# Теории старения

Несмотря на то что люди с самой древности пытались понять, что такое биологическое старение и как его предотвратить, ученые до сих пор не пришли к единому пониманию природы старения. На сегодняшний день существует множество теорий, объясняющих причины физического и психического угасания, которое происходит с возрастом. По сути, все эти теории можно разделить на две большие категории: теории повреждения и эволюционные теории – теории запрограммированного старения [2].

# **Старение как процесс, запрограммированный природой**

Эволюционные теории старения подразумевают, что старение – это результат следования организма биологическому «расписанию», регламентирующему обязательные этапы жизни человека: рождение, рост и развитие, замедление роста, стагнация, биологическая деградация, смерть.

С точки зрения сторонников такого подхода, старение дает преимущество в выживании той или иной популяции и является «выгодным» для вида с точки зрения эволюции. В первую очередь речь идет о распределении ресурсов: особи, утратившие способность к воспроизведению, должны стареть и умирать, чтобы не конкурировать за ресурсы с молодым поколением.

К эволюционным теориям старения относятся, например, такие.

- Теория запрограммированного долголетия. На протяжении жизни происходит предопределенное природой «включение» одних генов и «выключение» других, то есть регуляция процессов старения «вшита» на уровне ДНК.
- Нейроэндокринная теория. Она предполагает, что старение является процессом нарушения гормонального баланса. Данная теория появилась еще в XIX веке, а в начале XX сто-

летия обрели популярность эксперименты по пересадке различных эндокринных желез (яичников и семенников, надпочечников, гипофиза) от молодых животных пожилым особям. Сегодня некоторые ученые связывают старение с изменением передачи сигналов гормона инсулина и инсулиноподобного фактора роста (IGF) [3].

- Иммунологическая теория старения. Она рассматривает старение как следствие эволюционно запрограммированного процесса «иммунологического спада», который наблюдается с возрастом. Эффективность работы иммунитета достигает пика в подростковом возрасте. С годами снижается способность противостоять вторжению инфекций, уничтожать вредоносные микробы, распознавать мутировавшие клетки, реагировать на вакцины. Все это делает организм уязвимым к действию негативных внешних и внутренних факторов, ведет к болезням и смерти. Одним из ключевых аспектов, лежащих в основе иммунологического старения, является инволюция тимуса<sup>4</sup> – возрастные изменения вилочковой железы, отвечающей за обучение иммунных клеток [4].

---

<sup>4</sup> Возрастная инволюция тимуса начинается с 5–7 лет и завершается к пубертатному периоду, однако небольшие фрагменты активной ткани железы сохраняются на протяжении всей жизни человека. – *Прим. ред.*

# **Старение как результат накопления повреждений (ошибок)**

Если сторонники теорий «запрограммированного старения» рассматривают неблагоприятные возрастные изменения как результат неизбежной эволюционной программы, то последователи «теории повреждений» не считают старение «генетическим роком». Они полагают, что с возрастом в организме накапливается множество «поломок», обусловленных воздействием внешних факторов, стрессов и т. д. Именно постепенная аккумуляция таких повреждений и приводит к развитию возрастных болезней и в конечном счете – к смерти.

К числу теорий накопления повреждений относятся следующие.

- Теория повреждений ДНК. При делении клеток и копировании молекул ДНК всегда существует риск генетических ошибок (мутаций), которые с возрастом накапливаются и выливаются в возрастные заболевания, в первую очередь в злокачественные опухоли. Кроме того, неблагоприятные мутации, накапливающиеся с возрастом, могут возникать под действием внешних по отношению к клетке факторов: ультрафиолетового излучения, проникновения вирусов, встраивающих в наследственный материал свой геном, и др. [5].

- Теория генетической нестабильности. Речь идет не о мутациях, связанных с повреждением, а скорее о различных изменениях в геноме, происходящих в процессе деления хромосом. Например, такое явление, как анеуплоидия – изменение числа хромосом в клетке, – наблюдается в мозге плода на всех этапах внутриутробного развития. После рождения число таких нейронов значительно сокращается, однако некоторое количество остается и может стать причиной развития рака мозга [6].

- Теория свободных радикалов. Приверженцы этой теории утверждают, что причиной нарушения функционирования клеток являются свободные радикалы (частицы, которые содержат кислород с одним недостающим электроном). Они необходимы для многих биохимических процессов и постоянно образуются в организме в процессе дыхания. Случайно покинув то место, где нужна их работа, они как бы «забирают» электрон у нашего организма – такая реакция называется окислительной. Повреждая белки и липиды, свободные радикалы являются серьезной угрозой для жизнедеятельности клеток [7].

Среди множества теорий старения сегодня также особое внимание уделяется следующим концепциям.

- Теория апоптоза. Ткани организма постоянно обновляются: «износившиеся» клетки, функция которых ухудшает-



ся, равно как и клетки, поврежденные инфекцией, с возникшими генетическими мутациями, регулярно совершают «самоубийство». Процесс запрограммированного самоуничтожения клеток называется апоптозом. В переводе с греческого ἀπόπτωσης означает «листопад»: старые клетки гибнут, как осенние листья, чтобы освободить место для молодого поколения. В ДНК каждой клетки присутствует ген апоптоза, который запускает процесс самоуничтожения клетки в ответ на молекулярные сигналы. Проблема в том, что с годами чувствительность клетки к сигналам, которые должны активировать ее «самоубийство», снижается, что приводит к накоплению поврежденных, низкофункциональных клеток. Именно снижение способности тканей к очищению от постаревших клеток и лежит в основе процесса старения [8].

• Элевационная (онтогенетическая) теория старения. В середине XX века советский геронтолог В. М. Дильман связал старение и онтогенез<sup>5</sup> (индивидуальное развитие) гомеостатических систем организма. Ключевым механизмом старения ученый назвал повышение порога чувствительности гипоталамуса – «дирижера» эндокринной системы – к гомеостатическим сигналам. В ходе серии экспериментов было доказано, что этот механизм лежит в основе негативных изменений в репродуктивной, гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системе, которая обеспечивает необходимый уровень глюкокортикоидных гормонов в крови (так назы-

---

<sup>5</sup> Онтогенез – индивидуальное развитие организма. – *Прим. ред.*

ваемых гормонов стресса) и повышение их секреции при стрессе, что в итоге приводит к развитию гиперадаптоза, то есть состояния чрезмерной адаптации организма к стрессам. Вследствие работы того же механизма в системе метаболического гомеостата происходит накопление жира в теле, снижение чувствительности тканей к инсулину и развитие атеросклероза. Дильман установил, что трансформации, возникающие с возрастом в результате онтогенеза гомеостатических систем, создают условия для формирования злокачественных образований. Таким образом, ученый пришел к выводу о том, что старение не запрограммировано, а является побочным продуктом генетической программы развития. Отсюда возникло предположение, что старение можно затормозить, если стабилизировать гомеостаз на уровне, достигаемом к окончанию развития организма.

- Теломерная теория старения. Число делений каждой клетки в организме ограничено. Это связано с тем, что защитные структуры на концах хромосом, которые называются теломерами, укорачиваются при каждом клеточном делении [9]. Укорочение теломер может быть молекулярными «часами», запускающими старение. Установлено, что в клетках раковых опухолей, способных делиться практически бесконечное количество раз, активно продуцируется фермент теломеразы, защищающий теломеры от укорачивания. Активность теломеразы зафиксирована более чем в 85 % злокачественных опухолей, тогда как в клетках нормальных

тканей она отсутствует [10].

- Воспалительная теория старения. Эта концепция «пересекается» с иммунологической теорией старения, однако во главу угла ставится не утрата способности противостоять инфекциям и распознавать мутации, а избыточная реакция иммунитета на различные факторы, включая аутоиммунные реакции – «агрессию», направленную на собственные ткани. В рамках данной теории, которая сегодня считается одной из самых актуальных, старение – это общий воспалительный процесс, затрагивающий все органы. Именно воспаление лежит в основе развития таких возрастных заболеваний, как атеросклероз, болезнь Альцгеймера, сердечно-сосудистые болезни, сахарный диабет второго типа [11].

Мы рассказали лишь о некоторых теориях старения – на самом деле концепций гораздо больше. Такое большое количество взглядов на причины и природу возрастных изменений свидетельствует об отсутствии единого понимания данного процесса. Это также позволяет предположить, что в основе старения лежит не один какой-то механизм, повлияв на который можно было бы бесконечно продлевать молодость, а сложный комплекс причин, действующих на генетическом, молекулярном, эволюционном уровнях. Осознание многофакторной природы старения приводит к пониманию, что профилактика старения также должна быть комплексной и разносторонней.

# **Здоровый образ жизни помогает замедлить старение**

Здоровый образ жизни (ЗОЖ) насчитывает большое количество определений, но все ученые сходятся в одном – это способ жизнедеятельности, который направлен на сохранение и улучшение здоровья – как физического, так и психического. Причем в первую очередь сам человек ответственен за свое благополучие: он должен обладать знаниями и умениями, а также проявлять активность в достижении цели быть здоровым.

Здоровый образ жизни – это сочетание множества полезных привычек (и отказ от вредных, таких как курение, алкоголизм и т. д.). Эффективность некоторых составляющих ЗОЖ для профилактики старения подтверждена множеством исследований.

1. Физическая активность. Упражнения рассматриваются как полезный стресс для организма, положительно влияющий на различные аспекты физиологии. Доказано, что умеренный стресс, обусловленный физическими нагрузками, замедляет старение скелетных мышц [12], активирует работу антиоксидантных систем организма [13], нормализует обменные процессы [14], стимулирует образование соматотропного гормона (гормона роста), существенно ускоряя

ющего процессы регенерации в организме [15], способствует нормализации уровня артериального давления и снижает риск развития гипертонии [16].

## **Интересный факт**

**Чтобы снизить риск преждевременной смерти, достаточно просто больше стоять в течение дня**

В ходе исследования, проведенного учеными из Медицинской школы Калифорнийского университета, выяснилось: у пожилых людей, которые проводили больше времени стоя, риск смерти был на 37 % ниже по сравнению с теми, кто чаще сидел в течение дня. Самое длительное время «стояния» среди испытуемых составляло около 90 минут в день, однако оказалось, что даже полчаса, проведенные в вертикальном положении, позволяют добиться желаемого эффекта.

2. Дыхательные упражнения. Дыхание – основа жизнедеятельности организма. Но правильно ли мы дышим? Если не уделять достаточно внимания этому важному процессу, дышать часто и прерывисто, как бывает неосознанно, то это грозит сбоями в работе внутренних органов, появлением больших проблем со здоровьем – от бессонницы до атеросклероза. Чтобы избежать этого, важно уметь выполнять

дыхательные упражнения. Вы найдете их в главе «Дыхание».

3. Ограничение калорийности. Идея о том, что дефицит калорий может продлить жизнь, берет начало в теориях, связывающих длительность жизни и скорость метаболизма (обмена веществ). Авторы и приверженцы этих теорий полагают, что живым существам «отпущено» ограниченное количество ресурсов, включая энергию, которые можно израсходовать в течение жизни. Ограничение потребляемых калорий, ведущее к замедлению обменных процессов, способствует экономии «жизненной силы»: говоря образно, костер будет гореть дольше, если подбрасывать в него топливо малыми порциями. Существует доказательная база, которая может подтвердить достоверность такой точки зрения.

4. Соблюдение культуры сна. Согласно данным Национального фонда сна, взрослым людям необходимо уделять сну от 7 до 9 часов в сутки [17]. Маленьким детям необходимо больше часов, чтобы они могли расти и развиваться (чем младше ребенок, тем больше). Людям старше 65 лет нужно спать от 7 до 8 часов в сутки.

Выдерживание достаточного количества часов сна и отслеживание его качества – два важных аспекта для тех, кто желает достичь долголетия и поддерживать свое здоровье. Сон дает энергию для умственной и физической деятельности, способствует восстановительным процессам, укреплению

нию практически всех систем организма.

Специалисты рекомендуют соблюдать режим сна всегда, даже в выходные, выполнять расслабляющие процедуры перед отходом ко сну (например, можно помедитировать, почитать, принять горячую ванну), не употреблять кофеин и алкоголь за несколько часов до сна, выбрать удобный качественный матрас и подушку, поддерживать оптимальную температуру и приятный аромат в спальне, притушить свет за час до сна и выключить электронные приборы (телевизор, компьютер, смартфон и т. д.).

Узнайте, не страдаете ли вы апноэ (задержкой дыхания во сне) – одной из самых частых причин плохого сна. Она увеличивает риск повышения артериального давления и сердечных заболеваний.

5. Поддержание здоровья ума. Здоровый образ жизни предполагает не только занятия спортом или соблюдение диеты. Это также забота о психологическом благополучии и развитие когнитивных навыков. Такие составляющие ЗОЖ, как позитивное отношение к жизни, работа по управлению стрессом, тренировка ума (чтение, изучение языков, логические игры), играют ключевую роль в поддержании ментального здоровья и увеличении продолжительности жизни.

Один из самых эффективных методов «освободить разум» от лишнего скопившегося негатива – это медитация. Она помогает переключить внимание с беспокойства о будущем или заикливания на прошлом на настоящий момент и

тем самым позволяет прервать бесконечный поток негативных мыслей и тревоги. Для того чтобы начать медитировать, не обязательно включать соответствующую музыку или зажигать благовония (это по желанию), достаточно лишь найти тихое место и занять удобное положение. Научиться самому процессу медитации можно, например, с помощью специальных приложений.

6. Ощущение себя более молодым. Хотя ухудшение здоровья в процессе старения – явление всеобщее, люди воспринимают и переживают его по-разному. Ученые из Сеульского национального института совместно с коллегами из Университета Ёнсе (Южная Корея) пришли к выводу, что ощущение себя моложе фактического возраста является главной составляющей хорошего здоровья в зрелые годы [18]. А вот субъективное ощущение себя старше, как показала МРТ, наоборот, отражает более быстрое старение мозга. Это подтвердили также французские и американские ученые [19]. В исследовании приняли участие 17 тысяч людей пенсионного возраста, за которыми наблюдали в течение 20 лет. Оказалось, что испытуемые, которые чувствовали себя на 8–13 лет старше, имели повышенный риск ранней смерти (на 18–25 %).

7. Расширение социальных связей. Идти по пути к долгой жизни без болезней в одиночку, без мотивирующей си-



лы – родных, друзей и близких, практически невозможно. Это можно сделать лишь в окружении людей, которые будут поддерживать. Совместно с другими людьми у человека появляется отличная возможность генерировать больший объем ресурсов, энергии и опыта, что обязательно скажется не только на общем качестве жизни, но и на внутреннем физиологическом и психологическом состоянии.

8. Постановка цели. Самые высокие шансы на долгую жизнь имеют люди, знающие, зачем они живут. Этот постулат подтвержден множеством исследований. Наличие цели в жизни характерно для обитателей так называемых регионов долголетия – мест на планете, где люди в среднем живут дольше, чем население Земли. Дэн Бюттнер, американский писатель и путешественник, называет такие места голубыми зонами. В серии книг, посвященных особенностям жизни в этих удивительных областях, Бюттнер указывает на то, что практически у всех обитателей голубых зон существуют специальные практики осознанности, позволяющие находить смысл жизни.

У жителей японского острова Окинава существует практика, называемая икигай. Это слово переводится на русский язык как «то, что придает жизни смысл, ради чего стоит просыпаться каждое утро». Это самый главный интерес человека, самое важное стремление в жизни. Оно дает ответ на вопросы «что я здесь делаю», «зачем я живу», «как я могу

быть полезен этому миру». Икигай – всеобъемлющее понятие, проходящее через всю жизнь и помогающее найти себя, свой путь, смысл и предназначение.

Обитатели другой голубой зоны – полуострова Никоя в Коста-Рике – полагают, что для долгой счастливой жизни необходим *plan de vida*. Под этим понятием подразумевается постоянный поиск причины, чтобы просыпаться по утрам, радоваться каждому наступившему дню.

# Заключение

Жить в молодом теле как можно дольше – мечта каждого человека. Не существует какого-либо универсального рецепта, практики, панацеи, которые позволили бы раз и навсегда решить проблему старения и преждевременной смерти. Путь к этой мечте лежит через формирование множества привычек – это и достаточная физическая активность, и полноценное питание, и здоровый сон, а также практики осознанности, позволяющие «повысить градус» оптимизма и формулировать жизненные цели.

При этом не так важно, какой взгляд на старение доминирует в настоящий момент – «программа», записанная в генах, или же случайное накопление «поломок». Конечно, эти теории позволяют понимать некоторые закономерности и «стелить соломку» в опасных местах. В то же время, как показывают исследования, основные рычаги управления продолжительностью жизни и продлением молодости находятся в наших руках. Поэтому уже сейчас каждый из нас может взять ответственность за свою жизнь и приступить к созиданию собственной голубой зоны.

# Биомаркеры старения

БИОМАРКЕР	ОПИСАНИЕ БИОМАРКЕРА	РЕФЕРЕНСНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ
<b>ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ</b>		
<b>ЧАСТОТА СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ</b>	Частота сердечных сокращений — количество ударов сердца в минуту. Контроль за изменением ЧСС с возрастом помогает оценить риск развития сердечно-сосудистых заболеваний. Высокая ЧСС связана с повышенным риском преждевременной смерти	<b>60–90 УДАРОВ В МИНУТУ</b>
<b>АРТЕРИАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ (АД)</b>	Давление, которое кровь оказывает на стенки кровеносных сосудов, называют артериальным. С возрастом нередко наблюдаются нарушения регуляции АД и развиваются такие состояния, как гипертония и гипотония	<b>ОПТИМАЛЬНОЕ — 100–119/60–79 ММ РТ. СТ., НОРМАЛЬНОЕ — 120–129/80–84 ММ РТ. СТ., ПОВЫШЕННОЕ — 130–139/85–89 ММ РТ. СТ.</b>
<b>ЧАСТОТА ДЫ- ХАТЕЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ ПРИ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ</b>	Частота дыхательных движений — число дыхательных движений (циклов вдох-выдох) за единицу времени (обычно минуту). Подсчет числа дыхательных движений осуществляется по числу перемещений грудной клетки и передней брюшной стенки.  В качестве биомаркера старения используется частота дыхательных движений при физической нагрузке. С возрастом ухудшается вентиляционная способность легких и возникает одышка. Это приводит к тому, что частота дыхательных движений при физической нагрузке увеличивается	<b>40–50 ВДОХОВ В МИНУТУ (ИНТЕНСИВНОЕ УПРАЖНЕНИЕ)</b>
<b>ИНДЕКС МАССЫ</b>	Индекс массы тела — величина,	<b>НОРМА:</b>



БИОМАРКЕР	ОПИСАНИЕ БИОМАРКЕРА	РЕФЕРЕНСНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ
<b>ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА (ВСР)</b>	<p>Физиологическое явление, проявляющееся в изменении интервала между началами двух соседних сердечных циклов. Если вегетативная нервная система человека находится в режиме «бей или беги», разброс между ударами сердца невелик, а в расслабленном состоянии, напротив, разница между ударами увеличивается. Высокая ВСР обычно считается показателем здорового сердца и связана со снижением риска болезни или смерти. Кроме того, изменения ВСР сопровождают различные кардиологические заболевания</p>	<b>ОЦЕНКА ПРОИЗВОДИТСЯ СПЕЦИАЛИСТОМ</b>
<b>ИЗМЕРЕНИЕ ЖЕСТКОСТИ СОСУДОВ (АРТЕРИЙ)</b>	<p>Ремоделирование сосудистой стенки, приводящее к повышению ее жесткости, связано с возрастом, а также с наследственными и другими известными факторами риска. Жесткость артериальной стенки рассматривается как ключевой параметр в концепции раннего сосудистого старения</p>	<b>ОЦЕНКА ПРОИЗВОДИТСЯ СПЕЦИАЛИСТОМ</b>
<b>ОЦЕНКА МИНЕРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ КОСТЕЙ</b>	<p>Выявляет снижение минеральной плотности костной ткани (остеопороз). С возрастом происходит потеря кальция и других веществ, ответственных за прочность костей, и нарушается их строение. Кости становятся хрупкими, возрастает риск переломов, возможна деформация скелета</p>	<b>ОЦЕНКА ПРОИЗВОДИТСЯ СПЕЦИАЛИСТОМ</b>
<b>БИОИМПЕДАНС- НЫЙ АНАЛИЗ СОСТАВА ТЕЛА</b>	<p>Биоимпеданс — метод изучения состава тела, основанный на измерении сопротивления биологических тканей тела при прохождении электрического тока низкой интенсивности.</p> <p>Он позволяет оценить изменение распределения жировой ткани, снижение количества воды и некоторых электролитов в тканях. С возрастом происходит постепен-</p>	<b>ОЦЕНКА ПРОИЗВОДИТСЯ СПЕЦИАЛИСТОМ</b>



БИОМАРКЕР	ОПИСАНИЕ БИОМАРКЕРА	РЕФЕРЕНСНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ
СПИРОМЕТРИЯ	Оценка функционального объема легких. Представляет собой объем измеренного спирометром воздуха, выдыхаемого в течение первой секунды форсированного выдоха	ОЦЕНКА ПРОИЗВОДИТСЯ СПЕЦИАЛИСТОМ
СИЛА СЖАТИЯ КИСТИ (ДИНАМОМЕТРИЯ)	Динамометрия кистевой силы позволяет оценить максимальную силу сжатия мышц. С возрастом происходит потеря мышечной массы и функциональной производительности мышц	АБСОЛЮТНАЯ СИЛА КИСТИ ДЛЯ МУЖЧИН СОСТАВЛЯЕТ БОЛЕЕ 45 КГ, А ДЛЯ ЖЕНЩИН БОЛЕЕ 31 КГ
ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ УЗИ ОПОРНО- ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА	Неинвазивный метод визуализации изменений мышечной ткани, включая дистрофию и саркопению. С возрастом происходит потеря мышечной массы и функциональной производительности мышц	ОЦЕНКА ПРОИЗВОДИТСЯ СПЕЦИАЛИСТОМ
<b>БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ</b>		
С-РЕАКТИВНЫЙ БЕЛОК	С-реактивный белок — белок острой фазы, чувствительный индикатор повреждения тканей при воспалении, некрозе и травме. При старении концентрация С-реактивного белка в крови растет, что свидетельствует о снижении работоспособности и повышенном риске смерти в пожилом возрасте	0–1 МГ/Л (ВЫСОКОЧУВ- СТВИТЕЛЬНЫЙ МЕТОД), 0–5 МГ/Л (МЕТОД С НОРМАЛЬНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬЮ)
ИНТЕРЛЕЙКИН-6 (IL-6)	ИЛ-6 — провоспалительный цитокин, оказывающий влияние на многие органы и системы организма. Его биологическая роль заключается в стимуляции восстановительных механизмов и активации иммунной защиты	0–7 ПГ/МЛ
ИНТЕРЛЕЙКИН-1 (IL-1)	Провоспалительный цитокин. Интерлейкины-1 имеют широкий спектр функций в иммунной системе: инициируют и регулируют иммунные процессы, участвуют в развитии острого и хронического воспаления, в резорбции костной ткани. Повышение уровня IL-1 свидетельствует о клеточном старении	< 5 ПГ/МЛ





БИОМАРКЕР	ОПИСАНИЕ БИОМАРКЕРА	РЕФЕРЕНСНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ
<b>ГЛИКИРОВАННЫЙ ГЕМОГЛОБИН (A1C)</b>	<p>Специфическое соединение гемоглобина эритроцитов с глюкозой, концентрация которого отражает среднее содержание глюкозы в крови на протяжении трех последних месяцев (срок жизни эритроцитов).</p> <p>Старение ассоциируется с нарушениями метаболической функции организма. Одним из проявлений таких нарушений нередко является повышение уровня сахара в крови, что отражается на показателях гликированного гемоглобина</p>	<b>4,27–6,07%</b>
<b>ГЛЮКОЗА</b>	<p>Глюкоза — органическое соединение, моносахарид, один из самых распространенных источников энергии в живых организмах.</p> <p>С возрастом часто наблюдается повышение уровня глюкозы в крови</p>	<b>3,3–5,5 ммоль/л</b>
<b>ОБЩИЙ ХОЛЕСТЕРОЛ (ХОЛЕСТЕРИН), ЛПВП, ЛПНП, ЛПОНП</b>	<p>Нарушение жирового обмена, которое нередко наблюдается в зрелом возрасте, играет важную роль в развитии атеросклероза и других заболеваний сердечно-сосудистой системы. В многочисленных исследованиях было показано, что высокое содержание общего холестерина или его фракций повышает риск утолщения и уплотнения стенок артерий с последующими нарушениями местного кровообращения</p>	<p><b>ХОЛЕСТЕРИН:</b>  <b>0–5,2 ммоль/л;</b>  <b>ЛПВП:</b>  <b>1,03–1,55 ммоль/л;</b>  <b>ЛПНП:</b>  <b>0–3,3 ммоль/л;</b>  <b>ЛПОНП:</b>  <b>0,13–1,63 ммоль/л</b></p>
<b>КОРТИЗОЛ</b>	<p>Кортизол — глюкокортикоидный гормон, также известный как гормон стресса. Повышенный уровень кортизола ассоциирован с проблемами сердечно-сосудистой системы, снижением когнитивных функций и другими возрастными заболеваниями</p>	<p><b>УТРЕННИЕ ЧАСЫ (6–10 ЧАСОВ):</b>  <b>166–507 нмоль/л;</b>  <b>ВЕЧЕРНИЕ ЧАСЫ (16–20 ЧАСОВ):</b>  <b>73,8–291 нмоль/л</b></p>
<b>ДЕГИДРОЭПИ-АНДРОСТЕРОН (ДГЭА)</b>	<p>Дегидроэпиандростерон — стероидный гормон, ускоряющий образование и обновление клеток и тканей. Установлено, что процессы старения связаны со снижением выработки организмом ДГЭА. Больше</p>	<p><b>МУЖЧИНЫ:</b>  <b>1,8–12,5 нг/мл</b>  <b>ЖЕНЩИНЫ:</b>  <b>1,3–9,8 нг/мл</b></p>



БИОМАРКЕР	ОПИСАНИЕ БИОМАРКЕРА	РЕФЕРЕНСНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ
<b>АЛЬФА-АМИЛАЗА СЛЮНЫ</b>	Белок слюны, необходимый для расщепления крахмалов до сахаров. Отражает уровень эндогенной активности симпатической нервной системы. Уровень альфа-амилазы с возрастом падает, но так как он изменяется в течение дня, то обычно говорят о суточном уровне фермента	<b>28–100 ЕД./Л</b>
<b>АДИПОНЕКТИН</b>	Белок плазмы, специфичный для жировой ткани, служит мерой чувствительности к инсулину. Является наиболее достоверным предиктором сахарного диабета II типа. Длительный недостаток способствует отложению жиров в сердце, что ведет к воспалению стенок сосудов и развитию сердечной недостаточности. Значительно повышенный уровень адипонектина является фактором риска деменции или болезни Альцгеймера	<b>ЖЕНЩИНЫ: 11,4–13,6 НГ/МЛ МУЖЧИНЫ: 8,3–10,9 НГ/МЛ</b>
<b>NF-KB</b>	Фактор транскрипции, запускает активацию генов, связанных с воспалением. Повышенная активность NF-kB связана с развитием аутоиммунных заболеваний, вирусных инфекций и рака	<b>ОЦЕНКА ПРОИЗВОДИТСЯ СПЕЦИАЛИСТОМ</b>
<b>ОБЩИЙ УРОВЕНЬ ГОМОЦИСТЕИНА В ПЛАЗМЕ КРОВИ (ТНСУ)</b>	Гомоцистеин <sup>1</sup> — серосодержащая аминокислота плазмы крови. Низкий уровень tHcy способствует развитию нарушений функций различных органов, в том числе головного мозга (болезнь Альцгеймера), повышает риск повреждений соединительной ткани (остеопороз), сердечно-сосудистых заболеваний, инсульта	<b>ЖЕНЩИНЫ: 4,44–13,56 МКМОЛЬ/Л МУЖЧИНЫ: 5,46–16,20 МКМОЛЬ/Л</b>
<b>ВИТАМИН D</b>	Жирорастворимый витамин, необходимый для поддержания в крови уровня кальция, фосфора и магния. На фоне пониженного уровня витамина D и его метаболитов чаще развиваются такие заболевания	<b>30–100 НГ/МЛ</b>



БИОМАРКЕР	ОПИСАНИЕ БИОМАРКЕРА	РЕФЕРЕНСНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ
<b>АДРЕНОКОР- ТИКОТРОПНЫЙ ГОРМОН (АКТГ)</b>	Гормон передней доли гипофиза, контролирует синтез и секрецию гормонов коры надпочечников. Его концентрация значительно повышается с возрастом	0–46 ПГ/МЛ
<b>НАДРН-ОКСИДАЗА 4 (NOX4)</b>	Трансмембранный переносчик электронов, биомаркер окислительного стресса при старении. Экспрессия NOX4 значительно увеличивается с возрастом	ОЦЕНКА ПРОИЗВОДИТСЯ СПЕЦИАЛИСТОМ
<b>СУПЕРОКСИД- ДИСМУТАЗА (SOD)</b>	Это фермент, входящий в систему антиоксидантной защиты организма. Как снижение, так и повышение активности СОД являются причиной развития патологических процессов. Супероксиддисмутаза считается антивозрастным белком, так как она не только снижает окислительный стресс, но и замедляет рост опухолей. С возрастом ее экспрессия снижается	СУПЕРОКСИДДИСМУ- ТАЗА ЭРИТРОЦИТОВ: 1200–2000 ЕД./Г НВ
<b>ЛЕПТИН</b>	Белковый гормон жировой ткани, регулирующий потребление пищи и расход энергии. Он служит маркером риска сахарного диабета второго типа и ишемической болезни сердца	ЖЕНЩИНЫ: 3,7–11,1 НГ/МЛ МУЖЧИНЫ: 2–5,6 НГ/МЛ
<b>СЫВОРОТОЧНЫЙ АМИЛОИД А(SAA)</b>	Белок сыворотки крови, который синтезируется в печени. Концентрация SAA в сыворотке крови отражает степень активности хронических воспалительных процессов. С возрастом уровень SAA увеличивается	1–5 МКГ/МЛ
<b>ЛЕЙКОЦИТЫ</b>	Лейкоциты (эозинофилы, базофилы, моноциты, лимфоциты, нейтрофилы) — клетки крови, которые образуются в костном мозге. Основная их функция — бороться с инфекцией и повреждением тканей. Нормативы по содержанию лейкоцитов в крови взрослого человека широки, у пожилых людей снижение редко превышает 2–3% от исходного, но эти клетки в существенной	ЛЕЙКОЦИТЫ ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО: 4–10 *10 <sup>9</sup> /Л НЕЙТРОФИЛЫ: 1,8–7,7 *10 <sup>9</sup> /Л ЛИМФОЦИТЫ: 1–4,8 *10 <sup>9</sup> /Л МОНОЦИТЫ:



БИОМАРКЕР	ОПИСАНИЕ БИОМАРКЕРА	РЕФЕРЕНСНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ
<b>ЭРИТРОЦИТЫ</b>	Красные кровяные клетки — самые многочисленные клетки крови, содержащие гемоглобин. Основная функция — доставлять кислород к тканям и органам. Снижение количества эритроцитов говорит прежде всего об анемии, а ее причины могут быть весьма различны	<b>45–65 ЛЕТ</b> <b>МУЖЧИНЫ:</b> <b>4,2–5,6</b> <b>ЖЕНЩИНЫ:</b> <b>3,8–5,3</b>  <b>&gt; 65 ЛЕТ</b> <b>МУЖЧИНЫ:</b> <b>3,8–5,8</b> <b>ЖЕНЩИНЫ:</b> <b>3,8–5,2</b>
<b>ТРОМБОЦИТЫ</b>	Частицы крови, основная функция которых — участие в свертывании крови	<b>НОРМА ДЛЯ ВЗРОСЛОГО ЧЕЛОВЕКА: 150–450 *10<sup>9</sup>/л</b>
<b>АЛЬБУМИН</b>	Белок, вырабатываемый печенью, помогает удерживать жидкую часть крови в кровеносном русле, препятствуя ее проникновению в другие ткани. Альбумин участвует в транспорте различных веществ, таких как гормоны, витамины и ферменты, по организму. Снижение концентрации сывороточного альбумина в значительной степени связано со старением	<b>35–52 Г/л</b>
<b>КРЕАТИНИН</b>	Вещество, синтезируемое в мышечной ткани. Почти весь креатинин выводится из организма почками, поэтому его концентрация в крови показывает, насколько почки хорошо справляются со своей функцией. Уровень креатинина зависит также от возраста и степени развития мускулатуры. По мере старения концентрация креатинина повышается	<b>ЖЕНЩИНЫ (&gt; 15 ЛЕТ):</b> <b>53–97 ММОЛЬ/л</b> <b>МУЖЧИНЫ (&gt; 15 ЛЕТ):</b> <b>62–115 ММОЛЬ/л</b>
<b>ФИБРИНОГЕН</b>	Белок плазмы, необходимый для свертывания крови. Фибриноген является белком острой фазы воспаления. При старении уровень	<b>1,8–3,5 Г/л</b>





БИОМАРКЕР	ОПИСАНИЕ БИОМАРКЕРА	РЕФЕРЕНСНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ
	С возрастом уровень кальцитриола снижается, что приводит к нарушениям метаболизма кальция и ухудшает функционирование в том числе тканей мозга на фоне других процессов старения	
<b>СВОБОДНЫЙ ТЕСТОСТЕРОН (МУЖЧИНЫ)</b>	Свободный тестостерон — биологически активная фракция стероидного полового гормона тестостерона, не связанная с белками крови. Синтез тестостерона с возрастом у мужчин значительно снижается. Наиболее очевидными следствиями нехватки тестостерона являются снижение массы и тонуса мышц, костной массы, нарастание жировой массы при неизменной диете и физических нагрузках. Также его низкий уровень у мужчин старше 60 лет ассоциирован с повышенным риском развития остеопороза	<b>20–40 ЛЕТ:</b> <b>9,1–32,2 ПГ/МЛ</b> <b>40–60 ЛЕТ:</b> <b>5,7–30,7 ПГ/МЛ</b> <b>&gt; 60 ЛЕТ:</b> <b>5,9–27 ПГ/МЛ</b>
<b>ДИГИДРО- ТЕСТОСТЕРОН (МУЖЧИНЫ)</b>	Дигидротестостерон — биологически активная форма тестостерона, является самым сильным из мужских половых гормонов. В процессе старения происходит снижение уровня половых гормонов. Низкий уровень дигидротестостерона вызывает нарушение эректильной функции и снижение либидо	<b>250–990 ПГ/МЛ</b>
<b>ФАКТОР НЕКРОЗА ОПУХОЛИ (ФНО, TNF<math>\alpha</math>)</b>	При старении нарушается работа иммунной системы, что проявляется в усилении воспалительного ответа. Фактор некроза опухоли — регулятор иммунной и воспалительной реакций, повышение уровня которого связано с возрастными изменениями	<b>0–50 ПГ/Л</b>
<b>ЦИКЛООКСИ-</b>	Циклооксигеназа-2 — белок,	<b>ОЦЕНКА ПРОИЗВОДИТСЯ</b>



БИОМАРКЕР	ОПИСАНИЕ БИОМАРКЕРА	РЕФЕРЕНСНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ
<b>ИНТЕРФЕ- РОН-ГАММА (IFN-Г)</b>	Интерферон-гамма является ключевым противовоспалительным цитокином, который вырабатывается Т-лимфоцитами. Активирует клетки иммунной системы. Возрастное снижение экспрессии IFN-γ способствует развитию воспалительного процесса и является одним из основных механизмов развития иммунодефицитных состояний у пожилых людей	≥ 64 ЕД./МЛ
<b>ХЕМОКИН CCL11</b>	Хемокины — это белки, относящиеся к группе цитокинов. Высокий уровень CCL11 часто сопутствует нейродегенерации и снижению когнитивных функций	<b>ОЦЕНКА ПРОИЗВОДИТСЯ СПЕЦИАЛИСТОМ</b>
<b>ХЕМОКИН CCL2</b>	Хемокин CCL2 напрямую участвует в перемещении клеток из кровеносных сосудов к центрам воспаления в организме. Повышение его уровня сопутствует многим нейродегенеративным заболеваниям, вызванным пагубным действием хронического воспаления. Например, он способствует агрегации бета-амилоида в нервных клетках, что является основной причиной болезни Альцгеймера	<b>ОЦЕНКА ПРОИЗВОДИТСЯ СПЕЦИАЛИСТОМ</b>
<b>КАТЕПСИН S</b>	Катепсин S — это белок, который в высоких концентрациях присутствует у пациентов с ожирением, диабетом, сердечно-сосудистыми заболеваниями и участвует в развитии атеросклероза. При этом он способствует раковым заболеваниям, стимулируя миграцию раковых клеток и образование сосудов для питания опухоли. Существует связь между уровнем катепсина S и смертностью пожилых людей	<b>ОЦЕНКА ПРОИЗВОДИТСЯ СПЕЦИАЛИСТОМ</b>
<b>СООТНОШЕ-</b>	N-гликаны — дисахариды, после-	<b>ОЦЕНКА ПРОИЗВОДИТСЯ</b>



БИОМАРКЕР	ОПИСАНИЕ БИОМАРКЕРА	РЕФЕРЕНСНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ
<b>ЭСТРОГЕНЫ (ЖЕНЩИНЫ)</b>	<p>Стероидные половые гормоны, преобладающие в женском организме. Эти гормоны, с одной стороны, обеспечивают нормальное функционирование женской репродуктивной системы, с другой стороны, они играют важную роль в защите от окислительного стресса и разрушения мышечных волокон и регулируют плотность костей. При старении за первый год менопаузы уровень эстрогенов у женщин снижается на 80%. В связи с этим резко развиваются нарушения и ослабление мышц, костей, различные заболевания, усугубляется окислительный стресс и воспалительные процессы</p>	<p><b>ЭСТРАДИОЛ:</b> 2,0–266,0 ПГ/МЛ</p> <p><b>ЭСТРОН:</b> 4,0–133,0 ПГ/МЛ</p> <p><b>ЭСТРИОЛ:</b> <b>МЕНСТРУАЛЬНАЯ ФАЗА ЦИКЛА (1–6-Й ДЕНЬ) —</b> 0,00–0,08 НГ/МЛ <b>Фолликулиновая ФАЗА ЦИКЛА (3–14-Й ДЕНЬ) —</b> 0,00–0,08 НГ/МЛ <b>Овуляторная ФАЗА ЦИКЛА (13–15-Й ДЕНЬ) —</b> 0,00–0,08 НГ/МЛ <b>ЛЮТЕИНОВАЯ ФАЗА ЦИКЛА —</b> 0,00–0,08 НГ/МЛ <b>ПОСТМЕНОПАУЗА —</b> 0,00–0,08 НГ/МЛ <b>ПРЕМЕНОПАУЗА —</b> 0,00–0,08 НГ/МЛ</p>
<b>МАЛОНОВЫЙ ДИАЛЬДЕГИД (МАЛОНДИАЛЬДЕГИД)</b>	<p>Конечный продукт перекисного окисления липидов, является маркером оксидативного стресса. Используется для прогноза и контроля лечения ишемической болезни сердца, а также широкого спектра других заболеваний. Концентрация малонового диальдегида растет с возрастом</p>	<p>&lt; 1,2 НМОЛЬ/МЛ</p>
<b>ГЛУТАТИОН</b>	<p>Один из основных антиоксидантов, присутствующий во всех</p>	<p>544,000–1228,000 ММОЛЬ/Л</p>



БИОМАРКЕР	ОПИСАНИЕ БИОМАРКЕРА	РЕФЕРЕНСНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ
<b>F2-ИЗОПРОСТАНЫ (F2-ISO)</b>	<p>Являются стереоизомерами простагландинов, подверженных действию свободных радикалов. Количество изопростанов возрастает пропорционально уровню оксидативного стресса.</p> <p>Высокий уровень F2-iso ассоциирован с заболеваниями, связанными с хроническим воспалением.</p> <p>Уровень изопростанов увеличивается с возрастом</p>	<b>ОЦЕНКА ПРОИЗВОДИТСЯ СПЕЦИАЛИСТОМ</b>
<b>ДЕМЕТИЛАЗА ГИСТОНА H3LYS27 (JMJD3)</b>	<p>Фермент, биомаркер эпигенетических изменений. Гистоны нужны для правильной компактизации ДНК, а их метилирование приводит к снижению активности участка ДНК, с которым метилированные гистоны связаны, — так формируется гетерохроматин, неактивная часть генома.</p> <p>С возрастом общее количество гетерохроматина снижается, в том числе за счет снижения уровня метилирования гистонов. Метилирование происходит за счет работы метилаз, а деметилазы отщепляют метильные группы. Именно поэтому степень активности JMJD3 увеличивается с возрастом</p>	<b>ОЦЕНКА ПРОИЗВОДИТСЯ СПЕЦИАЛИСТОМ</b>
<b>ПРЕЛАМИН А</b>	<p>Белок, из которого формируется оболочка клеточного ядра. Замедляет развитие злокачественных опухолей</p>	<b>ОЦЕНКА ПРОИЗВОДИТСЯ СПЕЦИАЛИСТОМ</b>
<b>ПРОГЕРИН</b>	<p>Прогерин — укороченная форма белка преламина А. Этот белок необходим для поддержания нормальной структуры ядра клетки, являющегося хранилищем генетической информации.</p> <p>С возрастом производство прогерина возрастает</p>	<b>ОЦЕНКА ПРОИЗВОДИТСЯ СПЕЦИАЛИСТОМ</b>



БИОМАРКЕР	ОПИСАНИЕ БИОМАРКЕРА	РЕФЕРЕНСНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ
ТРАНСКРИПЦИ- ОННЫЙ ФАКТОР C-MYC	Белок, который влияет на структуру хроматина и регулирует экспрессию большого количества генов. Этот белок может как делать клетку чувствительной к сигналам апоптоза, так и приводить к клеточному старению. С возрастом активность C-myc значительно снижается	ОЦЕНКА ПРОИЗВОДИТСЯ СПЕЦИАЛИСТОМ
ХОНДРИН-ПО- ДОБНЫЙ БЕЛОК CHRLD1	Белок, который влияет на дифференцировку нервных стволовых клеток и участвует в процессах эмбрионального развития. При старении уровень CHRLD1 повышается	ОЦЕНКА ПРОИЗВОДИТСЯ СПЕЦИАЛИСТОМ

## **Глава 2. Генетика**

**Генетика развивается все стремительнее: каждый год исследований ДНК приносит больше открытий, чем предыдущий. Эта наука распространилась на медицину, психологию, антропологию, экологию и другие области и стала основой для понимания природы самого человека. Генетика изучает базовые механизмы наследственности и изменчивости – свойства, присущие всем организмам. Именно в ней заключены большие перспективы для продления здоровой и активной жизни человека.**

# Развитие генетики

Несмотря на то что генетика как наука сформировалась лишь в XX веке, некоторое понимание о наследственности имелось и у наших далеких предков. Уже тысячи лет назад люди знали, что некоторые признаки могут передаваться от одного поколения к другому. С этим пониманием они скрещивали и разводили животных и растения, улучшая их свойства и функции.

Первым и самым простым предположением, как наследуются те или иные «черты», стало то, что в детях «смешиваются» признаки обоих родителей, поэтому дети представляют собой нечто среднее между матерью и отцом. Однако уже древним римлянам было понятно, что этот процесс должен происходить другим способом.

В середине XIX века эксперименты австрийского монаха Грегора Менделя позволили приблизиться к современному пониманию механизмов наследственности. На примере собственных наблюдений за растениями он показал, что признаки не смешиваются, а передаются в виде дискретных (обособленных) единиц следующим поколениям.

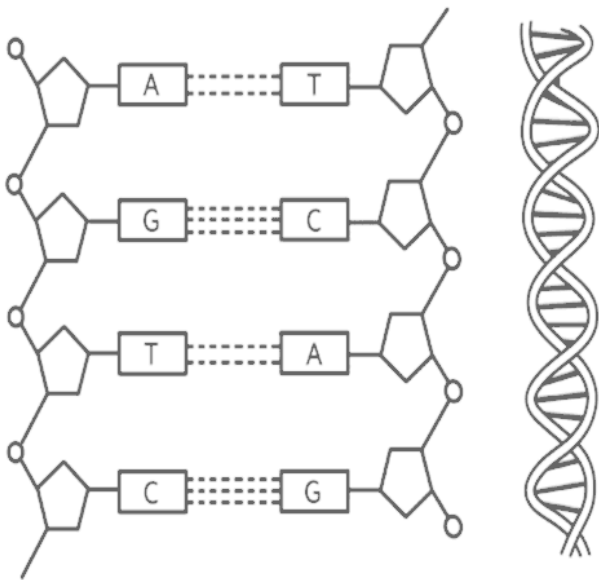
Его открытию ученое сообщество не придало большого значения, и лишь в 1900 году ботаники Хуго де Фриз, Карл Эрхарт Корренс и Эрих Чермак получили схожие с менделевскими результаты и, друг за другом опубликовав исследо-

вания, подтвердили его гипотезу. В 1909 году дискретные единицы, отвечающие за передачу признаков, датский биолог Вильгельм Людвиг Иогансен назвал генами, а в 1910 году американскому генетику Томасу Ханту Моргану удалось установить, что гены находятся в хромосомах. Прояснить функцию хромосом получилось только в середине XX века, когда выяснилось, что наследственная информация содержится в ДНК.

С момента расшифровки структуры ДНК Джеймсом Уотсоном, Френсисом Криком и Розалиндой Франклин прошло менее 70 лет, однако с тех пор было сделано множество открытий, приближающих нас к разгадке вопроса о том, из чего состоит тело человека и как можно воспользоваться этой информацией для продления жизни. И для этого стоит более детально рассмотреть, что представляет собой ДНК.

# Наш генетический код

Дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК), которая содержится внутри ядра каждой клетки, хранит в себе информацию, делающую организм таким, какой он есть. Чтобы понять, как она выглядит, можно представить застёжку-молнию, закрученную в спираль. Эта длинная спиральная цепочка, состоящая из двух нитей, построена из четырех блоков, называемых нуклеотидами: аденина – А, цитозина – С, гуанина – G и тимина – Т. Весь «текст» ДНК состоит примерно из шести миллиардов «букв», и в нем записаны «инструкции» по построению любой клетки нашего организма. У каждого из нуклеотидов есть пара из другой нити, с которой он соединяется водородными связями, причем аденин всегда будет стоять в паре с тимином, а цитозин – с гуанином.



## *Строение ДНК*

Участки последовательностей нуклеотидов называют генами. Вся совокупность генов, полученных при рождении, составляет генотип человека, а весь наследственный материал, заключенный в клетке, носит название геном.

Рычагами, с помощью которых ДНК управляет организмом, служат белки (или протеины). В нашем теле они нужны для протекания разных биохимических реакций (в качестве катализаторов), обмена веществ, переваривания пищи, заживления ран и др. – для всего сложного физиологическо-

го взаимодействия, обеспечивающего здоровье и жизнь организма. Белки образуются в ходе экспрессии генов – в процессе преобразования наследственной информации, заключенной в генах.

Экспрессия происходит в несколько этапов, ключевые из которых – транскрипция и трансляция. У клетки формируется потребность в определенной белке – запускается процесс транскрипции, то есть последовательность нуклеотидов в нужной части ДНК копируется в рибонуклеиновую кислоту (РНК). Эти РНК-копии фрагментов ДНК выступают в качестве матриц для синтеза белка – происходит процесс трансляции.

Поток информации в клетках направлен от ДНК к РНК, от РНК к белку – это центральная догма молекулярной биологии.

В ходе глобального проекта «Геном человека», завершившегося в 2003 году, было обнаружено, что в клетках человека находится примерно 22 тысячи белок-кодирующих генов. Интересно, ведь раньше предполагалось, что их должно быть не менее 100 тысяч. Но, как оказалось, столько генов человеку не нужно, потому что каждый из них может выполнять сразу несколько функций и синтезировать несколько вариантов белков.

Кроме кодирующей ДНК, в клетке есть еще и некодирующая – та, что белки не синтезирует. Она составляет примерно 98 % от всей ДНК человека. Из-за того что еще до конца

непонятно, какую именно функциональную активность имеет некодирующая ДНК, ее часто называют мусорной. Однако, несмотря на свое название, она, по-видимому, также важна для жизнедеятельности организма, а часть ее играет роль в эпигенетической (запомним это слово) регуляции.

Можно сказать, что гены по своей сути вечны. Каждая из молекул ДНК способна управлять своим воспроизводством: копировать себя и продолжать существование в течение миллионов лет. Но гены могут меняться – на это влияют различные условия, – и от этих изменений (мутаций) зависит здоровье человека, потому что именно они являются первопричиной многих болезней.



# Генетика и медицина

Гены человека похожи на маленькие компьютерные программы, заложенные в человеке еще с древних времен. К примеру, ген рецептора инсулина в жировой ткани хорошо послужил предкам десятки тысяч лет назад: помогал запасать как можно больше калорий в условиях постоянной нехватки пищи. Однако сегодня у человека нет необходимости спастись от голода, поэтому ген приносит больше вреда, чем пользы: с удвоенной скоростью развиваются такие проблемы, как избыточный вес и ожирение. Современная компьютерная эпоха требует от человека обновления своего генетического кода, и ученые уже получили возможность его изменять.

Именно в генетике многие видят возможность победы над многими тяжелыми заболеваниями, включая онкологические. На сегодняшний день существуют перспективные виды генной терапии против рака – они позволяют редактировать информацию, содержащуюся в ДНК. Это дает возможность специалистам «удалять» вредоносные гены и активировать полезные.

## Интересный факт

### Первый в мире гибрид обезьяны и человека

В 2019 году международная команда ученых из Китая, США и Испании во главе с испанским биологом Хуаном Карлосом Изписуа создала первый в мире эмбрион-химеру обезьяны с человеческими клетками. Эксперимент был проведен в Китае, где опыты с модификацией генов разрешены, однако из-за этических барьеров эмбриону разрешили прожить только 14 дней.

Химеры – животные или растения, клетки которых содержат генетически разнородный материал. Создание подобных организмов, по мнению ученых, поможет решить проблему трансплантации, так как в них можно будет выращивать человеческие органы.

Помимо трансплантации, создание химер позволяет изучить многие молекулярные механизмы, например то, как развиваются многие заболевания, и в том числе происходит процесс старения. Их понимание может дать возможность создать нужное лекарство.

В 2014 году в Массачусетском технологическом институте открыли один из механизмов редактирования генома – CRISPR/Cas9. Эта технология позволяет разрезать двуцепо-

чечную ДНК в любом месте, в то время как другие способы имеют свои ограничения и являются более сложными для исполнения. С помощью этого метода стало возможным осуществлять более быструю и точную модификацию ДНК в геноме, а также вводить более одного гена в модифицируемый организм в моменте. Данный способ является более дешевым и простым по сравнению с предыдущими разработками. Неудивительно, что CRISPR/Cas9 в последние годы используется все чаще и находит все новые сферы применения.

Специалисты разрабатывают индивидуальные программы по значительному улучшению общего состояния здоровья: такие методики, как геномный анализ, генная терапия и молекулярная диагностика с использованием биомаркеров, уже приносят положительные результаты в экспериментах с животными. А в 2021 году было запущено первое испытание генной терапии болезни Альцгеймера с участием людей: исследователи из Калифорнийского университета в Сан-Диего будут вводить пациентам безвредный вирус, который сможет активировать ген, ассоциированный с замедлением и предотвращением процесса нейродегенерации.

## Интересный факт

### Секрет молодости скрыт в «прыгающих генах»

Вопрос о том, какие биологические механизмы лежат в основе вечной молодости, тревожит ученых уже не один десяток лет. Ответ, как считают специалисты, может скрываться в ДНК насекомых-долгожителей – термитов.

В среднем термиты живут от двух месяцев до двух лет, если речь идет о рабочих особях и «воинах», однако их королевы живут в десятки раз дольше (от 25 до 50 лет). Если бы термиты жили столько, сколько люди, то монархи достигали бы возраста в 1000 лет.

Команда ученых под руководством профессора Фрайбургского университета Джудит Корб установила, что старение организма у термитов вида *Macrotermes bellicosus* связано с активностью мобильных генетических элементов, или «прыгающих генов», – самокопирующихся элементов ДНК, способных самостоятельно перемещаться и тем самым нарушать нормальное функционирование других генов, находящихся рядом, что приводит в конечном счете к старению и смерти. У монархов прыгающие гены неактивны, поэтому эти насекомые надежно защищены

от процесса старения. Однако то, каким образом им удалось подавить этот механизм, ученым еще только предстоит выяснить.

В основе многих болезней лежат генетические нарушения или наследственная предрасположенность. Выявив гены, вызывающие то или иное заболевание, можно вовремя начать лечение или профилактику. В последнее время широко применяется метод полимеразной цепной реакции (ПЦР), который позволяет за несколько часов размножить в пробирке участок ДНК в миллиардах копий. Для ПЦР-тестов можно брать всего одну клетку или небольшую пробу ткани. Это очень важно, например, для ранней диагностики болезней: можно взять одну из клеток эмбриона, полученного при оплодотворении в пробирке, выполнить генетический скрининг плода и при необходимости провести лечение неродившегося ребенка. Со временем это может положительно повлиять на здоровье будущих поколений, снизив распространение болезней.

Ученые активно изучают методы борьбы со старением и выявляют гены, которые управляют этим процессом. К примеру, они сравнивают геном старых и молодых людей и при помощи компьютера выделяют места, где наблюдается наибольшее количество генетических повреждений.

Кроме того, известно, что старение вызывается укорочением теломер в процессе деления клеток. Теломеры располагаются на концах хромосом и осуществляют функцию защи-

ты ДНК. В конце XX столетия удалось выяснить, что активация теломеразы, отвечающей за удлинение теломер, делает отдельную клетку бессмертной. Об омолаживающем потенциале теломеразы говорят в течение уже многих лет.

Учеными были разработаны специальные инъекции гена теломеразы – TERT. Конкретный подход применения TERT-терапии был подтвержден молекулярным биологом Марией Бласко на мышах, где она продлила как среднее выживание, так и максимальный возраст животных [1]. В одной группе мыши получили инъекции TERT в возрасте 420 дней, что способствовало увеличению медианной выживаемости на 24 % и максимальной продолжительности жизни на 13 %. В другой группе грызуны получили инъекции в возрасте 720 дней, что помогло увеличить медианную выживаемость на 20 % и максимальную продолжительность жизни на 13 %.

Полученные результаты позволяют предположить, что генная терапия в перспективе сможет не только побороть все наследственные заболевания, но и помочь человечеству победить старение и смерть.

# Несколько слов о секвенировании

Открытие ДНК и РНК дало науке мощный толчок для того, чтобы найти надежные способы определения последовательности нуклеотидов. Все они объединены общим термином – «секвенирование».

Технологии секвенирования приближают нас к будущему геномной медицины. Расшифровка генетического кода открыла перед учеными и медиками невиданные перспективы и позволила решить целый ряд прикладных и фундаментальных задач: создание новых лекарств, вакцин и иных продуктов. Технологии секвенирования не только помогают выявить скрытые болезни, но и дают возможность проникнуть в эволюционную историю человека, животных и растений, а также понять причины массовых вымираний, происходивших на Земле. Секвенируя геномы останков, ученые узнают о происхождении видов, возрасте организма и о том, какие были условия среды в месте обитания. Именно с помощью изучения фрагментов ДНК был выделен новый вид древних людей – денисовцев [2].

Изначально секвенирование было очень дорогостоящим методом и позволить себе его могли только очень богатые люди и организации. Сегодня заказать или выполнить самостоятельно эту процедуру способна почти каждая научная или медицинская лаборатория. Существует немало ком-

паний, выполняющих генетический тест и предлагающих индивидуальные рекомендации, которые помогут улучшить здоровье и продлить жизнь. Если знать, что один из генов дефектный, можно сгладить вред от его проявления разными способами, например коррекцией образа жизни или лекарственной терапией. Такой персонализированный подход считается более совершенным по сравнению с текущим уровнем развития медицины и несомненно полезным для сферы исследований процесса старения.

Таким образом, с помощью чтения генома можно раскрыть тайны закодированного в нем долголетия и изменить жизнь человека к лучшему, активировав «гены бессмертия» и защитив их от повреждений.



# Что такое метагеном?

Технология секвенирования открыла новые горизонты не только перед генетиками, но и перед микробиологами. Ранее ученые могли исследовать геном только тех микроорганизмов, которые можно было вырастить на питательных средах. Благодаря секвенированию появилась возможность получать информацию о микробах, имея в распоряжении только их ДНК, РНК или даже фрагменты генетического материала. Развитие этой технологии привело к появлению нового раздела молекулярной генетики – метагеномики. В рамках этой дисциплины эксперты изучают гены не конкретных клеток в составе организма или в микробных клетках, а метагеном – совокупность всех генов в каком-либо образце.

Образцы для последующего метагеномного анализа могут быть получены из различных участков тела человека: метагеном полости рта, кожи кишечника, влагалища. Также это могут быть образцы, полученные из окружающей среды. Например, в 2003 году ученые использовали метод секвенирования для метагеномного анализа проб океанской воды, полученных из различных уголков планеты [3]. В результате только в образце из Саргассова моря эксперты обнаружили порядка двух тысяч образцов ДНК различных видов, в том числе 148 бактерий, ранее неизвестных науке.

Изучение метагенома помогает не просто провести гене-

тический анализ микробов, но понять законы, по которым живут микробные сообщества, отследить их взаимное влияние и метаболические цепи. Это позволяет получить глубокое представление о жизни микромира внутри нас и вокруг нас.

# **Заключение**

В настоящее время анализ ДНК составляет основу биологических исследований и применяется в биотехнологиях, вирусологии и медицинской диагностике. Разрабатываются и совершенствуются новые технологии для распознавания различных заболеваний, таких как диабет, рак, нейродегенеративные и сердечно-сосудистые болезни, которые сильно снижают качество жизни и вносят большой вклад в общую статистику смертности населения. Ранняя диагностика и точное лечение, которые становятся возможными благодаря генетическим методам и глубокому пониманию строения организма на молекулярном уровне, приведут к продлению жизни и помогут победить старение.

## Глава 3. Эпигенетика

**Эпигенетика – относительно новое направление генетики, которое называют одним из самых важных открытий с момента расшифровки ДНК, поскольку оно обещает перевернуть всю нашу жизнь, а также жизни наших потомков. Ранее считалось, что генетический код, с которым мы рождаемся, определяет все наше существование. Однако теперь известно, что генами можно управлять: «включать» или «выключать» их под воздействием различных факторов, например образа жизни или окружающей среды. Это значит, что генетика отнюдь не предопределяет наше состояние здоровья или продолжительность жизни – мы сами «нажимаем на кнопки» генетических изменений и тем самым управляем своей дальнейшей судьбой.**

## «Над» генетикой

Эпигенетика (приставка эпи- с древнегреческого языка переводится как «над», «сверху») – наука, которая изучает процессы, приводящие к изменению активности генов без изменения последовательности ДНК. Говоря простым языком, она исследует то, как гены «включаются» или «выключаются» под воздействием факторов внешней среды. Можно представить, как некий «командир» отдает приказы генам в определенный момент работать или, наоборот, отдыхать (или «молчать») в зависимости от полученного сигнала. Таким «командиром», определяющим активность генов, выступает эпигеном, а сигналами для него служат экологическая среда, режим питания, физические нагрузки, вредные и полезные привычки, токсины, вирусы, биохимические процессы, происходящие в организме, а также мысли, эмоции, чувства и поведение человека.

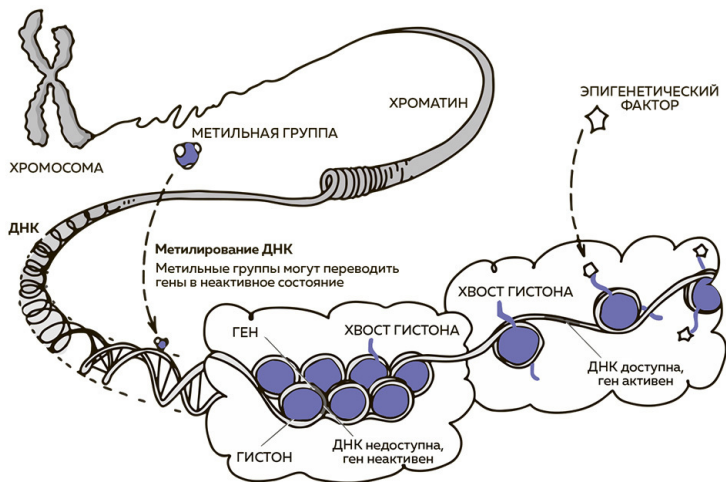
ДНК можно назвать кодом, который организм использует для построения и перестройки самого себя. Но и самим генам нужны «инструкции», по которым можно выстроить ход и время своей работы. И сборником таких «инструкций» выступает наш другой код – эпигенетическая программа, которая сообщает организму, как в действительности должны работать наши гены.

# Как работает эпигенетический механизм

Основные пути регуляции активности генов – модификация гистонов и метилирование. Гистоны – особые белки, на которые, как на катушку, намотана ДНК в ядре клетки, что образует плотную упаковку – нуклеосому. Чем плотнее эта упаковка, тем меньше ДНК доступна для ферментов, ведущих транскрипцию – синтез РНК по матрице ДНК. А поскольку меньше РНК, постольку меньше производится белка. Это значит, что ген в этой области будет мало или вообще не активен. Однако сигналы, получаемые из внешней для клетки среды, могут способствовать более свободному расположению этих «катушек», благодаря чему ферменты получают доступ к этому участку ДНК. Это значит, что РНК, а затем и белки могут быть синтезированы – ген активен.

Второй способ регуляции генов – метилирование, то есть присоединение к ДНК метильной группы –  $\text{CH}_3$ , в результате чего цитозин превращается в 5-метилцитозин. После получения сигнала метильная группа прикрепляется к ДНК, чем препятствует связыванию с ней ферментов и меняет плотность нуклеосомы, как и при модификации гистонов, делая гены неактивными. Процесс, обратный метилированию, то есть деметилирование, напротив, активирует ранее «молчавшие» гены, что способствует образованию новых

белков.



## *Процесс активизации гена*

Понимание механизмов, «включающих» и «выключающих» гены, может дать науке и медицине возможность управлять процессами старения, а также держать под контролем и лечить разные заболевания, имеющие в том числе наследственную природу. Скажем, в развитии рака часто «виновны» гены, «вышедшие из-под контроля», – их «заглушение» позволит прекратить дальнейшее разрастание опухоли. Поэтому за исследования в этой области присуждаются самые престижные научные премии: например, в 2006 го-

ду за открытие еще одного эпигенетического механизма – РНК-интерференции – американским ученым Эндрю Файру и Крейгу Меллоу была вручена Нобелевская премия.

## **Интересный факт**

### **Развитие заболеваний только на 5–10 % зависит от генетики**

Канадские ученые из Альбертского университета провели крупнейший метаанализ, обобщивший данные 569 генетических исследований за два десятилетия, и пришли к выводу, что связь между большинством болезней человека и генетикой очень низкая – всего 5–10 %. Это значит, что жизнь и здоровье человека не предопределяются генами, а в большей степени зависят от образа жизни и окружающей среды.

В своей работе исследователи изучали отношения между мутациями генов, известными как одиночные нуклеотидные полиморфизмы (снипы), и различными заболеваниями и состояниями. Многие снипы считаются факторами риска для развития сотен болезней, однако, как показали результаты метаанализа, эта связь весьма сомнительна.

Специалисты выяснили, что подавляющее большинство заболеваний, включая многие виды рака,



диабет II типа, болезнь Альцгеймера, зависит от генетических факторов лишь на 5–10 % и не более. При этом существуют исключения: например, болезнь Крона, целиакия, возрастная макулярная дегенерация, для которых генетический риск составляет 40–50 %.

Несмотря на эти редкие исключения, стало очевидным, что в большинстве случаев развитие заболеваний связано с нарушением обмена веществ, факторами внешней среды и образа жизни или с воздействием опасных бактерий, вирусов и токсичных веществ.

Так что можно заключить, что вину за отклонения в здоровье не стоит перекладывать на наследственность, а лучше следить за безопасностью окружающей среды, в которой живет и работает человек: за качеством продуктов питания, воды, воздуха и т. д., – а также вести здоровый образ жизни.

Проследить за эпигенетикой в действии помогает наблюдение за жизнью однояйцевых близнецов, которые на момент рождения имеют идентичную ДНК. Эти наблюдения показывают, насколько сильными могут быть различия в экспрессии генов близнецов, если те будут жить в разных условиях и вести разный образ жизни. По идее, болезни у близнецов должны развиваться одинаково, однако на деле это далеко не так: в зависимости от различных факторов проявиться симптомы могут лишь у одного из них.

Этот вывод подтверждает исследование, которое было

проведено в 2005 году [1]. Ученые изучили несколько десятков пар однояйцевых близнецов в возрасте от трех до 74 лет. Оказалось, что в детстве у детей действительно была похожая экспрессия генов, потому что те находились примерно в одинаковых условиях: жили в одном доме, ходили в одну и ту же школу, ели похожую пищу. Однако чем старше становились близнецы, тем больше находилось различий. А во взрослом возрасте, когда братья и сестры разъехались, стали вести неодинаковый образ жизни, увлекаться разными вещами, работать в разных профессиях, количество этих отличий увеличилось в несколько раз.

То же самое происходит и с обычными людьми: стоит только изменить образ жизни в ту или иную сторону – гены проявят себя по-новому. Причем такой измененный профиль метилирования мы способны передать своим детям! Почему бы тогда не воспользоваться этой способностью, чтобы заставить гены работать на укрепление состояния здоровья, замедление процесса старения и продление жизни? Знание о том, как работает эпигенетический механизм, может дать возможность управлять своим генетическим кодом и тем самым заставить «замолчать» «плохие» гены, доставшиеся в наследство, и активировать «хорошие». Так как же запустить цепочку полезных эпигенетических изменений?

# Факторы, которые могут повлиять на наши гены

Несмотря на то что эпигенетика только развивается, уже многое известно о том, какими способами можно изменить активность сотен и даже тысяч генов.

**Питание.** Исследование, которое показало, что питание не только меняет работу ДНК, но и вызывает трансформации, передающиеся по наследству, было проведено в 2003 году в Дьюкском университете (США) [2]. Объектами эксперимента стали так называемые мыши агути. Они отличаются от обычных мышей активностью особого гена, отвечающего за образование сигнального пептида агути. Под влиянием этого белка у животных формируется склонность к ожирению, повышается вероятность развития опухолей, а в волосяных фолликулах образуется пигмент, придающий шерсти желтую окраску (вместо коричневой или черной).

В ходе исследования самок мышей агути незадолго до спаривания «посадили» на особую диету, богатую фолиевой кислотой, витамином В<sub>12</sub>, а также аминокислотами холином и метионином. Такая схема питания сохранялась на протяжении всей беременности и периода кормления. Большинство детенышей появилось на свет с обычной окраской и здо-

ровыми обменными процессами, без склонности к ожирению во взрослом возрасте. Более того, еще несколько поколений грызунов, родившихся от первого потомства мышей агути, также не имели признаков активности пептида агути, хотя придерживались стандартного рациона.

Такие результаты, отмечают специалисты, весьма применимы и к человеку. Они говорят, что дефицит фолиевой кислоты и витамина B<sub>12</sub> у беременных приводит к негативным изменениям метилирования, в связи с чем могут возникать патологии, которые способны проявиться не только у ребенка, но даже и у его будущих детей и внуков.

Правильная диета и следование здоровому образу жизни помогают подавить экспрессию сотен генов, связанных с развитием рака. Это показал эксперимент, проведенный в 2008 году учеными из Калифорнийского университета в Сан-Франциско [3]. В течение трех месяцев мужчины с диагнозом «рак предстательной железы» сидели на растительной диете с низким содержанием жира, а также получали добавки витаминов и аминокислот. Кроме того, для них была составлена программа физических нагрузок. В результате пациенты смогли изменить экспрессию более 500 генов: активировать 48 генов, сдерживающих рост опухоли, и подавить работу 453 генов, связанных с ее разрастанием.

**Спорт.** Занятия физическими упражнениями хотя бы два раза в неделю способны изменить активность нескольких

тысяч генов. Эксперимент, проведенный специалистами из Лундского университета (Швеция), показал, что у добровольцев, которые в течение шести месяцев регулярно посещали аэробные тренировки, произошли эпигенетические модификации в 7663 генах, ассоциированных с замедлением развития диабета II типа и ожирения [4].

Упражнения способны затормозить развитие ожирения даже у тех, у кого существует генетическая предрасположенность. Международная команда экспертов изучила данные более 200 тысяч пациентов и пришла к выводу, что регулярные занятия спортом подавляют активность 11 генов, связанных с набором веса [5]. Причем среди них – ген FTO, который повышает вероятность развития ожирения на 30 %.

Эксперты из Массачусетской больницы доказали, что увеличение физической активности может снизить риск развития депрессии среди людей, которые предрасположены к данному расстройству [6]. Для каждого из восьми тысяч участников исследования они рассчитали генетический риск, а после провели опрос, сколько времени у них уходит на выполнение упражнений и какими видами спорта они занимаются. Затем в течение двух лет наблюдали за состоянием здоровья испытуемых.

Обнаружилось, что у наиболее активных людей наблюдалась меньшая склонность к развитию депрессии, хотя у них и был высокий генетический риск. Вероятность возникновения нового случая депрессии для них снижалась на 17 %.

По мнению ученых, четырех часов в неделю будет достаточно, чтобы изменить экспрессию нужных генов и защититься от повторных случаев депрессии. При этом неважно, каким видом физической деятельности заниматься: будут полезны как высокоинтенсивные упражнения (аэробика, тренажеры, танцы), так и с умеренной нагрузкой (йога или пилатес).

**Вредные привычки.** Табакокурение – один из самых мощных негативных факторов образа жизни, который влияет не только на целый организм, но и на активность генов, «включая» и «выключая» целые кластеры различных генов. Эпигенетические модификации могут стать причиной развития многих болезней: рака, хронической обструктивной болезни легких, сердечно-сосудистых заболеваний, остеопороза и т. д.

С каждым годом растет количество исследований, доказывающих, что курение непоправимо меняет эпигенетическое состояние ДНК человека. Международная группа экспертов проанализировала и сравнила между собой профили метилирования ДНК бывших и нынешних курильщиков, а также тех, кто никогда не курил [7]. Ученые пришли к следующим выводам.

- Курение меняет активность более семи тысяч генов, то есть более трети всех известных белок-кодирующих генов,

что входят в состав нашего генома.

- У людей, бросивших вредную привычку, только через пять лет после отказа большинство участков метилирования ДНК вернулось к уровням, которые наблюдаются у тех, кто никогда не курил.

- Однако были и такие участки ДНК, которые и на протяжении 30 лет после отказа от курения оставались с «никотиновой» меткой и продолжали работать так же, как у активных курильщиков.

- Большинство генов, у которых изменилась экспрессия вследствие курения, были ассоциированы с многочисленными заболеваниями, такими как рак и болезни сердца.

Что касается алкогольной зависимости, то экспертами из Кембриджского университета (Великобритания) было доказано, что злоупотребление алкоголем вызывает необратимые изменения в структуре ДНК стволовых клеток крови (происходят двунитевые разрывы, нарушается репарация ДНК – функция исправления повреждений, вызывается перестройка внутри участков хромосом), что способствует появлению злокачественных новообразований [8]. Например, зависимость от спиртного повышает риск развития по крайней мере семи видов онкологических заболеваний, включая самые распространенные – рак молочной железы и кишечника.

Многочисленные исследования продемонстрировали, что наркотики – как легкие, так и тяжелые – не только вредят са-

мим потребляющим, но и способствуют появлению пороков развития и генетически обусловленных болезней у их детей.

Американские исследователи из Дьюкского университета установили потенциальную связь между употреблением каннабиса отцами и развитием психических заболеваний у их детей [9]. У мужчин, употреблявших марихуану, они обнаружили несколько неблагоприятных изменений в активности генов, ассоциирующихся с аутизмом, шизофренией и посттравматическим расстройством. Эксперименты на крысах показали, что у рожденного потомства эпигенетические изменения были аналогичными – это подтверждает вероятность передачи «марихуановой» метки из поколения в поколение. Еще одно исследование вышеупомянутого университета продемонстрировало, что употребление марихуаны отцом сказывается на когнитивных функциях ребенка: были обнаружены нарушения в работе некоторых областей мозга, связанных с обучением, памятью, вознаграждением и настроением [10].

**Окружающая среда.** Одним из факторов, которые, безусловно, влияют на экспрессию генов, а значит, и на наше самочувствие, является качество воздуха. Специалисты из Университета Монаша в Австралии доказали, что даже кратковременное воздействие загрязненного воздуха неблагоприятно сказывается на активности шести генов, отвечающих за выраженность окислительного стресса и реакции вос-



паления в организме [11]. «Ненормальный» профиль метилирования, который был обнаружен в данных участках ДНК, ассоциировался с развитием опасных сердечно-сосудистых, респираторных и онкологических заболеваний, а также повышенным риском преждевременной смерти.

**Контакты с пестицидами.** Во многих исследованиях, проведенных за последние годы, изучалось воздействие химических веществ на экспрессию генов, и было выявлено несколько токсинов, оставляющих эпигенетические метки в ДНК. Среди них – бисфенолы, содержащиеся в пластике и эпоксидных смолах, фталаты, входящие в состав виниловых напольных покрытий, пластика, перфторхимикаты, используемые для создания антипригарного покрытия на посуде, пестициды, гербициды, соли тяжелых металлов и пр. Эксперимент, проведенный российскими учеными из Института экспериментальной медицины РАН, показал, что введение однократной дозы бисфенола в организм беременной самки мыши нарушает профиль метилирования в нескольких участках ДНК, что вызывает проблемы в развитии плода [12].

Значительные эпигенетические модификации может вызывать пестицид винклозолин. Это доказали американские ученые из Университета Небраски в Линкольне и Ратгерского университета (США) и показали еще один яркий пример эпигенетического наследования [13]. В ходе эксперимента

беременным крысам добавляли в еду винклозолин и наблюдали, как это отразится на их детях. Оказалось, что у детей-самцов с возрастом возникали проблемы с качеством и количеством сперматозоидов. Причем этот эффект сохранялся на протяжении четырех поколений лабораторных животных, а затем исчезал.

**Стресс, отношения, мысли.** Не только «явные» сигналы, такие как пища или контакты с токсинами, могут изменить экспрессию генов. На самом деле на активности генов сказывается даже то, как мыслит и чувствует человек. На затяжные стрессы, постоянное беспокойство, страхи, ссоры и гнев гены очень быстро «отзываются» и запускают в организме цепочку неблагоприятных биохимических процессов, приводящих к развитию заболеваний. Но важно и то, что и на проявление благодарности, любовь и оптимизм наши гены тоже способны «ответить» положительной «реакцией».

Команда экспертов из Университета штата Огайо (США) проводила исследование, в ходе которого выясняла, как обычная семейная ссора может повлиять на скорость заживления ран – важный показатель генетической активности [14]. Всем участникам нанесли на кожу небольшие повреждения, а скорость заживления отслеживалась учеными по уровню трех белков, ответственных за регенерацию тканей. Во время первого визита супружеским парам необходимо было поговорить на любую эмоционально приятную те-

му, а во время второго – вспомнить последнюю неразрешенную ссору. Оказалось, что после семейного конфликта раны у супругов затягивались медленнее, а уровни продуцируемых белков, ответственных за выздоровление, были ниже, чем после приятной беседы. Причем у самых враждебно настроенных пар – тех, кто ссорился со взаимными упреками, унижениями и обвинениями, – повреждения заживали еще дольше, чем у партнеров, менее враждебных друг к другу. Одними только мыслями и эмоциями супруги смогли вызвать соответствующие эпигенетические изменения.

# Заключение

Новые открытия в области эпигенетики, которых с каждым годом становится все больше, убеждают нас в том, что гены не приговор: неважно, «хорошие» или «плохие» гены достались нам в «наследство», важно, как мы ими распорядимся. По всей вероятности, в генах большинства людей есть потенциал активной долгой жизни. И в будущем, не стоит сомневаться, будет найден способ разбудить его.

## Глава 4. Тело

Для того чтобы правильно использовать такой сложный механизм, как человеческое тело, необходимо понимать, как он устроен. Не зная собственной физиологии, человек становится уязвимым для заболеваний. Поддерживать работу организма – главная задача тех, кто желает быть здоровым и жить дольше.

# Из чего состоит тело

## Клетки

Человеческое тело состоит из клеток – основных структурных единиц организма, которые слаженно работают и выполняют различные функции, необходимые для поддержания жизни.

Тело человека массой 70 килограммов состоит в среднем из 30 триллионов клеток. Причем самые многочисленные из них – эритроциты, на их долю приходится 84 %. Затем идут тромбоциты – 4,9 %, клетки костного мозга – 2,5 %, эндотелиальные клетки сосудов – 2,1 %, лимфоциты – 1,6 %, гепатоциты – 0,8 %. Мышечные и жировые клетки составляют 0,1 % от полного клеточного числа [1].

Чтобы организм мог правильно функционировать, в нем осуществляется непрерывный процесс замены старых клеток новыми. Каждую секунду происходит обновление около 3,8 миллиона клеток, а в сутки – почти 330 миллиардов. Даже когда человек умирает, пройдет еще некоторое время, прежде чем все клетки организма погибнут.

Исследователи из Каролинского института (Швеция) под руководством биолога Джонаса Фрисена рассчитали продолжительность жизни отдельных клеток, выяснив, что они ме-

няются по-разному – в зависимости от типа [2]. Например, клетки эпидермиса, образующие кожу человека, обновляются каждые две недели. Эритроциты, переносящие кислород от легких к тканям тела, живут четыре месяца, а нейтрофилы – тип лейкоцитов – всего два дня. Жизнь клеток печени составляет от 300 до 500 дней. Эпителиальные клетки, выстилающие поверхность кишечника, существуют всего пять дней, а потом заменяются новыми, – они являются одними из самых короткоживущих в организме. Если их не учитывать, то средний возраст всех клеток кишечника составляет 15,9 года. Клетки скелетных тканей живут около 10 лет, а реберных мышц – 15,1 года [3].

Но не все клетки обновляются: например, клетки сетчатки и хрусталика не меняются на протяжении жизни. Этим объясняется естественное ухудшение зрения с возрастом. Долгое время считалось, что нервные клетки тоже живут столько же, сколько и человек, погибают по мере старения и не обновляются. Однако последние данные показали, что новые нейроны образуются из стволовых клеток, но еще неизвестно, насколько полноценными с функциональной точки зрения они могут быть. По оценкам ученых, в мозге взрослого мужчины содержится  $86,1 \pm 8,1$  миллиарда нейронов [4].

По словам Фрисена, средняя продолжительность жизни человеческой клетки составляет 7–10 лет. Данное утверждение породило популярное ошибочное мнение о том, что «тело человека становится новым каждые семь лет». Это не

соответствует действительности, поскольку процесс замещения клеток происходит непрерывно: в разных участках организм обновляется с той или иной скоростью в зависимости от нужд и функций.

## АТОМЫ

На более фундаментальном уровне клетки состоят из молекул, а они, в свою очередь, – из атомов (от *др.-греч.* ἄτομος – «неделимый»). Тело взрослого человека массой 70 килограммов содержит примерно 6,7 октиллионов ( $6,7 \times 10^{27}$ ) атомов, 96,5 % из которых составляют такие химические элементы<sup>6</sup>, как водород, кислород, углерод и азот. Около 4 % занимают другие элементы: кальций, фосфор, натрий, калий, сера и т. д. [5].

Большинство химических элементов человек получает из окружающей среды. Когда мы едим, пьем или дышим, атомы попадают в организм. Они не только составляют структуру клеток, но и обеспечивают протекание химических процессов, поддерживая жизнедеятельность.

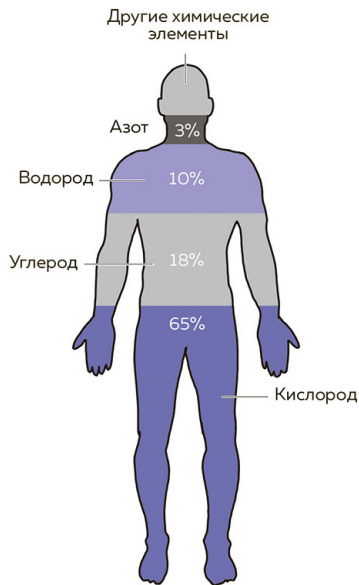
Когда мы выдыхаем, потеем, теряем ткани тела, то есть выделяем что-либо в окружающую среду, атомы возвращаются назад в биосферу Земли. Оттуда они попадают в тела других людей, животных, растений. Таким образом, боль-

---

<sup>6</sup> Химический элемент – это тип атомов, имеющий определенные химические свойства. – *Прим. ред.*



Большинство атомов в теле постоянно заменяются. И делают они это с разной скоростью: одни в течение нескольких часов, другие – нескольких лет.



*Тело взрослого человека состоит из более чем 60 химических элементов*

Все эти атомы не создаются заново каждый день. Они существуют уже миллиарды лет и появились задолго до образования Земли. Первые атомы образовались на заре существования Вселенной, 13,7 миллиарда лет назад, примерно

через 380 тысяч лет после Большого взрыва. К тому моменту Вселенная уже достаточно остыла, чтобы электроны начали соединяться с протонами, формируя водород и гелий. Из этих атомов родились первые звезды, а в результате ядерных реакций, протекающих в них, образовались другие, более тяжелые элементы.

Каждая частичка нашего тела когда-то была внутри таких звезд или образовалась в результате ее «смерти». «То, что каждый атом в наших с вами организмах когда-то был частью взорвавшейся звезды, – едва ли не самый романтичный “интересный факт”, касающийся Вселенной. Более того, атомы правой руки, скорее всего, совсем не из тех звезд, что атомы левой. Все мы буквально дети звезд, и тела наши созданы из звездной пыли», – пишет физик Лоуренс Краусс в книге «Вселенная из ничего».

# **Системы организма**

Клетки, состоящие из атомов, формируют ткани: эпителиальную, соединительную, мышечную и нервную. Ткани же образуют органы. Последние, в свою очередь, объединены в системы.

НАЗВАНИЕ	ОРГАНЫ И ФУНКЦИИ
<b>ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА</b>	Состоит из носовой полости, носоглотки, гортани, трахеи, бронхов и легких. Ее функция — обеспечивать организм кислородом и удалять углекислый газ
<b>ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА</b>	Состоит из ротовой полости, глотки, пищевода, желудка, кишечника, печени, поджелудочной железы, желчного пузыря. Ее задача — измельчать пищу, смачивать ее слюной, переваривать при помощи пищеварительных ферментов, всасывать нутриенты и выводить непереваренные остатки из организма
<b>МОЧЕВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА</b>	Состоит из почек, мочеточников, мочевого пузыря и мочеиспускательного канала. Функция — образование, накопление и выведение мочи из организма
<b>ПОЛОВАЯ (РЕПРОДУКТИВНАЯ) СИСТЕМА</b>	Состоит из внутренних и наружных половых органов. Обеспечивает размножение и передачу наследственной информации
<b>ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА</b>	Включает кости, суставы и скелетные мышцы. Функции — обеспечение опоры, возможности передвижения в пространстве, защита внутренних органов, амортизация (смягчение толчков), кроветворение (обеспечивается красным костным мозгом), участие в минеральном обмене
<b>СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА</b>	Состоит из сердца и кровеносных сосудов. Обеспечивает питание и дыхание клеток тела, удаляет продукты обмена веществ, осуществляет терморегуляцию
<b>ЛИМФАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА</b>	Является частью сосудистой, иммунной и выделительной систем организма, включает лимфатические сосуды и лимфоидные органы (лимфатические узлы, селезенку, тимус, миндалины и др.). Отвечает за удаление продуктов обмена и лишней жидкости из тканей, осуществляет транспорт питательных веществ, доставку иммунных клеток, способствует обезвреживанию патогенных микробов
<b>НЕРВНАЯ СИСТЕМА И ОРГАНЫ ЧУВСТВ</b>	Включает головной и спинной мозг, периферические нервы, нервные узлы и клетки-рецепторы. Нервная система посредством нервных сигналов регулирует деятельность всех органов и систем, обеспечивает их функциональное единство и связь с внешней средой, а органы чувств воспринимают различные раздражения и преобразуют их в нервные импульсы

НАЗВАНИЕ	ОРГАНЫ И ФУНКЦИИ
<b>ПОКРОВНАЯ СИСТЕМА</b>	Представлена кожей и ее производными (сальные и потовые железы, волосы, ногти), слизистыми оболочками. Выполняет защитную, выделительную функцию, обеспечивает теплообмен, кожную чувствительность, участвует в газообмене
<b>ЭНДОКРИННАЯ СИСТЕМА</b>	Представлена железами внутренней секреции (гипофиз, эпифиз, щитовидная, паращитовидная, поджелудочная, вилочковая железа, половые железы, надпочечники) и диффузной эндокринной системой (отдельные железистые клетки, присутствующие практически во всех органах). Основная функция — регуляция посредством гормонов работы всех клеток, органов и систем организма, обеспечение постоянства внутренней среды организма и возможностей адаптации к меняющимся условиям внешней среды
<b>ИММУННАЯ СИСТЕМА</b>	Представляет собой сложную динамическую систему, включающую органы и ткани (лимфоузлы, селезенку, печень, костный мозг, лимфоидную ткань кишечника и др.), иммунные клетки (лимфоциты, фагоциты, тучные клетки, базофилы и др.), широкий спектр веществ, участвующих в иммунных реакциях (цитокины, иммуноглобулины, белки системы комплемента и др.). Основная задача иммунной системы — защита организма от патогенных микробов, токсинов, дефектных и опухолевых клеток

Все системы тесно взаимодействуют между собой. Например, пищеварительная система обеспечивает поступление в кровь питательных веществ, необходимых для получения энергии. Однако саму энергию клетки могут вырабатывать только при наличии кислорода, поступление которого обеспечивает дыхательная система.

# Гомеостаз

Каждая клетка тела может функционировать только в определенных условиях: имеет значение температурный режим, уровень кислотности (рН среды), определенная концентрация жидкости, электролитов, кислорода – факторов очень много. Сохранение баланса систем организма, необходимого для поддержания жизни, называют гомеостазом.

Под воздействием вредных факторов, которые могут нанести ущерб организму, происходит перераспределение внутренних ресурсов: при переохлаждении организм обеспечивает приток дополнительной порции крови и, соответственно, тепла к жизненно важным органам за счет сужения сосудов кожи. В ситуации перегрева сосуды кожи, напротив, расширяются, что увеличивает теплопотери и позволяет поддерживать постоянство внутренней температуры.

Отлаженная система саморегуляции – важнейшее условие долгой и здоровой жизни. Именно функционирование организма как единого целого позволяет адекватно реагировать на опасности и приспосабливаться к меняющимся условиям окружающей среды. Нарушение работы одного органа неминуемо сказывается на функционировании других органов и систем. По этой причине в пожилом возрасте люди часто сталкиваются сразу с несколькими заболеваниями, каждое из которых провоцирует возникновение и ускоряет про-

грессирование других нарушений. Осложнением сахарного диабета, нередко возникающего на фоне ожирения, является повреждение сосудов всего тела, что, в свою очередь, повышает риск развития сердечно-сосудистых болезней. Проблемы с суставами ограничивают человека в движении, что способствует набору лишнего веса, который, в свою очередь, увеличивает нагрузку на суставы и является фактором развития широкого спектра заболеваний.

Важно помнить, что даже небольшая проблема со здоровьем может обернуться каскадом патологических изменений, которые приведут к серьезным заболеваниям. Даже небольшой очаг хронической инфекции, например кариозный зуб или хронический тонзиллит, провоцирует развитие воспаления в желудочно-кишечном тракте, создает предпосылки для появления проблем с пищеварением, а нарушение процесса поступления макро- и микронутриентов со временем скажется на работе каждой клетки организма.

Для поддержания здоровья тела имеют значение не только физические, но и психические аспекты. Известно, что хронические стрессы являются не менее значимым фактором развития болезней, чем, например, нарушения питания, гиподинамия или вредные привычки. На фоне частых переживаний повышается уровень кортизола – гормона хронического стресса, который негативно влияет на иммунитет, провоцирует ожирение, повышает риск развития депрессии.

Таким образом, для поддержания стабильности внутрен-

ней среды организма, обеспечения его функциональной целостности необходимо заботиться о всех аспектах своего здоровья. Это достигается благодаря ежедневным мерам по профилактике как физических, так и психических нарушений, в первую очередь ведением здорового образа жизни, а также благодаря быстрой и адекватной реакции на появление любых отклонений в самочувствии.

## **Мозг – тело, тело – мозг**

Подобно мощному компьютеру, телом управляет мозг. Он хранит и постоянно обновляет информацию. Благодаря тому что в мозге содержится уникальная «карта тела», он может осуществлять мониторинг состояния внутренних органов и регулировать важные жизненные процессы: частоту сердечных сокращений, дыхание, артериальное давление, качество сна, пищеварение и другие.

Однако эта связь не является односторонней. Мозг получает информацию о работе того или иного органа благодаря рецепторам – нервным окончаниям, превращающим стимулы внешней и внутренней среды в электрохимические импульсы. Эти импульсы через спинномозговые пути поступают в головной мозг, который на основании полученной информации регулирует работу органов на периферии.

Благодаря взаимосвязи тела и мозга органы чутко реагируют на изменение потребностей организма. Сигнал о де-



фиците воды в организме превращается в ощущение жажды благодаря работе вазопрессина. Этот гормон, отвечающий за поддержание водного баланса, влияет и на мозг, и на почки, заставляя их тормозить выведение жидкости.

## **Заниматься телом, чтобы быть здоровым**

В современном темпе жизни важно успевать следить за состоянием своего тела. Проще всего поддаваться лени, стрессам, вредным привычкам и не задумываться о том, что влияет на качество работы органов и организма в целом. Образ жизни определяет здоровье человека: нездоровая пища приводит к набору веса и развитию хронических заболеваний – ожирения, остеопороза, диабета II типа и других, – и при малой физической активности человек также лишает себя ряда преимуществ. Помимо этого, влияет на общее состояние организма эмоциональное напряжение, малое или большое количество часов сна, вредные привычки и т. д. Множество аспектов и повседневных решений определяют, насколько будет хорошо работать организм не только в данный момент, но и в будущем. На что же нужно обращать внимание в первую очередь, чтобы поддержать, укрепить и улучшить здоровье собственного тела?

Специалисты призывают следить за рационом питания. Оно должно быть сбалансированным, разнообразным и со-

держат как можно меньше вредных веществ. Нужно вводить в рацион как можно больше овощей и фруктов, которые содержат витамины и минеральные вещества. Соблюдение здоровой диеты поможет сократить количество патогенных микроорганизмов в кишечнике и увеличить количество полезных бактерий, помогающих перевариванию пищи. Кроме этого, важно не пренебрегать достаточным количеством воды, чтобы избежать обезвоживания, которое, в свою очередь, ведет к усталости, потере концентрации, перепадам настроения и даже инфекциям мочевых путей.

## **Интересный факт**

### **Умение слышать свой организм формирует позитивный образ тела**

Осведомленность о том, как функционирует организм, и внимательность к внутренним ощущениям позволяют лучше воспринимать собственное тело, считают ученые из Университета Англия Раскин (Великобритания). Поэтому человек, который воспринимает свое тело в позитивном ключе, успешнее считывает и правильное интерпретирует его сигналы, например чувство голода или сытости.

В исследовании приняли участие около 200

человек, жителей Великобритании и Малайзии. После предварительного голодания добровольцам было предложено выпить воды и рассказать о своих ощущениях. Также участники отвечали на вопросы, касающиеся восприятия собственного тела и понимания механизмов его функционирования.

Оказалось, что люди с позитивным образом тела, осведомленные о принципах его работы, испытывали более интенсивные ощущения от выпитой натошак воды по сравнению с участниками с негативным восприятием себя и худшим пониманием физиологии.

Эксперты поясняют, что под образом тела подразумеваются мысли и чувства, связанные с внешностью, а под позитивным образом тела – действия, основанные на любви к телу, внимании, уважении и правильной интерпретации его сигналов. По мнению ученых, чем лучше человек относится к телу и заботится о нем, тем лучше понимает его «язык». В свою очередь, повышенная внимательность к сигналам, идущим, например, от желудка и кишечника, позволяет лучше представлять происходящие там процессы, выше оценивать работу организма и формировать позитивный образ тела.

– Наше исследование показывает существование четкой связи между телесным осознанием – в данном случае ощущением сытости и телесным обликом, – поясняет ведущий автор работы Дженнифер Тодд. – Другими словами, люди, которые лучше осознают, какая работа проводится внутри организма, дают

своему телу более высокую оценку.

Специалисты подчеркивают, что неспособность правильно расшифровать внутренние сигналы, такие как чувство сытости или голода, способствует формированию негативного образа тела из-за чрезмерной зависимости от внешних характеристик, связанных с внешностью (например, форма и размер).

Активный образ жизни укрепит не только сердечно-сосудистую и опорно-двигательную систему, но и обеспечит защиту от многих заболеваний, омолодит тело и продлит жизнь. Грамотные тренировки улучшат настроение, качество сна, кровообращение, снизят высокое артериальное давление и риск развития сердечных болезней. Полезно разнообразие и здесь: можно ходить пешком, побегать трусцой, потанцевать, заняться аэробикой, покататься на велосипеде. Нужно осознать, что жизнь происходит только в движении, поэтому нужно двигаться как можно больше.

Важно понять, что даже то, как дышит человек, скажется на его здоровье. Неправильное дыхание опасно для организма, ведь в легкие поступает меньше кислорода, а значит, функции других органов могут быть нарушены из-за кислородного дисбаланса. От работы легких зависит состояние кожного покрова: при нарушении газообмена высок риск появления морщин.

Необходимо отказаться от вредных привычек: любая зависимость ведет к физиологическим и психологическим

проблемам. В частности, курение увеличивает риск преждевременной смерти на 40 %, а выкуривание одной пачки в день – на целых 400 %. Прием алкоголя должен быть ограничен, так как неумеренное потребление спиртных напитков увеличивает риск развития рака, сердечных заболеваний, цирроза печени и других.

Здоровье тела в первую очередь зависит от того, какой образ жизни ведет человек. Поэтому именно человек в полной мере ответственен за состояние своего организма. Поддержание тела в тонусе поможет предотвратить развитие многих заболеваний, улучшить общее самочувствие, сохранить здоровье и высокую активность на долгие годы.

## Глава 5. Мозг и нервная система

**«Тесен мир, мозг же человека необъятен», – писал великий немецкий романтик Фридрих Шиллер в драме «Смерть Валленштейна». Дословно фраза «Eng ist die Welt, und das Gehirn ist weit» переводится с немецкого языка как «Мир – узок, мозг – широк». С точки зрения логики она может показаться абсурдной, ведь именно мир можно охарактеризовать как «широкий» и «необъятный», В то время как физические параметры человеческого мозга легко поддаются измерению.**

Тем не менее мы понимаем, что в данном случае речь идет не просто об органе, заключенном в черепную коробку, а о том, что он порождает: о разуме, о сознании, о чем-то действительно неизмеримом и необъятном, что, собственно, и делает нас людьми.

Повреждения мозга: травмы, опухоли, возрастные изменения – часто влекут за собой тяжелые, а порой необратимые последствия. И дело не только в том, что в мозге находятся центры управления жизненно важными процессами, такими как дыхание и сердцебиение. Неблагоприятные изменения в структурах, ответственных за высшую нервную деятельность человека, зачастую ведут к деградации личности, ее распаду. Утрата памяти, способности к познанию мира, полноценной

коммуникации «выключает» человека из социума, обрекая на беспомощное существование. Именно поэтому поддержание здоровья мозга, профилактика возрастных нарушений, замедление их прогрессирования являются первоочередной задачей людей, намеревающихся жить долго и счастливо.

# **Как устроена нервная система человека?**

Нервную систему человека разделяют на центральную (ЦНС) и периферическую системы. К первой относят головной и спинной мозг, ко второй – нервы, «курирующие» работу каждой клетки организма. Основной задачей нервной системы является объединение работы всех органов, тканей, клеток организма в слаженный «механизм», а также обеспечение быстрой и адекватной реакции на изменение внутренней и внешней среды. Нервная система работает в тесном «тандеме» с эндокринной (гормональной) системой, образуя нейроэндокринную систему, регулирующую работу всего организма при помощи нервных импульсов и особых химических веществ – гормонов.

## **Головной мозг**

Головной мозг – это верховный главнокомандующий нервной системы, контролирующий работу всего организма. Кроме того, именно уникальное строение мозга является базисом для осуществления высших психических функций, лежащих в основе сознания. Головной мозг весит всего 1,2–1,4 килограмма, что составляет в среднем около 2 % от массы тела человека, при этом мозг мужчин, как правило, на



10–12 % тяжелее и на 10 % объемнее, чем женский [1].

Головной мозг состоит из нескольких отделов.

- Самая объемная часть человеческого мозга – это передний мозг, частью которого является кора больших полушарий. Оба полушария (правое и левое) делятся на четыре доли: лобную, затылочную, височную и теменную. Кора больших полушарий отвечает за восприятие всей информации, поступающей из внешней и внутренней среды: здесь расположены зрительная, слуховая, обонятельная, вкусовая, соматосенсорная зоны. Также кора ответственна за высшую нервную деятельность человека, включая мышление и речь.

- В среднем мозге находятся зрительные и слуховые центры, отвечающие за обработку импульсов от соответствующих анализаторов. Кроме того, средний мозг оказывает колоссальное влияние на кору больших полушарий. Если кора – это «сфера сознания», то средний мозг – это «царство подсознания». Процессы, которые происходят в среднем мозге, могут стимулировать или подавлять процессы, происходящие в коре. Здесь в том числе синтезируется дофамин – нейромедиатор, играющий ключевую роль в процессах формирования мотивации, полезных привычек и зависимости.

- Промежуточный мозг является посредником в передаче раздражителей к полушариям и помогает адекватно приспособиться к изменениям в окружающей среде. Регулиру-

ет работу обменных процессов и эндокринных желез. Руководит работой сердечно-сосудистой и пищеварительной систем. Регулирует сон и бодрствование, употребление воды и пищи.

- Мозжечок – это область мозга, которая отвечает в первую очередь за сохранение равновесия и распределение нагрузки между мышцами, неосознаваемые навыки тела и телесную память.

- Продолговатый мозг является прямым продолжением спинного мозга. Через него проходят нервные пути, несущие информацию от всего тела и обратно, а также центры регуляции дыхания и кровообращения. При повреждении продолговатого мозга наступает быстрая смерть. С вышележащими отделами мозга он соединяется при помощи варолиева моста – отдела ствола головного мозга.

## **Нервные клетки**

Главной структурной единицей центральной нервной системы является нервная клетка, или нейрон. Нейроны состоят из тела и нескольких отростков. Тела нейронов образуют серое вещество головного и спинного мозга, а длинные отростки, покрытые миелином, – белое. Серое вещество формирует кору головного мозга и нижележащие ядра, а белое – нервные пути – своего рода «провода», с помощью которых происходит «общение» между разными отделами моз-

га и другими структурами.

По последним данным, число нейронов в коре головного мозга составляет 14–16 миллиардов, в то время как число нервных клеток в составе мозжечка – 55–70 миллиардов [2].

Тело нейрона содержит множество трубочек, которые формируют клеточный скелет (цитоскелет): он помогает поддерживать форму нервной клетки, а также формирует своеобразные «рельсы», по которым пузырьки с нейромедиаторами доставляются к концам отростков. Существует два типа отростков – короткие (дендриты) и длинные (аксоны). Чаще всего нейроны имеют множество дендритов и только один аксон.

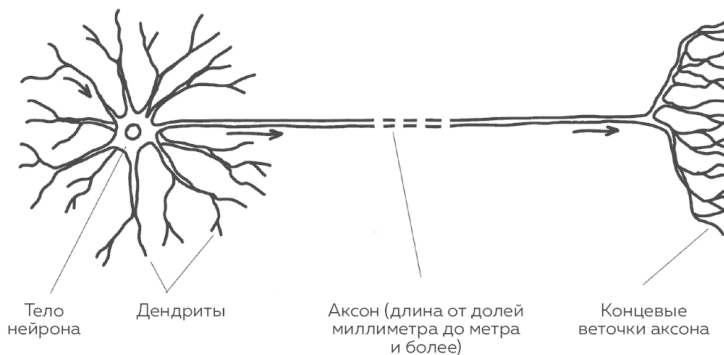
Аксоны могут передавать нервные импульсы на большие расстояния – к другим структурам мозга, в спинной мозг и к органам-мишеням. Как правило, в доставке импульса из мозга в «далекие регионы» и обратно участвуют несколько нейронов, расположенных выше или ниже «автора» импульса.

Концевой отдел аксона подходит к телу следующего участника цепочки, выбрасывает нейромедиатор в щель между концом отростка и телом (или отростком) другого нейрона. Эти «места встречи» называются синапсами<sup>7</sup>: здесь происходит преобразование электрического импульса в химический. Следующий нейрон «принимает» химический сигнал и вновь преобразует его в электрический, от-

---

<sup>7</sup> Синапсы разделяют на химические, электрические и смешанные. – *Прим. ред.*

правляя импульс к месту назначения.



*Схема нейрона*

Иногда на пути «посланца» к конечному пункту происходит несколько таких «пересадок» — подобная система позволяет поддерживать высокую интенсивность импульса, не позволяя ему угаснуть. Аксоны покрыты оболочкой из миелина, выполняющего роль электроизолятора. Миелин состоит из клеток глии, о чем будет сказано далее. Короткие отростки нейронов — дендриты — помогают осуществлять «локальную связь» между нейронами. Они лишены миелиновой оболочки. При помощи коротких и длинных отростков каждый нейрон оказывается связан с тысячами и десятками тысяч других нейронов и клетками-мишенями.

## **Нейроглия: система жизнеобеспечения и защиты мозга**

Помимо нейронов – «базовых» клеток мозга, в состав нервной системы входят вспомогательные структуры – клетки нейроглии (глиальные клетки). Существует несколько разновидностей глиальных клеток: например, астроциты, олигодендроциты, макроглия, микроглия. В течение многих лет считалось, что число глиальных клеток превышает количество нейронов в 8–10 раз, однако сегодня доказано, что соотношение нейронов и клеток глии примерно одинаково [3].

Клетки нейроглии участвуют в образовании гематоэнцефалического барьера – фильтра, защищающего мозг от попадания микробов, некоторых клеток и токсинов. Также глиальные клетки формируют микросреду вокруг нейронов, участвуют в транспорте питательных веществ в нервные клетки и выведении отходов, образуют миелиновые оболочки и пр.

## Интересный факт

### Как «кишечный мозг» влияет на весь организм

В кишечнике человека находится уникальное скопление нервных клеток – энтеральная нервная система (ЭНС). Иногда ее также называют кишечным или «брюшным» мозгом. Уникальность ЭНС, ее отличие от нервных скоплений в других органах связаны с целым рядом характеристик. Во-первых, она включает в себя около полумиллиарда нейронов! Во-вторых, ЭНС по структуре очень напоминает головной мозг. Здесь имеется несколько типов нейронов, способных принимать и отправлять сигналы и обеспечивать двигательную функцию мышц. Энтеральная нервная система располагает собственными глиальными клетками, которые, как и в головном мозге, питают нейроны и активируют иммунные механизмы. В-третьих, в кишечнике синтезируется огромное количество нейромедиаторов. Спектр собственных нейромедиаторов в ЭНС так же широк, как и в центральной нервной системе, причем более 90 % серотонина и 50 % дофамина, синтезирующегося в организме, вырабатывается именно в кишечнике. Практически все нейромедиаторы

ЭНС имеют бактериальное происхождение.

Все эти факторы лежат в основе четвертой ключевой особенности ЭНС – ее автономности. В отличие от других звеньев нервной системы, кишечный мозг может функционировать без контроля со стороны центральной и периферической нервной системы даже при обширных повреждениях мозга. В то же время головной мозг и нервная система кишечника тесно связаны между собой, формируя ось «кишечник – мозг»<sup>8</sup>. Поэтому ЭНС не только регулирует работу пищеварительного тракта, но и оказывает влияние на весь организм.

Исследования показывают, что некоторые заболевания, поражающие мозг, например болезнь Паркинсона, ассоциированы с определенными изменениями кишечной микробиоты.

Ученые из Вашингтонского университета провели обзор 150 исследований и выяснили, что возрастная потеря клеток глии (пероцитов), образующих гематоэнцефалический барьер, значительно повышает риск развития болезни Альцгеймера [4].

Клетки глии в составе гематоэнцефалического барьера выполняют роль «насосов», удаляющих из мозга токсичные бета-амилоидные белки, скопления которых являются одной из причин развития болезни Альцгеймера. Нарушение рабо-

---

<sup>8</sup> Ось «кишечник – мозг» включает весь пул кишечных микроорганизмов (микробиоту), «кишечный мозг» и центральную нервную систему. – *Прим. ред.*

ты «насоса», вызванное возрастной потерей глиальных клеток, ускоряет темпы развития деменции. По мнению ученых, из-за снижения количества клеток глии в составе гематоэнцефалического барьера при старении мозг начинает, образно говоря, «вытекать», что ведет к развитию когнитивных нарушений.

## **Спинной мозг**

Спинной мозг является частью центральной нервной системы человека и продолжением головного мозга. Он располагается в позвоночном канале и представляет собой длинный тяж, который в верхнем отделе переходит в продолговатый мозг. В центре тяжа находится спинномозговой канал, заполненный спинномозговой жидкостью. Центральная часть спинного мозга представлена серым веществом, образованным телами нейронов, вокруг которого расположено белое вещество, образованное длинными отростками нейронов.

В составе белого вещества – нервные пути, по которым импульсы идут от головного мозга в спинной (нисходящие нервные пути) и обратно (восходящие нервные пути), а также происходит коммуникация между разными участками самого спинного мозга. Серое вещество содержит чувствительные и двигательные нейроны. Их отростки соединяются и образуют чувствительные и двигательные корешки, ко-



которые затем тоже, в свою очередь, соединяются и образуют спинномозговые нервы.

Спинной мозг выполняет проводниковую функцию – служит связующим звеном между головным мозгом и периферической нервной системой. В то же время некоторые процессы спинной мозг регулирует самостоятельно, без прямого участия головного мозга. Например, в случае прикосновения к горячему предмету мы отдергиваем руку рефлексорно – этот рефлекс формируется на уровне спинного мозга, движение происходит без участия сознания.

## **Нервы (периферическая нервная система)**

Всего от спинного мозга отходит 31 пара спинномозговых нервов – на уровне каждого позвонка. Все спинномозговые нервы содержат чувствительные волокна – отростки нейронов, собирающих информацию от тактильных, болевых, температурных рецепторов кожи и пр. и отправляющих ее на «обработку» в центральную нервную систему. Также они содержат двигательные волокна, по которым импульс от головного и спинного мозга проходит к мышцам, заставляя их сокращаться.

По мере удаления от спинного мозга корешки начинают ветвиться, образуя нервные стволы – крупные нервы, а затем делясь на более мелкие нервы. Каждый нерв заканчивается

нервным окончанием возле определенной области тела. Все нервы делятся на двигательные, чувствительные и смешанные (содержащие оба типа отростков).

Отдельную группу составляют 12 пар черепных нервов. Тела нейронов, от которых отходят отростки, образующие черепные нервы, входят в состав особых скоплений серого вещества – ядер ствола головного мозга. Они выходят на периферию из отверстий в черепе, а области, с которыми они «работают», не выходят за пределы головы и шеи. Исключением является лишь блуждающий нерв, играющий важнейшую роль в регуляции работы внутренних органов.

Периферическую нервную систему подразделяют на вегетативную и соматическую. Соматическая нервная система регулирует работу скелетных мышц, отвечающих за движения, которые мы можем сознательно контролировать. Вегетативная нервная система регулирует сферы жизнедеятельности, находящиеся за пределами контроля нашего сознания. В их числе дыхание, сердцебиение, потоотделение и т. д.

Например, при столкновении с какой-либо опасностью сначала включается вегетативная нервная система: учащается пульс и дыхание, выступает холодный пот, мышцы «деревенеют» – все эти реакции не зависят от нашего сознания. И только затем в игру вступает соматическая нервная система: мы принимаем решение «нападать или бежать», отдавая соответствующие приказы своим скелетным мышцам.

В свою очередь, вегетативная нервная система делится на

симпатическую и парасимпатическую. Симпатическая нервная система отвечает за процессы, происходящие в состоянии бодрствования. В ведении симпатической нервной системы находятся механизмы, позволяющие поддерживать организм в тонусе, оперативно реагировать на стрессовые ситуации. Парасимпатическая система, напротив, регулирует процессы, которые происходят во время отдыха и сна: под ее воздействием замедляется сердечный ритм, становится редким дыхание, расширяются сосуды, а вот процессы пищеварения, напротив, начинают происходить интенсивнее.

Таким образом, нервная система представляет собой сложнейшую структуру с многоуровневой регуляцией, которая осуществляется как на сознательном, так и на бессознательном уровнях. Понимание принципов устройства и функционирования нервной системы, знание о рычагах, на которые мы можем воздействовать при помощи мыслей, поступков, образа жизни, необходимы для сохранения здоровья и увеличения продолжительности жизни. Для того чтобы научиться «договариваться» со своей нервной системой, нужно понимать «язык», на котором «разговаривают» нейроны. Таким «языком» являются особые молекулы, которые называются нейромедиаторами.

# **Как формируется память и как с возрастом ее не потерять?**

Наша память – это уникальное хранилище всех событий и переживаний нашей жизни, знаний, полученных в процессе спонтанного и целенаправленного обучения, навыков, опыта. По сути, память – это то, что делает нас теми, кто мы есть, формирует нашу личность. Поэтому ухудшение способности запоминать новую информацию, что нередко наблюдается в пожилом возрасте, снижает качество жизни.

Однако настоящей трагедией становится процесс деградации памяти, выпадения целых пластов воспоминаний – это разрушительное явление характерно для так называемых нейродегенеративных заболеваний, самыми распространенными из которых являются болезнь Альцгеймера, а также сосудистая деменция.

Для того чтобы понять, как предотвратить эти трагические возрастные изменения, важно разобраться в том, что такое память, как и где она формируется, какие виды памяти существуют.

С точки зрения нейрофизиологии память – это свойство нервной системы, которое заключается в способности сохранять информацию о событиях, происходящих в окружающем мире, реакциях организма на эти события, а также возможность «работать» с этой информацией: при необходимости

сти воспроизводить ее (вспоминать) и изменять. По сути, хорошо работающая память подобна компьютеру, который сохраняет все загруженные в него файлы и открывает их по первому требованию. Однако, в отличие от компьютера, наши воспоминания хранятся не в папках – они «записаны» в нейронных связях.

Когда мы встречаемся с новой информацией (например, начинаем изучать иностранный язык) или проживаем новый опыт (например, пытаемся освоить вождение автомобиля), наши нервные клетки при помощи отростков и синапсов начинают формировать в мозге новые пути. Если мы больше не возвращаемся к этому опыту, связи не закрепляются. Поэтому если человек начинает изучать иностранный язык, но вскоре бросает, то в следующий раз ему приходится вновь осваивать знания практически с нуля.

Однако если к информации или действию обращаться вновь и вновь, то едва заметная «тропка» в зарослях нервных окончаний постепенно начинает превращаться в хорошо утоптанную «дорогу», а затем и в скоростную «магистраль». И вот мы уже, практически не задумываясь, говорим на новом языке и ведем машину «на автомате». Это свидетельствует о том, что «файлы» с необходимой информацией прочно сохранились на нашем «компьютере».

# Кратковременная память

Некоторые нейронные связи существуют в течение очень небольшого времени: секунды и минуты, – это характерно для кратковременной памяти. Кратковременная память позволяет мозгу работать с небольшими порциями информации, поступающими в него в текущий момент времени. Информация может поступать как из внешних источников (то, что мы видим, слышим, чувствуем в данный момент), так и из недр собственной памяти – целенаправленное или спонтанное воспоминание.

За кратковременную память отвечают участки в лобной и теменной долях мозга, передняя поясная кора, а также участки базальных ганглиев.

Время хранения информации в кратковременной памяти, как правило, составляет не более 20–30 секунд, кроме того, она вмещает весьма ограниченный объем информации. По различным оценкам, в течение короткого времени человек может удержать в памяти от 4 до 7 объектов. Но существуют и различные техники, позволяющие увеличивать число запоминаемых объектов: например, группировать их по каким-либо принципам, создавать ассоциации. При постоянном повторении «ментальные объекты» из кратковременной памяти перемещаются в долговременную.

Разновидностью кратковременной памяти является рабо-

чая (оперативная) память, позволяющая запоминать необходимую информацию буквально на несколько секунд. Например, ввести цифры кода, присланного банком для совершения покупки, или вбить под диктовку номер телефона нового знакомого в книгу контактов. Состояние рабочей памяти является одним из самых показательных критериев, используемых для оценки когнитивного резерва человека. Ее ухудшение нередко наблюдается при старении мозга и может рассматриваться как один из первых признаков развития возрастной деменции.

## **Долговременная память**

В отличие от кратковременной памяти, возможности памяти долговременной достаточно велики – это касается и времени хранения информации (многие воспоминания могут сохраняться до конца жизни), и объема. Кроме того, в формировании долговременных воспоминаний участвует множество отделов головного мозга. Долговременную память подразделяют на явную (эксплицитную) и неявную (имплицитную).

Явная память позволяет сознательно оперировать информацией, хранящейся в памяти, – как личными переживаниями, опытом (эпизодическая память), так и фактической информацией (семантическая память). Местом хранения эпизодической явной памяти является область мозга, называе-

мая гиппокампом. Здесь записана информация о том, как, например, вы в детстве ездили с родителями на море и пили кофе с другом на прошлой неделе. Огромные пласты знаний хранятся в коре головного мозга: здесь размещается, например, информация, касающаяся различных фактов, языка и т. д.

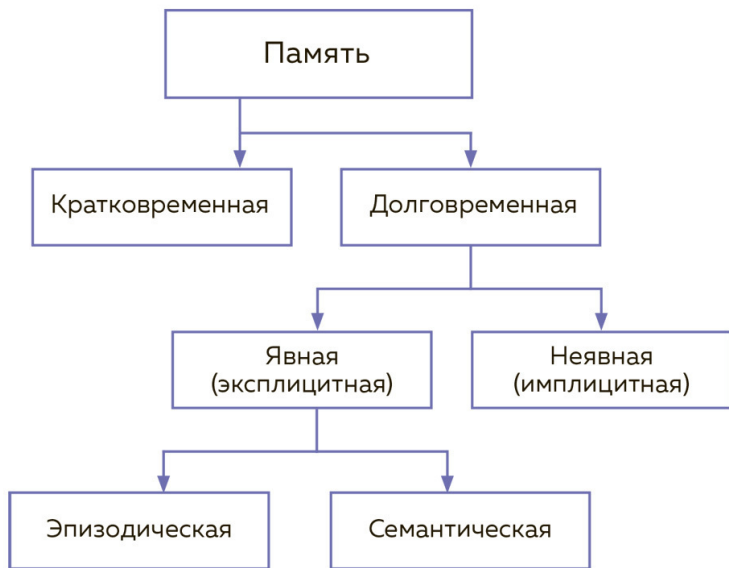
За хранение эмоционально окрашенной информации отвечает миндалевидное тело (миндалина). Благодаря нейронным связям в этой структуре, а также связям между миндалиной, гиппокампом и корой мозга мы можем в течение многих лет помнить ситуации, в которых испытали сильное чувство радости, стыда, страха. Кроме того, миндалевидное тело играет ключевую роль в возникновении новых воспоминаний, связанных со страхом. Поэтому особенности формирования памяти в миндалине активно изучают специалисты, занимающиеся посттравматическими стрессовыми расстройствами, «убеганием» людей от решения жизненных задач из-за пережитого когда-то страха и пр.

Неявная долговременная память формируется без участия сознания: мы можем ею оперировать без детального процесса вспоминания. Ключевыми структурами мозга, отвечающими за хранение неявной информации, являются базальные ганглии и мозжечок. Базальные ганглии (или базальные ядра) – это структуры, представляющие собой скопления серого вещества (тел нейронов), расположенные в глубине больших полушарий между лобными долями и над ство-



лом мозга (по сути, на границе сознательного и бессознательного).

В базальных ядрах хранится информация о полученных вознаграждениях, двигательных навыках, поэтому эта структура играет ключевую роль в развитии двигательных привычек (игра на фортепиано, езда на велосипеде, танцы, вождение автомобиля), которые по мере обучения требуют все меньшего участия сознания в процессе реализации навыков. Именно поражение базальных ганглиев лежит в основе двигательных нарушений при болезни Паркинсона.



## *Виды памяти*

# Нейропластичность

Исследования показывают, что, по мере того как мы используем свой мозг, учимся и тренируем память, он способен кардинально меняться благодаря нейропластичности.

Под пластичностью мозга подразумевается способность нервной системы изменять свою структуру и функции на протяжении всей жизни в ответ на многообразие окружающей среды. Изучение нейропластичности особенно актуально, когда речь идет о старении мозга, о восстановлении после травм и инсультов, лечении нейродегенеративных заболеваний, таких как болезни Альцгеймера и Паркинсона.

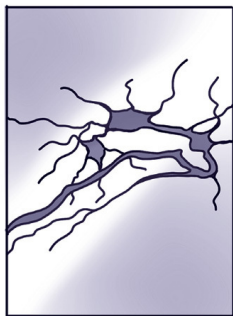
Благодаря нейропластичности нервные клетки обладают способностью восстанавливать свою структуру и функцию, а также формировать новые синаптические связи. В основе нейропластичности лежат два базовых процесса: образование новых связей между нервными клетками (синаптическая пластичность) и образование новых нейронов (нейрогенез).

## Синаптическая пластичность

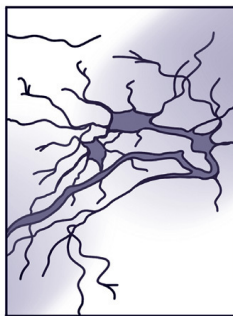
В детстве и юности синаптическая пластичность является ключевым свойством мозга: способность к образованию новых связей между нейронами помогает быстро учиться, по-

знавать мир. Мозг ребенка формирует связи между нейронами при встрече с самой разной информацией и опытом. По мере взросления число связей между нейронами сокращается – этот процесс называется синаптической обрезкой. Чем старше мы становимся, тем избирательнее наш мозг относится к формированию связей. Он тратит свои ресурсы лишь на прокладку нейронных «путей» для мыслей, к которым мы возвращаемся изо дня в день.

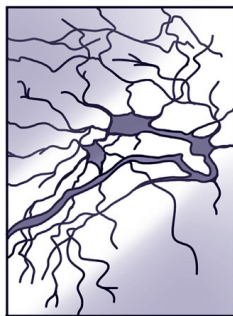
Поэтому мозг многих взрослых людей напоминает «слепок» каждодневных беспокойств. Нейронные импульсы «передвигаются» по путям, похожим на асфальтированную трассу. Для того чтобы свернуть с проторенной дороги и начать процесс «вытаптывания» новой тропинки в нейронных зарослях, требуется достаточное усилие и мотивация. В то же время в любом возрасте повторяющиеся действия постепенно приводят к формированию новых нейронных связей.



1. Нейронные сети  
до тренировок



2. Нейронные сети  
после двух недель  
когнитивной  
стимуляции



3. Нейронные сети  
после двух месяцев  
когнитивной  
стимуляции

## Нейрогенез

В течение долгого времени считалось, что число нервных клеток остается неизменным на протяжении всей жизни: утверждение, что «нервные клетки не восстанавливаются», воспринималось как аксиома. Однако в последние десятилетия стали появляться данные, что нейрогенез – образование новых нейронов из стволовых клеток (предшественников всех клеток организма) – наблюдается в различных отделах мозга даже в пожилом возрасте.

Ученые из Иллинойского университета, изучив посмертную ткань мозга людей в возрасте от 79 до 99 лет, получили доказательства того, что формирование новых нейронов

в гиппокампе происходит не только у здоровых людей, но и даже у пациентов с когнитивными нарушениями и болезнью Альцгеймера, хотя нейрогенез у последних значительно снижен по сравнению с пожилыми людьми, не имеющими когнитивных нарушений [5].

Нейробиологи из Университета Йювяскюля (Финляндия) в ходе экспериментов с участием животных выяснили, что продолжительные аэробные упражнения усиливают нейрогенез во взрослом мозге [6]. В гиппокампе мышей, которые совершали забеги на длительные расстояния, через восемь недель наблюдалось повышенное образование новых нейронов.

## **Как не утратить нейропластичность в зрелом возрасте?**

Ученые выделяют три основных фактора, которые влияют на нейропластичность в любом возрасте [7]:

- физическая активность;
- интеллектуальная нагрузка;
- питание.

Метаанализ, проведенный учеными из Торонтского университета (Канада), показывает, что физическая активность повышает концентрацию нейротрофических факторов – веществ, побуждающих нейроны формировать новые связи

[8]. Изменения могут быть заметны уже после первого занятия, а эффект сохраняется на протяжении суток и более.

Максимально стимулируют нейропластичность регулярные и интенсивные тренировки. Однако активировать образование новых связей в мозге можно даже при помощи 30-минутных прогулок, при которых показатель пульса достигает 60 % от максимального, – но при условии, что моцион совершается не реже трех раз в неделю.

Исследование, проведенное в Государственном университете Пенсильвании (США), продемонстрировало, что изучение второго языка приводит к анатомическим изменениям в головном мозге [9]. Они выражаются в увеличении плотности серого вещества, что свидетельствует об образовании новых нейронов, а также в появлении более структурированных тяжей белого вещества (связей между нервными клетками). Эти изменения, которые наблюдались как у молодых, так и у пожилых людей, свидетельствуют об активации сразу двух механизмов, лежащих в основе нейропластичности: нейрогенеза и образования новых синапсов.

Ученые из Университета Британской Колумбии (Канада) провели метаанализ 21 исследования – все работы были посвящены изучению влияния медитации на нейропластичность [10]. Эксперты нашли 123 отличия в мозге людей, приверженных медитативным практикам. Например, отмечалось утолщение коры (увеличение объема серого вещества) в префронтальной области. Это указывает на активацию

цию нейрогенеза в отделе мозга, ответственном за память, планирование и самоконтроль, под воздействием медитации.

Среди питательных веществ, способствующих сохранению нейропластичности в зрелом возрасте, ученые выделяют следующие.

**1. Флавоноиды** – соединения, содержащиеся в чае, ягодах, луке и красном вине. Диета, богатая флавоноидами, связана с лучшей сохранностью когнитивных функций у пожилых людей [11]. В частности, куркумин, содержащийся в корне куркумы и имеющий антидепрессивный, противовоспалительный, нейропротективный и антиоксидантный эффект.

**2. Ресвератрол** – вещество, содержащееся в вине и соке темных сортов винограда. Данные свидетельствуют, что употребление этого флавоноида способно замедлить возрастное снижение интеллектуальных способностей [12].

**3. Омега-3** – это полиненасыщенная жирная кислота, в большом количестве присутствующая в жирных сортах морской и речной рыбы. Дневная норма содержится всего в 300 граммах жареного лосося или 3 граммах рыбьего жира. Исследования говорят о том, что омега-3 борется с воспалением и стимулирует выработку фактора роста нейронов [13].



На основе этих и других исследований командой диетолога Марты Клэр Моррис из Медицинского центра Университета Раша была создана диета MIND, направленная на борьбу с болезнью Альцгеймера. Благодаря ей может снижаться риск возникновения болезни на 54 %, что, по данным ученых, превосходит показатели средиземноморской диеты [14].

Основу такого питания составляют: 1) зелень, овощи и ягоды, оливковое масло; 2) бобы и фасоль; 3) цельные злаки; 4) блюда из рыбы; 5) вино / сок темного винограда. Также в рамках диеты MIND рекомендуется ограничить употребление красного мяса, сливочного масла и маргарина, сыра, сладостей и конфет, жареной пищи и фастфуда.

# Нейромедиаторы – язык, на котором говорит мозг

Нейромедиаторы (или нейротрансмиттеры) – это химические вещества, осуществляющие передачу сигнала между двумя нервными клетками или между нейронами и другими клетками организма. Они влияют на множество психологических и физиологических функций организма, воздействуют на настроение, память, способность к обучению и концентрацию, регулируют сон, аппетит, от них зависят жизненно важные показатели: частота сердечных сокращений, дыхания, особенности пищеварения и пр.

Нейромедиаторы часто путают с гормонами. Это не удивительно, потому что их регуляторные функции очень схожи, кроме того, у многих нейромедиаторов есть гормоны-дублиеры: есть дофамин-гормон и дофамин-нейромедиатор, есть норадреналин-нейромедиатор и норадреналин-гормон и т. д. Несмотря на то что у этих веществ одинаковые химические формулы, они оказывают разное воздействие на организм.

Основное различие заключается в том, что гормоны вырабатываются только в эндокринных железах, а местом образования нейромедиаторов являются исключительно нейроны. Поэтому и воздействие нейротрансмиттеров ограничивается нервной системой, а гормоны действуют на периферии и не могут проникнуть в мозг – на их пути стоит препятствие

в виде гематоэнцефалического барьера.

# 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.