

ГЕРМАН ПОНЦЕР

антрополог, исследователь



SAPIENS на диете



всемирная история похудения,
или антропологический взгляд
на метаболизм

Герман Понцер
Sapiens на диете. Всемирная
история похудения, или
Антропологический
взгляд на метаболизм
Серия «Интуитивное питание»

http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=66749233

*Sapiens на диете: всемирная история похудения, или антропологический
взгляд на метаболизм:
ISBN 978-5-04-161795-0*

Аннотация

Мы сжигаем 2000—3000 калорий в день. И даже если будем много тренироваться и мало есть, в среднем эта цифра не изменится. Не так-то просто заставить организм усваивать больше или, что куда важнее для полных людей, – меньше питательных веществ.

Когда-то это была блестящая эволюционная стратегия выживания во времена голода. Но сегодня она обрекает нас на ожирение. Как же повлиять на гомеостаз – то есть стабильность нашего тела, и научить его в прямом смысле «есть меньше»?

В формате PDF A4 сохранен издательский макет книги.

Содержание

| | |
|---|----|
| Глава 1 | 5 |
| «Маленький» вопрос жизни и смерти | 14 |
| Собачьи годы | 20 |
| Планета обезьян | 25 |
| Ленивец на генеалогическом древе | 33 |
| Сила приматов | 38 |
| Это мы | 42 |
| Дарвиновский взгляд | 49 |
| Глава 2 | 52 |
| Развеивая миф о метаболизме | 57 |
| «Зеленый сойлент» – это о людях (или могло бы быть) | 64 |
| Следуй за пиццей | 67 |
| Конец ознакомительного фрагмента. | 69 |

Герман Понцер

**Sapiens на диете: всемирная
история похудения, или
антропологический
взгляд на метаболизм**

© Быкова Е. Д., перевод на русский язык, 2020

© Оформление. ООО «Издательство «Эксмо», 2022

Глава 1

Невидимая рука

Львы разбудили меня около двух часов ночи. Звук был не просто громким, а будоражащим – как гидравлика мусоровоза, прерываемая ворчанием работающего на холостом ходу Harley-Davidson¹. Моей первой смутной реакцией была своего рода благодарная радость. Ах, эти звуки дикой Африки! Я смотрел на звезды сквозь тонкую сетчатую крышу своего тента, ощущая, как ночной ветерок пробирается сквозь сухую траву и колючие акации к тонким нейлоновым стенам палатки, пронося хор львов по саванне. Я чувствовал себя настоящим везунчиком, лежа в своем маленьком убежище посреди просторной африканской саванны, в таком отдаленном и безлюдном месте, что всего в нескольких сотнях метров от меня были дикие животные. Как же мне повезло!

Затем я почувствовал прилив адреналина и меня наполнил страх. Я не был в зоопарке или на каком-нибудь туристическом сафари. Эти львы были не с красивых картинок в журнале National Geographic или из программы «Природа» от PBS². Это была настоящая жизнь. Банда мускули-

¹ Harley-Davidson – американский производитель тяжелых мотоциклов, предназначенных для езды по шоссе. – Прим. пер.

² «Природа» – телевизионная программа о дикой природе, выпускаемая ком-

стых стокилограммовых кошачьих машин для убийств находилась недалеко от меня, и они были... взволнованными. Может быть, даже... голодными? Конечно, они меня учуяли. После нескольких дней, проведенных в походе, даже я чувствовал собственный запах. Каков был мой план, когда они пришли за моей мягкой американской тушей, теплым сыром бри из человеческой плоти? Я гадал, как близко они подойдут, прежде чем я услышу их шаги в высокой траве или, если конец придет внезапно, рокот когтей и горячих острых клыков, раздирающих стены палатки.

Я все обдумывал, стараясь быть рациональным. Судя по звуку, львы должны были сначала пройти мимо палаток Дэйва и Брайана. Моя была третьей по ходу их движения. Это означало, что вероятность быть съеденным львами сегодня вечером была 1 к 3, или если вы хотите мыслить более позитивно, то шанс не стать чьим-то ужином равнялся примерно 67 %. Это была утешительная мысль. К тому же мы были в окружении хадза³, на окраине их родной деревне. А с ними никто никогда не связывается.

Конечно, ночью гиены и леопарды иногда пробирались мимо их травяных хижин в поисках объедков или оставленных без присмотра детей, но львы, казалось, все равно старались держаться от них подальше.

Страх начал рассеиваться. Я снова ощутил сонливость.

панией «Тринадцать»/WNET в Нью-Йорке. – Прим. пер.

³ Хадза – коренной народ на севере Танзании. – Прим. пер.

Скорее всего, со мной все будет в порядке. Кроме того, если уж есть вероятность быть съеденным львами, лучше всего в этот момент спать. Я взбил кучу грязной одежды, которую использовал вместо подушки, поправил спальный мешок и снова лег спать.

Это было мое первое лето работы с хадза, щедрым, находчивым и невероятно открытым племенем, которое жило в маленьких деревнях, разбросанных по суровой полусасушливой саванне вокруг озера Эяси в северной Танзании. Антропологи и биологи, такие как я, любят работать с этим народом именно из-за его удивительной жизни. Хадза — это охотники: у них нет ни сельского хозяйства, ни домашних животных, ни машин, ни ружей, ни электричества.

Каждый день они добывают себе пищу, охотятся в диком ландшафте Африки, рассчитывая только на собственный тяжелый труд и хитрость. Женщины собирают ягоды или выкапывают дикие клубни из каменистой почвы толстыми заостренными палками, часто с ребенком на спине в перевязи. Мужчины охотятся на зебр, жирафов, антилоп и других животных с помощью мощных луков и стрел, которые делают из ветвей деревьев, или рубят стволы маленькими топориками, чтобы извлечь дикий мед из ульев, построенных в дуплах. Дети бегают и играют вокруг травяных хижин деревни или идут группами за дровами и водой. Старейшины либо отправляются на поиски пищи вместе с другими мужчинами (они удивительно проворны даже в свои семьдесят лет), ли-

бо остаются в лагере, чтобы следить за происходящим.

Такой образ жизни был нормой во всем мире на протяжении более двух миллионов лет, начиная с эволюционной зари нашего вида и до изобретения сельского хозяйства всего двенадцать тысяч лет назад. Пока оно распространялось в городах, принося с собой урбанизацию и, в конечном счете, индустриализацию, большинство культур обменивали свои землеройные палки на посевы и кирпичные дома. Некоторые, как хадза, гордо держались за свои традиции, даже когда мир менялся и начинал посягать на их образ жизни. Сегодня эти популяции – последние живые «окна» в общее прошлое человечества, связанное с охотниками и собирателями.

Хадза – коренной народ, проживающий в саванне северной Танзании. Они не занимаются сельским хозяйством, а пищу добывают посредством охоты.

Вместе с моими хорошими друзьями и исследователями Дэйвом Райхленом и Брайаном Вудом и нашим научным сотрудником Фидесом я был в Хадзалэнде (там мы называем их родину) на севере Танзании, чтобы изучить, как образ жизни племени отражается на метаболизме – способности тела сжигать энергию. Это простой, но невероятно важный вопрос. Все, что делает наше тело, – рост, движение, исцеление, размножение – требует энергии. И поэтому исследование того, Герман Понцер как она расходуется, является первым и главным шагом на пути к пониманию того, как рабо-

тает человеческий организм. Мы хотели знать, как работает тело человека в обществе охотников и собирателей, таких как хадза, где люди все еще являются неотъемлемой частью функционирующей экосистемы и ведут такой образ жизни, который был присущ нашим предкам в далеком прошлом. Никто никогда не измерял суточные затраты энергии, общее количество калорий, сжигаемых в день, в популяции охотников и собирателей. Нам не терпелось стать первыми.

В современном мире, далеком от ежедневной работы по добыванию пищи голыми руками, мы уделяем мало внимания тому, как расходуется энергия. А если задумываемся об этом, то мысли уходят не дальше очередной новой диеты. Мы вспоминаем лишь последний план тренировки или думаем о том, сожгли ли достаточно калорий, чтобы съесть этот пончик. Калории – это хобби, числовые данные на наших умных часах. Но племя хадза точно знает больше, чем мы. Они интуитивно понимают, что пища и та энергия, которую она содержит, – это основа жизни. Каждый день они сталкиваются с древней и неумолимой арифметикой: накапливать больше энергии, чем сжигать, или голодать.



Рис. 1.1. Ранний вечер в племени хадза. Акации создают тенистый оазис в саванне. Мужчины, женщины и дети расслабляются и обсуждают события дня. Обратите внимание на травяной домик слева.

Мы проснулись, когда оранжевое солнце еще слабо светило на Востоке, а краски деревьев и травы были размыты в слабых утренних лучах. Брайан развел огонь в нашем маленьком очаге из трех камней в стиле хадза и поставил греться кастрюлю с водой. Мы с Дейвом слонялись вокруг с за-

туманенными глазами, нуждаясь в кофеине. Довольно скоро мы все пили горячий растворимый кофе и ложками поедали овсянку быстрого приготовления из пластиковых мисок. Нужно было обсудить наш план исследования на день. Мы все слышали львов этой ночью и нервно шутили о том, как близко они подобралась к нам.

Затем из высокой сухой травы к нам вышли четверо мужчин племени хадза. Они шли не из деревни, а с противоположной стороны. Каждый на своих плечах нес большую бесформенную ношу, и я даже не сразу понял, что это было такое: ноги, задние лапы и другие окровавленные части тела большой, только что убитой антилопы. Мужчины знали, что нам нравится изучать еду, которую они несли в деревню. Поэтому охотники сначала пришли сюда, чтобы дать нам возможность первыми увидеть ее, прежде чем они отнесут и разделят убитые туши между всеми жителями.

Брайан бросается к ним, очищает весы, находит тетрадь под названием «Собирательство возвращается» и завязывает разговор с мужчинами на суахили, нашем общем языке с племенем хадза. «Спасибо, что принесли, – говорит Брайан, – но где, черт возьми, вы раздобыли такую огромную антилопу в шесть утра?». «Это куду⁴, – говорят парни, ухмыляясь, – и мы его забрали». «Забрали?» – спрашивает Брайан. «Вы, ребята, слышали львов прошлой ночью, верно? –

⁴ Большой куду, или антилопа куду – африканский вид антилоп из подсемейства быков. – Прим. пер.

говорят хадза. – Ну, мы решили, что они что-то замышляют, поэтому пошли и проверили. Оказывается, они только что убил эту куду... так что мы забрали ее».

Так все и произошло. Еще один день в Хадзалэнде ознаменовался редкой удачей для всей деревни – большой, жирной и полной белков антилопой куду. Позже этим утром в лагере, грызая жареное мясо и слушая историю о том, как папа и его приятели прогнали в темноте прайд голодных львов, чтобы принести домой еду, дети хадза поймут важный и вечный урок. Энергия – это наше все, и ради нее стоит рискнуть всем. Даже если тебе придется украсть завтрак из пасти огромного хищника.



Рис. 1.2. Рабочий день племени хадза. Мужчины охотятся на дичь с луком и стрелами или собирают мед из ди-

ких ульев. Слева человек готовится разделать импалу, которую застрелил из лука час назад. Его друзья, которые помогали выслеживать животное, наблюдают за происходящим. Женщины собирают дикие ягоды и другую растительную пищу. Женщина справа выкапывает дикие клубни из каменистой почвы деревянной палкой, а ее ребенок дремлет у нее за спиной, завернувшись в одеяло.

«Маленький» вопрос жизни и смерти

Энергия – это валюта нашей жизни; без нее мы бы умерли. Тело человека состоит примерно из 37 триллионов клеток, каждая из которых гудит, как микроскопическая фабрика, каждую секунду каждого дня. Вместе они за двадцать четыре часа расходуют достаточно энергии, чтобы довести до кипения около 30 литров ледяной воды. Наши клетки затмевают своей производительностью даже звезды: каждая унция⁵ живой человеческой ткани тратит в десять тысяч раз больше энергии каждый день, чем 25 г массы солнца. Часть ее расходуется под нашим сознательным контролем, а именно благодаря мышечной активности, которую мы используем для движения. Однако некоторые вещи мы осознаем довольно смутно, например сердцебиение и дыхание. Большая часть этой бурной деятельности происходит полностью под поверхностью огромного и невидимого океана клеточных процессов, которые поддерживают в нас жизнь. Мы замечаем, что что-то идет не так, когда это «что-то» уже вышло из строя. Ожирение, диабет второго типа, сердечно-сосудистые заболевания, рак и почти все другие болезни, которые преследуют нас в современном мире, чаще всего вызваны тем, что тело неправильно расходует и потребляет энергию.

И все же, несмотря на важность для жизни и здоровья,

⁵ Унция – примерно 28 грамм. – Прим. ред.

метаболизм (то, как наши тела расходуют энергию) повсеместно неправильно понимается. Сколько энергии в среднем тратит взрослый человек каждый день? На каждой этикетке в супермаркете вы увидите, что стандартная американская диета составляет 2000 калорий в день – и это неправильно. Девятилетние дети тратят 2000 калорий; для взрослых эта норма составляет уже 3000 калорий, в зависимости от того, сколько вы весите и какой у вас процент жира (и, чтобы вы понимали, рассуждая о наших ежедневных энергетических потребностях, мы говорим о килокалориях, а не просто калориях). Сколько километров нужно пробежать, чтобы сжечь калории одного съеденного пончика? Как минимум три, но опять же это зависит от того, сколько вы весите. Если уж на то пошло, то куда девается тот жир, который мы «сжигаем»? Думаете, он превращается в тепло, пот, мускулы? Нет, нет и нет. Вы выдыхаете большую его часть в виде углекислого газа и превращаете небольшую долю в воду (но не обязательно в пот). Если вам это было неизвестно, ничего страшного, вы взяли в руки правильную книгу. Большинство врачей, кстати, тоже этого не знает.

Без сомнения, мы стали невеждами в области расчета энергии из-за пробелов в обучении. Человеческий мозг просто отторгает информацию, которую не использует. Когда трое из четырех американцев не могут назвать три ветви власти федерального правительства США – важную информацию, которую мы впитываем на протяжении почти 20 лет

обучения в школе и университете, – это вызывает сомнения в том, что они вспомнят более сложные моменты из школьной биологии, например цикл Кребса⁶. Но наше слабое понимание поддерживается и поощряется множеством шарлатанов и интернет-торговцев, продвигающих ложные идеи, как правило, для личной выгоды.

Неосведомленной аудитории, стремящейся оставаться здоровой, вы можете «продать» почти все, что угодно, независимо от того, насколько это абсурдно. «Ускорьте свой метаболизм» – говорят они. «Сжигайте жир с помощью этих простых приемов! Избегайте этих продуктов, чтобы оставаться худым!» – читаем мы на страницах глянцевого журнала. И все это, как правило, не подтверждено никакими реальными данными и не обосновано с научной точки зрения.

Но главная, структурная причина неправильного понимания расходования энергии заключается в том, что мы в корне неверно поняли науку о метаболизме. С самого начала современных исследований этой темы на рубеже XX века нас учили думать о человеческих телах как о простых двигателях: мы получаем топливо в виде пищи и сжигаем его, увеличивая обороты с помощью упражнений. Любое лишнее, несгоревшее топливо накапливается в виде жира. Люди, у которых двигатель работает «быстрее» и которые сжигают

⁶ Цикл Кребса состоит из восьми последовательных реакций. В результате полного оборота цикла одна молекула ацетил-КоА сгорает до воды и углекислого газа. Освобождающаяся при этих реакциях энергия сосредотачивается в молекуле АТФ. За один цикл Кребса может образоваться 12 молекул АТФ. – Прим. ред.

больше калорий каждый день, менее склонны к накоплению жира. Если у вас уже появилось немного нежелательного жира, просто больше тренируйтесь, чтобы сжечь его.

Эта модель довольно привлекательна и проста, своего рода инженерный взгляд на метаболизм. И она правильная: наши тела нуждаются в пище, и несгоревшее топливо накапливается в виде жира. Однако все остальное в этой модели в корне неверно. Тела не работают как простые машины по сжиганию калорий, потому что они являются продуктами не инженерии, а эволюции.

Наука только начинает в полной мере понимать, как пятьсот миллионов лет естественного отбора сделали метаболические двигатели невероятно динамичными и адаптируемыми. Наши тела стали очень хитрыми, способными реагировать на изменения в физических упражнениях и диете способами, которые имеют эволюционный смысл, даже если они препятствуют нашим попыткам оставаться подтянутыми и здоровыми. Увеличение уровня физической нагрузки вовсе не приводит к большим затратам энергии, а сжигание большего количества топлива не защищает от ожирения. И все же общественная система здравоохранения упорно настаивает на инженерном взгляде на метаболизм, вредя тем самым усилиям побороть ожирение, диабет, сердечно-сосудистые заболевания, рак и другие болезни, которые, скорее всего, убьют нас.

Без правильного понимания того, как наш организм рас-

ходует энергию, мы быстро разочаровываемся, когда видим, что планы по снижению веса терпят крах, стрелка весов упорно отказывается сдвинуться с места, несмотря на искренние усилия в тренажерном зале, а новейшая и самая распространенная магическая теория метаболизма подводит нас.

Эта книга исследует новую, развивающуюся науку о человеческом обмене веществ. Как биолог, интересующийся эволюционным прошлым человека, а также нашими перспективами на будущее, я работаю на передовой в области исследований метаболизма у людей и других приматов уже более десятилетия. Волнующие и удивительные прорывы последних нескольких лет меняют наше понимание взаимосвязи между расходом энергии, физическими упражнениями, диетой и болезнями. На страницах этой книги мы рассмотрим то, как эти открытия могут стать основой долгой и здоровой жизни.

Большая часть этой новой науки появилась в результате работы с хадза и подобными им племенами: маленьким, неиндустриальными обществами, интегрированными в местную экологию. Эти культуры могут многому научить представителей развитого социума, но это не карикатурная версия жизни охотников и собирателей, популяризированная в большинстве современных палеодвижений. За последние несколько лет я и мои коллеги также многое узнали о том, как диета и ежедневная физическая активность помога-

ют этим группам населения избавиться от «болезней цивилизации», которые терзают нас в модернизированных, урбанизированных, индустриальных странах. Мы отправимся в эти племена, чтобы узнать, как они живут, и чему-то у них научиться. Кроме того, мы посетим зоопарки, тропические леса и археологические раскопки по всему миру, чтобы увидеть, как исследования живых обезьян и ископаемых останков людей помогают понять наш процесс обмена веществ.

Но для начала нам нужно получить представление о роли метаболизма в жизни человека. Чтобы по-настоящему оценить важность энергозатрат, мы должны выйти за рамки повседневных проблем со здоровьем и болезней. Подобно тектоническим плитам земли, метаболизм – это невидимая основа всего, медленно изменяющаяся и очерчивающая нашу жизнь. Знакомая нам география человеческого существования – от первых девяти месяцев в утробе матери до восьмидесяти лет, которые мы могли бы прожить на этой планете, – формируется специальными двигателями, работающими внутри нас. Наш большой умный мозг и многометровый кишечник построены и приводятся в действие метаболическими механизмами, сильно отличающимися от тех, которые есть у наших сородичей-обезьян. Как мы поняли только недавно, эволюционировавший метаболизм сделал нас причудливым и удивительным видом, каким мы стали сегодня.

Собачьи годы

*Una miaka ngapi?*⁷

Я разговаривал с представителем хадза, которому было тогда около двадцати лет, и задавал ему вопросы в рамках ежегодной исследовательской работы по сбору базовой медицинской информации в племенах, которые мы посещаем. Я изо всех сил старался говорить на сносном, хотя и некрасивом суахили: сколько тебе лет?

Он выглядел смущенным. Может быть, я все неправильно понял? Я попробовал еще раз.

Una miaka ngapi?

Он улыбнулся. «*Unasema. Это ты мне скажи*».

Оказалось, что с моим суахили все было в порядке, а вот вопрос был глупым. Для меня, типичного, вечно все планирующего американца, одним из самых ярких культурных потрясений является незаинтересованность хадза временем. Не то чтобы они вообще не считаются с ним – охотники живут согласно световому и ночному дню, теплу и прохладе, лунному циклу, сезонным дождям и засухе. Они полностью осознают рост и процесс старения, а также культурные и физиологические вехи, которые определяют нашу жизнь. После десятилетий визитов исследователей и других аутсайдеров у них даже появилось ощущение западных мер време-

⁷ Сколько тебе лет? (пер. с суахили)

ни, минут и часов, недель и лет. Хадза все понимают, просто им все равно. Они не заинтересованы в том, чтобы вести какие-то подсчеты. В Хадзалэнде нет часов, календарей или расписаний, дней рождения, понедельников. Знаменитая фраза Сэтчела Пейджа⁸ «Сколько бы тебе было лет, если бы ты не знал, сколько тебе лет?» – это не просто интроспективная рефлексия для этого социума. Это повседневная жизнь. Для исследователей выяснить возраст каждого человека в племени – это как чистка зубов: необходимая, раздражающая и несколько болезненная работа.

Безразличие хадза к возрасту и времени было бы скандальным в Соединенных Штатах, где каждый родитель знает, как будет развиваться его ребенок в ближайшие несколько лет, а наши права и обязанности определяются именно возрастом. Пойдет в год, начнет разговаривать – в два, ходить в детский сад – в пять, вступать в половую зрелость – в тринадцать, повзрослеет в восемнадцать, а в двадцать один вы сможете вместе с ребенком отпраздновать его переход во взрослую жизнь законным спиртным напитком. Затем брак, дети, менопауза, выход на пенсию, старость и смерть – все по расписанию, чтобы не давать окружающим повода для пересудов. И хотя мы рассуждаем об этапах развития миллениалов или, наоборот, пусть взросление нам будет так же без-

⁸ Лерой Роберт «Сэтчел» Пейдж был питчером американской негритянской бейсбольной лиги и питчером Высшей бейсбольной лиги, известным своей долгой карьерой и привлечением рекордного количества зрителей, где бы он ни выступал. – Прим. пер.

различно, как и для хадза, темп человеческой жизни — это одна из великих универсалий, успокаивающий ритм, который мы все вместе разделяем.

И все же темп человеческой жизни можно назвать как угодно, но только не присущим каждому виду. Когда речь заходит о нашем жизненном цикле, о том, с какой скоростью мы растем, размножаемся, стареем и умираем, человек оказывается вне рамок животного мира. Все происходит как в замедленной съемке. Если бы люди жили как типичные млекопитающие нашего размера, мы достигали бы половой зрелости до двух лет и умирали к двадцати пяти. Женщины бы рожали по двухкилограммовому младенцу каждый год. У шестилетнего ребенка уже были бы внуки. Повседневная жизнь стала бы неузнаваемой.

У нас есть интуитивное, культурное чувство того, насколько люди странные, но благодаря антропоцентрическому мировоззрению мы все переворачиваем с ног на голову. Наши питомцы, следуя обычному «режиму» млекопитающих, живут, как нам кажется, в ускоренном темпе. Мы говорим, что один собачий год равен нашим семи, так, будто они странные животные, которые отличаются от других. Но на само деле все не так: это люди странные. Попробуйте поступить наоборот: рассчитайте, сколько вам «собачьих» лет, и осознайте свою уникальность. По этим меркам мне почти три века, и я чувствую себя довольно хорошо, учитывая обстоятельства.

Биологи, изучающие жизненный цикл, давно знают, что темп жизни – это не просто какой-то произвольный или фиксированный график, созданный высшими силами. Темп роста, рождаемость и скорость старения видов могут изменяться и изменяются в эволюционных масштабах времени. Мы также знаем, что у людей и других приматов (наша родственная семья, которая включает лемуров, обезьян) исключительно длинный жизненный цикл по сравнению с другими млекопитающими. У нас даже есть довольно хорошая догадка, почему приматы так медленно эволюционировали. Условия, в которых виды с меньшей вероятностью могут быть убиты хищником или другим злоумышленником, благоприятствуют медленной и размеренной жизни.

Таким образом, мы знали, что у приматов, в том числе у нас, был очень длинный жизненный цикл, вероятно, в результате сниженного показателя смертности в далеком прошлом (возможно, способность жить на деревьях обезопасила наших предков от хищников). Чего никто не мог понять, так это «как?». Как люди и другие приматы умудрялись все замедлять, останавливая скорость развития и продлевая жизнь? Возможно, это как-то связано с метаболизмом, поскольку рост и размножение требуют энергии, о чем мы поговорим в Главе 3. Но какая тут связь? Это было неясно. Поиск ответа приведет нас в зоопарки и места обитания приматов по всему земному шару, раскрывая эволюционные изменения в обмене веществ, которые сделали «нормальную»

жизнь такой необычной.

Планета обезьян

Обезьяны и приматы умны, милы и невероятно опасны. Оценки варь ируются, но можно с уверенностью сказать, что человекообразные обезьяны примерно в два раза сильнее людей. У большинства видов есть длинные, похожие на копыя клыки, которые они используют для устрашения и которыми иногда калечат друг друга. Находясь в неволе, они просто счастливы использовать свои таланты для уничтожения людей, особенно когда пребывают в плохом настроении. И кто из нас не будет скучать, раздражаться, может быть, даже немного обижаться, проводя жизнь в медицинской лаборатории, ужасном зоопарке или гараже какого-нибудь идиота? Мы видим обезьян по телевизору (теперь, к счастью, реже) и верим в то, что они очаровательны. Однако это всего лишь детеныши, маленькие и достаточно наивные, и люди могут справиться с ними, применив силу, если понадобится. К десяти годам обезьяны становятся непредсказуемыми, особенно в неволе: в одну минуты они могут быть расслабленными и спокойными, а в другую уже раздирают вам лицо или даже яички. Склонность милых детей-актеров превращаться в импульсивных, разрушительных злодеев – это еще одна общая черта людей и обезьян.

Зная все это, я был в полном недоумении от того, что увидел. Это было в конце лета 2008 года, когда я был в науч-

но-исследовательском центре Great Ape Trust в штате Айова, наблюдая за происходящим через маленькое окошко в двери в зоне доступа к обезьянам. Там Роб Шумейкер спокойно наливал воду с двойной маркировкой⁹, смешанную с чаем со льдом без сахара, в широко открытый рот Ази, 110-килограммового взрослого самца орангутанга с лицом, похожим на перчатку кэтчера¹⁰. Он мог разорвать ученого на части. Роб не был идиотом, и, конечно, между ним и обезьяной стоял стальной забор. И все же Ази, казалось, наслаждался угощением, и в его глазах было что-то вроде дружелюбия. Многие исследователи приматов снова и снова убеждали меня, что то, что я наблюдаю, невозможно: ни одна обезьяна в неволе не захочет участвовать в эксперименте, даже таком безобидном, как этот, а руководитель подобного центра не будет настолько самоуверенным или глупым, чтобы попытаться это сделать. И все же Робу удалось напоить животное этой жидкостью с двойной меткой так же легко, как если бы он просто поливал комнатное растение.

Мой шок был усилен волнением от того, что я делаю что-то действительно новое. Это было бы первым в истории

⁹ Вода с двойной меткой – это вода, в которой и водород, и кислород частично или полностью заменены (т. е. помечены) изотопами этих элементов, что позволяет их отслеживать. – Прим. пер.

¹⁰ Кэтчер (англ. catcher – ловец) – игровая позиция в бейсболе и софтболе. Кэтчером называют игрока обороняющейся команды, который находится за домом и спиной бэттера, но перед судьёй, и принимает мяч, поданный питчером. – Прим. ред.

измерением суточного расхода энергии (общего количества килокалорий, сжигаемых в день) у обезьяны. Редко выпадает шанс сделать что-то действительно новое в науке или быть первым человеком, который сможет измерить какой-то важный показатель. А это было очень важно. Впервые мы собирались всесторонне изучить механизм метаболизма обезьяны. Похож ли он на наш? Или на обмен веществ других млекопитающих? Или же под рыжей шкурой орангутанга скрывалось что-то новое и волнующее?

Я постарался умерить свои ожидания, понимая, что мы можем не найти ничего интересного. На протяжении ста лет ученые изучали скорость основного обмена – количество калорий, сжигаемых в минуту, когда испытуемый находится в состоянии полного покоя (см. Главу 3). В 1980-х и 1990-х годах несколько исследований проверили идею о том, что большая продолжительность жизни приматов была связана с медленным обменом веществ и, следовательно, низкой скоростью основного обмена. Некоторые сторонники этой гипотезы, например Брайан Макнаб, утверждали, что почти все аспекты жизни и изменения рациона питания млекопитающих взаимосвязаны и напрямую зависят от этого показателя. Это была привлекательная идея, поскольку рост и размножение требуют энергии, а стремительный темп жизни, по видимому, требует быстрого метаболизма. Но более строгий статистический анализ убил прекрасную идею Макнаба, показав, что у приматов была нормальная, ничем не примеча-

тельная для млекопитающих скорость основного обмена – и ничто не могло объяснить их необычно длительную продолжительность жизни. На этих результатах были основаны и другие эксперименты, благодаря которым ученым удалось прийти к консенсусу: люди, обезьяны, другие приматы и даже остальные млекопитающие по своей сути устроены одинаково (по крайней мере, когда дело касается метаболизма). Виды были просто по-своему сформированы, как машины с разными кузовами, но с одними и теми же двигателями.

Я усвоил общепринятую точку зрения, когда учился в колледже Пенсильвании в 1990-х, а потом в аспирантуре Гарвардского университета в 2000-х годах, и добросовестно применял полученные знания в части моей диссертационной работы. Но, как и большинство ученых, я был заведомо настроен скептически, и у меня начали возникать еретические мысли. Принято считать, что расход энергии у млекопитающих был в основном одинаковым и основывался на скорости основного обмена – это казалось мне вопиющей проблемой. Этот показатель измеряется тогда, когда субъект находится в состоянии покоя (почти спит), и поэтому он не может точно определить количество калорий, сжигаемых организмом каждый день. Кроме того, скорость основного обмена сложно оценить правильно. Если испытуемый возбужден, или замерз, или болен, или молод и растет, показатель может повышаться – и неудивительно, что большая часть данных о приматах была получена благодаря исследованию молодых

послушных обезьян.



Рис. 1.3. Первое измерение суточного расхода энергии у обезьяны. Сквозь тяжелую ограду Роб Шумейкер выливает в рот Ази воду с двойной маркировкой, смешанную с холодным чаем без сахара (нечеткий профиль Ази едва виден справа). Позже он собирает образец мочи, когда орангутанг цепляется за ограждение лапами.

Немногие ученые занимались захватывающей работой по измерению ежедневных энергетических затрат (общего количества калорий, сжигаемых в день, а не только скорости основного обмена) у различных видов животных, используя сложную изотопную методику, называемую методом дважды меченой воды (см. Главу 3). Их исследования показали, что расход энергии у млекопитающих сильно различается и, по-видимому, отражает их эволюцию. Я начал задумываться об

этом. Что, если у людей и других обезьян разные метаболические механизмы? Что делать, если ежедневные затраты энергии различаются? Что это может сказать нам об эволюционном жизненном цикле человека, обезьяны и остальных приматов? К сожалению, работа с обезьянами и другими приматами – это такая огромная проблема, что казалось маловероятным, что мы когда-либо получим данные, необходимые для решения этих критически важных вопросов.

Первая поездка в Great Ape Trust стала для меня открытием. У них было два огромных, ультрасовременных объекта, один для орангутангов Роба, другой для бонобо, оба с обширными закрытыми и открытыми площадками, штатным персоналом и интегрированными исследовательскими центрами. Благополучие и качество жизни обезьян стояли на первом месте. Исследовательские проекты были разработаны таким образом, чтобы быть привлекательными и забавными для животных или, по крайней мере, стать частью их повседневной жизни, а не навязыванием. Об агрессивных, болезненных или иных вредных вмешательствах не могло быть и речи.

В какой-то момент своего визита я начал разговаривать о методе дважды меченой воды, метаболизме и эволюции людей и других приматов и о том, что было бы так здорово измерять ежедневные затраты энергии у обезьян, ведь никто никогда этого не делал. Я объяснил Робу, что эти методики

абсолютно безопасны и постоянно используются в исследованиях питания человека. *Мы могли бы даже узнать что-то практическое об управлении рационом и потреблении калорий обезьянами в неволе!* Приматам просто нужно было бы выпить немного воды, а затем мы должны были собирать образцы мочи каждые два дня в течение недели или около того. Есть ли шанс, что мы сможем сделать это здесь с орангутангами?

– Конечно, – говорит Роб, – мы довольно регулярно собираем образцы мочи у большинства орангутангов для проверки здоровья.

– Вау! Правда? Как? – спрашиваю я. Это звучало слишком здорово, чтобы быть правдой.

– Мы просто попросим их, – говорит Роб. Мы болтали у забора одной из открытых площадок. Роб смотрит на Рокки, четырехлетнего самца орангутанга, который параллельно играл, отдыхал и в то же время поглядывал на нас. «Рокки, подойди сюда», – попросил Роб, но не так, как будто зовет собаку, а как будто разговаривает с племянником. Он подошел к забору рядом с нами. – Покажи мне свой рот, – сказал Роб, и Рокки широко раскрыл его. – А как насчет уха? – и он приложил ухо к забору. – А теперь другое? – и примат повернул голову и показал нам второе. – Спасибо! – поблагодарил Роб, и Рокки убежал играть дальше.

– Мы также можем попросить их пописать в чашку, – говорит Роб, пока я стою, воодушевленный разговором обе-

зьян и людей, который только что наблюдал. – Есть только одно «но»...

– Да? *«Боже, вот оно, – подумал я, – проверка на реальность. Вот так все и полетит к чертям»...*

– Ничего, если часть пробы мочи прольется?

– Никаких проблем, – сказал я, – пока у нас есть хотя бы несколько миллилитров для анализа...

– Хорошо, – сказал Роб. – Потому что Кноби, одна из наших взрослых самок, всегда настаивает на том, чтобы держать свой стаканчик самостоятельно, ногой.

В тот момент я чувствовал себя Дороти, проснувшейся в стране Оз. Я больше был не в Канзасе. Каким-то образом я очутился в Айове, разговаривал с волшебником, а жевуны¹¹ были оранжевыми, волосатыми и четырехрукими¹².

¹¹ Жевуны – основной народ Голубой страны из книги «Волшебник страны Оз». – Прим. ред.

¹² Имеется в виду, что обезьяны могут пользоваться ногами как руками, как в приведенном примере, когда Кноби предпочитает держать банку ногой. – Прим. ред.

Ленивец на генеалогическом древе

Позже той же осенью, после того как изотопы были введены и все образцы собраны, я отправил коробку с мочой орангутанга Биллу Вонгу, профессору из отдела исследований Детского центра питания в Медицинском колледже Бейлора. Билл – настоящий эксперт в области обмена веществ и метода дважды меченой воды, и он с радостью помог мне организовать мой проект под названием «Орангутанг», определив необходимую дозу и график сбора образцов мочи. После десятилетий плодотворной и интересной работы в области питания и метаболизма человека Билл, казалось, наслаждался перспективой на время переключиться на обезьян.

Его электронное письмо с предварительными результатами было первым доказательством того, что мы нашли что-то интересное. Данные выглядели великолепно, писал Билл, но анализы показали, что орангутанги имеют низкие ежедневные затраты энергии. *Очень* низкие. Ученый попросил меня прислать все образцы, которые у меня были (мы собрали больше, чем требовалось для исследования), чтобы он мог просмотреть их все снова, бесплатно. Он хотел убедиться, что все цифры верны.

Орангутанги удивительно ленивы – по сравнению с человеком они потребляют гораздо меньше калорий в пересчете на массу тела.

Еще один круг повторных анализов – тот же результат. Орангутанги каждый день сжигали меньше калорий, чем люди. Разница была огромной. Ази, 110-килограммовый самец, сжигал 2050 килокалорий в день – столько же, сколько 29-килограммовый девятилетний ребенок. Взрослые самки, весящие 55 кг, тратили еще меньше энергии: 1600 килокалорий в день, что примерно на 30 % меньше, чем ожидалось для человека с такой массой тела. Неудивительно, что скорость основного обмена орангутангов также была низкой, намного ниже человеческой. Мы тщательно следили за ежедневной деятельностью обезьян на протяжении эксперимента, и все они были так же активны, как и орангутанги в дикой природе. (Читайте: не очень активны. Орангутанги удивительно ленивы.) Низкие ежедневные затраты энергии не были результатом жизни в неволе. Они говорили нам о том, что в эволюционировавшей физиологии орангутангов есть что-то фундаментально важное.

Любой ученый живет ради этого момента. Мы буквально зачерпнули мерным стаканом неизвестные воды и обнаружили нечто неожиданное. Общепринятые постулаты о метаболизме приматов оказались ошибочными, по крайней мере частично. Оказалось, что между скоростью обмена веществ наших родственников-обезьян и человека существует значительная разница. Люди и орангутанги являются потомками одного обезьяноподобного предка, жившего около восемнадцати миллионов лет назад. Однако за прошедшие тысяче-

летия эволюция сделала разным метаболизм наших двух линий. Люди и обезьяны отличаются не только формой и пропорциями. Оказалось, что внутри мы тоже другие.

Но настоящий сюрприз меня ждал только тогда, когда я сравнил энергетические затраты орангутангов с другими животными: грызунами, плотоядными, копытными... В общем, с каждым видом плацентарных млекопитающих, энергозатраты которых изучались и были опубликованы (кроме, конечно, сумчатых, таких как коалы или кенгуру, потому что у них и так достаточно странная физиология). Поразительно, но орангутанги расходовали лишь треть от общего количества энергии, которое тратят плацентарные млекопитающие их размера. Только 1 % плацентарных млекопитающих сжигает так же мало калорий. Единственными видами с еще меньшими затратами на аналогичный размер тела оказались трехпалые ленивцы и панды.

Все, что мы знали о середе обитания и биологии орангутангов, казалось, встало на свои места. У них чрезвычайно длинный жизненный цикл, даже по меркам приматов. В дикой природе самцы не достигают зрелости, а самки не рожают первого ребенка, пока им не исполнится пятнадцать лет. Последние размножаются невероятно медленно, с промежутком между беременностями от семи до девяти лет, что является самым длинным интервалом между появлением потомства по сравнению с любыми другими млекопитающими. Они также постоянно сталкиваются с непредска-

зубом нехваткой пищи в родных индонезийских тропических лесах. Жизнь орангутангов зависит от фруктов, но бывают месяцы, когда плодов так мало, что им приходится срывать кору с деревьев и соскребать зубами мягкий внутренний слой, чтобы прокормиться. Нехватка еды, по-видимому, влияет на их социальное поведение, поскольку они – единственный вид обезьян, который предпочитает жить в одиночку, потому что им не всегда хватает пищи, чтобы прокормить целую группу.

Медленный метаболизм орангутангов связывал эти наблюдения воедино с их эволюционировавшей физиологией. Это также имело важные последствия для выживания вида. Жизнь в непредсказуемом тропическом лесу, где голод был постоянной угрозой, привела к такой адаптации, которая сводила к минимуму ежедневную потребность в энергии. Их метаболические двигатели эволюционировали, чтобы работать медленно, экономя топливо для защиты от истощения и смерти. Но последствия были суровыми: рост и размножение требуют энергии, а более медленный метаболизм неизбежно приводит к более длительному жизненному циклу. Это, в свою очередь, означает, что популяции орангутангов нужно больше времени на восстановление после природных или техногенных катастроф. Медленный метаболизм, элегантное эволюционное решение сложной окружающей среды, сделал орангутангов более уязвимыми к вымиранию перед лицом разрушения среды обитания и других вме-

шательств со стороны человека.

Первые измерения суточного расхода энергии у обезьяны открыли новый мир метаболической эволюции, имеющий большое значение для экологии, здоровья и выживания. Что мы могли обнаружить? И как в эту картину вписывались люди? Имея на руках результаты анализов только небольшой горстки приматов, мы не знали ответов на все эти вопросы. Нам нужно было больше данных, от большего числа видов всего генеалогического древа приматов.

Сила приматов

Проект по изучению энергообмена у приматов длился несколько лет, и в нем участвовало более дюжины сотрудников. Мы буквально соединяли частицы информации для получения результатов. Брайан Хэйр, специалист по когнитивным способностям обезьян и мой старый школьный друг, работал в двух обезьяньих заповедниках в Африке, Центре реабилитации шимпанзе Чимпунга в Республике Конго и Лола Я Бонобо в Демократической Республике Конго. (Примечание для путешественников: знайте, о каком Конго вы говорите. В одном довольно опасно, в другом – чрезвычайно.) Как и Фонд Great Ape Trust, они были первыми учреждениями по изучению приматов, которые проводили исследования только в том случае, если это было безопасно и полезно для шимпанзе и бонобо. Примерно в то же время Митч Ирвин, приматолог и защитник природы, работающий на Мадагаскаре, согласился включить измерения энергии в ежегодную оценку состояния здоровья диких диадемовых сифаков.

Но исследование действительно сдвинулось с мертвой точки, когда я встретил Стива Росса, директора Центра изучения и сохранения обезьян в зоопарке Линкольн-парка в Чикаго. Ученый был невероятно дружелюбным, позитивным и отзывчивым парнем, ведь он канадец. В дополнение к своей природоохранной работе и исследованиям горилл и

шимпанзе в зоопарке Линкольн-парка Стив посвятил свою жизнь перевозке обезьян, которые влачат унылое существование в лабораториях, придорожных цирках, гаражах и других островках нищеты, в хорошие зоопарки и заповедники. Он неустанно, но, заметьте, успешно работал над тем, чтобы обеспечить шимпанзе в Соединенных Штатах такую же федеральную защиту, какой пользуются гориллы, бонобо и орангутанги. Стив – просто герой.

Благодаря сотрудничеству с ним мы смогли добавить к проекту горилл, черно-зеленых мартышек, гиббонов и шимпанзе из зоопарка Линкольн-парка. Проект метода дважды меченой воды разошелся по всему земному шару, в Чикаго, оба Конго и на Мадагаскар, и образцы мочи медленно, но верно присылались нам для дальнейшего анализа. С помощью нескольких опубликованных измерений из других лабораторий мы смогли оценить разнообразие энергетических затрат во всем семействе приматов, от крошечных мышинных лемуров весом меньше 50 граммов до гигантских 210-килограммовых серебристых горилл. У нас даже были специальные условия для изучения: лаборатории, зоопарки, заповедники и сама дикая природа. К 2014 году мы собрали все данные. Отличались ли метаболические механизмы приматов от механизмов других млекопитающих?

Результаты оказались поразительными. Приматы сжигают в два раза меньше калорий, чем другие плацентарные млекопитающие. Чтобы выразить это в понятных для человека

цифрах, предположим, что нормальные ежедневные затраты энергии для взрослых людей составляют от 2500 до 3000 килокалорий в день (мы подробнее обсудим это в Главе 3). Исследование показало, что типичное плацентарное млекопитающее нашего размера сжигает более 5000 килокалорий в сутки. Это ежедневные энергетические затраты олимпийских спортсменов на пике подготовки! Но это не означает, что другие животные невероятно активны – они проходят не более трех километров в день и тратят большую часть времени на еду и отдых. Их тела просто сжигают энергию быстрее, намного стремительнее, чем может выдержать замедленный метаболизм обезьян.

Наконец-то мы получили ответ на вопрос, почему у людей и других приматов такой длинный жизненный цикл. Около шестидесяти миллионов лет назад, в начале эволюции наших предков, произошло значительное сокращение энергетических затрат. Метаболические двигатели приматов замедлились до половины скорости обмена веществ других плацентарных млекопитающих. Была ли эта революция в обмене веществ вызвана давлением естественного отбора на жизненный цикл, или же виной были изменения в диете или окружающей среде, которые замедлили наш метаболизм и оказали значительное влияние на рост, размножение и старение – ответ на этот вопрос до сих пор остается неясным. Что нам точно известно, так это то, что глобальность эволюционных изменений метаболизма приматов точно соответ-

ствует трансформации цикла жизни. Медленные темпы роста, размножения и старения – это именно то, чего мы от них ожидаем, учитывая низкие ежедневные затраты энергии. Сегодня люди и другие приматы, обладатели этого метаболического наследия, живут дольше и медленнее, чем другие млекопитающие.

Метаболические механизмы приматов сильно отличаются от других млекопитающих – приматы сжигают в два раза меньше калорий.

Это довольно странно, но мы, как и многие исследователи до нас, обнаружили, что скорость основного обмена приматов была схожа с показателями других млекопитающих, хотя ежедневные затраты энергии у них резко различались. Мы полагаем, что несоответствие между этой скоростью и суммарным ежедневным расходом отражает большой размер мозга приматов (этот орган потребляет много топлива). И, следует отметить, связь между метаболизмом и жизненным циклом остается активно изучаемой и противоречивой областью исследований. Мы рассмотрим эти и другие темы в Главе 3 и в других разделах. А теперь давайте обратим внимание на последнюю загадку в развитии обмена веществ у приматов, которая будет обсуждаться на протяжении всей этой книги, – эволюционировавшую метаболическую стратегию нашего вида.

Это мы

Анализируя результаты проекта по изучению метаболизма приматов, мы строили планы относительно более крупных открытий. Исследование орангутангов и других обезьян показало, насколько изменчива скорость обмена веществ в течение эволюционного времени и насколько тесно она связана со средой обитания и жизненным циклом. Таким образом, ключевой вопрос заключался в следующем: что расход энергии может рассказать нам о нашей эволюции? Общепринятое мнение, как я уже упоминал ранее, состояло в том, что ежедневные затраты энергии были одинаковыми у обезьян и людей и не сильно различались у представителей нашей родословной линии.

Знаковым исследованием, формулирующим эту идею, является статья Лесли Айелло и Питера Уилера, написанная в 1995 году. Они собрали все измерения размеров органов человека и других обезьян из более ранних работ, отметив, что у человека мозг больше, а печень и кишечник меньше, чем у обезьян. Не у всех мозг расходует одинаковое количество энергии. Мозг, кишечник и печень являются самыми энергозатратными органами – каждый грамм их тканей сжигает тонну калорий, потому что клетки в этих органах невероятно активны (мы поговорим об этом подробнее в Главе 3). Айелло и Уилер провели расчеты и обнаружили, что у

людей энергия, сэкономленная за счет меньшего размера кишечника и печени, полностью компенсирует затраты нашего крупного мозга. Основываясь на этом важном факте, а также на наблюдении, что скорость основного обмена человека и обезьяны в целом похожи на показатели других млекопитающих, ученые утверждали, что критические метаболические изменения в нашей эволюции произошли пропорционально: увеличивая количество калорий, направляемых в мозг, и уменьшая энергию, необходимую для работы кишечника. В этом случае ежедневный расход остается неизменным. Люди тратят не больше энергии, чем обезьяны, они просто тратят ее по-другому.

Эволюционные компромиссы (например схема переключения основного потока энергии из кишечника в мозг, обнаруженная Айелло и Уилером) являются краеугольным камнем современной биологии. Как заметил сам Чарльз Дарвин, опираясь на труды Томаса Роберта Мальтуса, между обитателями природного мира всегда идет борьба за ресурсы: их никогда не хватает. Следовательно, все виды эволюционируют в условиях дефицита. Вы не можете ни съесть торт, ни оставить его на потом. Если в ходе естественного отбора появляются некоторые особенности, скажем, большая голова, полная отвратительных зубов, и мощные задние лапы, другим нужно пожертвовать, например длинными передними конечностями... и вуаля, у нас есть тираннозавр рекс. Или, как выразился Дарвин в «Происхождении видов» (цитируя

Гете): «Природа вынуждена экономить в одном направлении, чтобы расходовать в другом».

Идея о том, что мозг и кишечник перераспределили энергию между собой, была выдвинута еще в 1890-х годах Артуром Кизсом после исследований приматов в Юго-Восточной Азии. Он даже попытался показать, что в этом кроется причина различия в размерах мозга человека и орангутанга, однако ученый опередил свое время и математически еще не мог доказать эту теорию. Имея лишь рудиментарное представление об изменении размеров органов в зависимости от общих пропорций тела у млекопитающих, он не смог показать предполагаемого обмена энергией между мозгом и кишечником. Однако на протяжении XIX века идея Артура Кизса все время лежала на поверхности. Например, можно вспомнить Катарину Милтон, антрополога с ценным опытом в области питания, – она десятилетиями работала с людьми и другими приматами в Центральной и Южной Америке (и именно она первой применила метод дважды меченой воды во время исследования диких обезьян-ревунов еще в 1978 году). Милтон доказала, что у приматов, питающихся листьями, кишечник больше мозга. Это объясняется тем, что им необходимо правильно переваривать волокнистую пищу, которую они едят. У видов, которые питались фруктами в тех же лесах, наоборот, был большой мозг и маленький кишечник. Карел Ван Шайк и Карен Айлер из Цюрихского университета провели большое количество исследований в

2000-х и 2010-х годах, доказывая, что цена большего мозга может даже помочь объяснить эволюционные различия жизненного цикла у приматов.

Но как бы ни были важны компромиссы нашего организма, есть основания полагать, что их недостаточно, чтобы объяснить полный набор энергетически важных черт, которые делают человека уникальным. Как мы обсудим в Главе 4, люди растут медленнее и живут дольше, чем любой другой примат, но каким-то образом находят энергию, чтобы размножаться быстрее, чем любой из них. Мы обладаем большим и энергозатратным мозгом, а еще ведем физически активный образ жизни (по крайней мере, те из нас, кто не избалован современными технологиями). Люди также вкладывают больше средств в поддержание своего организма и живут дольше, чем другие обезьяны. Каким-то образом, нарушая естественный порядок течения жизни, который строится на компромиссах, *homo sapiens* изменился, чтобы получить все эти качества.

Мы предполагали, что набор энергетически затратных человеческих адаптаций можно объяснить ускоренным метаболическим двигателем, эволюционировавшим, чтобы сжигать больше калорий каждый день. В нашем распоряжении было много данных о людях, но нам нужны были измерения, полученные от обезьян, чтобы сравнить их должным образом. Мы со Стивом Россом разработали план привлечения зоопарков по всей территории Соединенных Штатов. В те-

чение нескольких месяцев мы работали с учреждениями по всей стране, составляя графики сбора данных. Мы наняли Мэри Браун, стажерку зоопарка Линкольн-парка, почти такую же жизнерадостную и неудержимую, как Стив, чтобы она ездила по местам содержания приматов (всего их было 14) и координировала процесс сбора информации об обезьянах, которую мы получали. Вскоре моча стала чем-то сродни жидкому золоту для нас.

Результаты оказались даже более многообещающими, чем мы надеялись. Мы обнаружили, что у всех четырех представителей рода человекообразных обезьян (шимпанзе и бонобо, гориллы, орангутанги и люди) были разные ежедневные энергетические затраты. Люди показали самый высокий результат – мы расходует примерно на 20 % больше энергии, чем шимпанзе и бонобо, на 40 % больше, чем гориллы, и на 60 % больше, чем орангутанги, учитывая различия в размерах тела. Скорость основного обмена тоже отличалась, но в тех же пропорциях. Столь же шокирующими были колебания в жировых отложениях. У выбранных нами людей жировой ткани было в два раза больше (23–41 %), чем у других обезьян (9–23 %). Орангутанги были самыми упитанными, а вот шимпанзе и бонобо считались даже тощими. Как мы обсудим в главе 4, вполне вероятно, что увеличение количества жира в теле происходило параллельно с ускорением метаболизма, обеспечивая больший запас топлива для защиты от голода.

Эти различия в обмене веществ и жировых отложениях не были вызваны уровнем двигательной активности: для эксперимента мы специально отобрали людей, ведущих сидячий образ жизни, и сравнивали их с обезьянами, живущими в стенах зоопарка. Различия крылись глубже – в основе каждого вида. На протяжении эволюционной истории скорость метаболизма постоянно замедлялась или ускорялась, как конфорка на плите. Такие изменения в обмене веществ были продиктованы окружающей средой: доступностью пищи, хищниками или... чем-то еще? Что касается орангутангов, то мы вполне уверены, что их медленный метаболизм и способность накапливать жир являются эволюционной реакцией на нехватку еды, что помогает им поддерживать ежедневную потребность в энергии на низком уровне и сохранять значительный ее запас в виде жира. А вот метаболические вариации у африканских обезьян – шимпанзе, бонобо и горилл – это все еще не разгаданная тайна.

При учете разницы в размерах, люди тратят максимальное количество энергии в сравнении с человекообразными обезьянами.

На протяжении человеческого развития наши клетки эволюционировали, чтобы работать усерднее, делать больше и сжигать больше энергии. Кроме того, эти метаболические адаптации также вызвали другие серьезные изменения в работе человеческого организма: как работает наше тело, как мы себя ведем и многое другое (к этим вопросам мы вер-

немся в последующих главах). Расход энергии увеличивался параллельно изменению рациона питания, а также тому, каким образом мы добывали, готовили еду и делились ею. Более быстрый метаболизм развивал способность накапливать жир. Сегодня наш эволюционировавший обмен веществ задает лимиты во всем: от спорта и исследований до беременности и роста. И, конечно, эти фундаментальные изменения в том, как человек тратит энергию, были решающими в развитии нашего большого мозга и уникального жизненного цикла. Да, компромиссы были важны, но именно эволюционировавший метаболизм сделал нас людьми.

Дарвиновский взгляд

Именно волнение от этих открытий и грядущие научные приключения неумолимо влекли меня в лагерь хадза, спрятанный в отдаленных холмах Тлиика на севере Танзании, где я слушал львиный хор и измерял затраты энергии. Наша работа с обезьянами и остальными приматами буквально перевернула устоявшиеся научные представления, доказав, насколько радикально эволюция изменила метаболические стратегии человека и других обезьян. Что бы мы обнаружили, если бы обратили внимание на наш вид и исследовали, как люди разных культур, с совершенно непохожим образом жизни, расходуют энергию? Чему мы могли бы научиться, работая с такими племенами, как хадза, которые живут во многом как наши общие предки, охотники и собиратели? В то время, ночуя в палатках и занимаясь наукой в саванне, мы даже подумать не могли, что наши исследования племени хадза станут таким прорывом, что изменят все представления о взаимосвязи между метаболизмом и образом жизни.

В следующих главах мы рассмотрим расход энергии, физические упражнения и рацион питания с эволюционной точки зрения, представив современные болезни и метаболические нарушения в ином свете, чем на обложках журналов о здоровье или книг о правильном образе жизни. Наши метаболические двигатели создавались на протяжении милли-

онов лет эволюции не для того, чтобы гарантировать нам идеальное тело для пляжа, поддерживать нас в форме или даже обязательно сохранять здоровье. Вместо этого обмен веществ был сформирован дарвиновской установкой выживать и размножаться. Вместо того, чтобы держать нас в форме (как это предсказывает инженерная модель метаболизма), наш более быстрый обмен веществ привел к тому, что мы как вид накапливаем больше жира, чем любая другая обезьяна. Но это не единственное противоречивое и контрпродуктивное свойство, приобретенное в ходе естественного отбора. Как мы обсудим далее, метаболизм также реагирует на изменения в физических упражнениях и диете таким образом, что порой может мешать похудеть. И, кроме того, тяга к еде не имеет границ (как мы увидим это на примере племени хадза). Если аппетит приводит к тому, что мы готовы обворовать прайд грозных львов, то как можно держаться подальше от холодильника?

Эволюционная перспектива абсолютно необходима, чтобы избавиться от таких заболеваний, как ожирение. В развитом мире мы построили роскошные «сады», где все продукты доступны по щелчку пальцев и нам не нужно напрягаться, чтобы получить их. Тела, которые эволюционировали, чтобы двигаться весь день, расслабленно и безвольно сидят в удобных креслах и на диванах, смотря на мир через яркие экраны. И все это время растет количество болезней: ожирения, диабета, сердечно-сосудистых заболеваний, рака, когнитив-

ных нарушений – и их жертв. Количество болеющих людей увеличивается, и каждая из этих патологий тесно связана с тем, как мы получаем и расходует энергию. И, конечно же, для того, чтобы спастись от этих недугов, необходимо лучше понять, как работает наш организм и как взаимосвязаны расход энергии, физические упражнения и питание. Чем скорее мы выйдем за рамки упрощенного инженерного взгляда на метаболизм и примем дарвиновскую точку зрения, тем больше у нас будет шансов на здоровую и счастливую жизнь.

Итак, давайте рассмотрим механизмы наших метаболических двигателей, чтобы понять, как они работают. Если мы хотим эффективно управлять эволюционировавшим обменом веществ, нам нужно осознать принципы его действия.

Глава 2

Так что же такое метаболизм?

«Как музыка попадает в радио?» Это был не тот вопрос, который я ожидал услышать. Брайан Вуд и я, а также его жена Карла и наш полевой сотрудник Хериет только что закончили разбивать палатки под низкими акациями неподалеку от лагеря хадза, на просторной засушливой равнине, которая отделяет озеро Эяси от скалистых холмов Тлиика. Мы с Брайаном отдыхали в походных креслах, стоящих на пыльной земле, болтая о работе в сером предвечернем свете. Двое мужчин хадза, Багайо и Гига, сидели на земле неподалеку и, судя по всему, горячо спорили на своем языке. У них был маленький радиоприемник на батарейках, ценное владение в Хадзалэнде, где возможности развлечений ограничены. В какой-то момент они решили вовлечь нас в свой разговор, перейдя на суахили, чтобы задать вопрос. Но мы с Брайаном, должно быть, оба выглядели озадаченными, потому что Багайо снова спросил:

«Как музыка попадает в радио?»

Черт, мы ведь должны это знать...

Знакомство с новыми идеями и знаниями — одна из лучших вещей, которую нам дают путешествия, а в случае с экспедицией в племя хадза мы не только сами узнали много но-

вого, но и многому научили их. Их глубокое понимание природы поражает воображение. Любой ребенок племени сможет рассказать вам о физических характеристиках и поведенческих склонностях десятков видов животных, а также о том, как ветки от кустарников или деревьев или траву можно применить в повседневной жизни: в пище, для разведения огня, для постройки дома или просто как подручный инструмент. Когда наблюдаешь за тем, как мужчина хадза выслеживает раненую импалу на протяжении нескольких километров и никак не выдает свое присутствие или как женщина определяет размер и зрелость дикого клубня в метре под поверхностью, постукивая по земле камнем, не покидает ощущение, что это какая-то магия.

Мы же, со своей стороны, делились с племенем тем, что сами знали о внешнем мире: давали им книги, гаджеты, а иногда даже проводили вечерние киносеансы, показывая им документальные фильмы о природе или боевики на наших ноутбуках (фильмы «Парк юрского периода» – вечные фавориты). Врожденное любопытство, с которым мы все рождаемся и которое является сильной стороной любого ученого, кажется, составляет самую суть культуры хадза. Они хотят знать.

Разговоры обычно начинаются достаточно невинно, но могут перерасти в далеко идущие рассуждения о географии, космологии или биологии. «Сколько времени потребуется, чтобы дойти до вашего дома?» – это достаточно простой во-

прос, но реальный ответ требует обсуждения того, что Земля является одновременно круглой и невообразимо большой, с огромными континентами, разделенными бескрайними океанами (они были знакомы с этими концепциями, но не знали всех нюансов). «А моржи настоящие? (и если да, то что это за чертовщина?)» – это еще один справедливый вопрос, особенно если вы только что посмотрели документальный фильм о дикой природе Арктики и не знакомы со льдом, океанами или морскими млекопитающими. Я попытался объяснить, что моржи на самом деле – реальные (хотя и абсурдные) существа, вроде гиппопотамов с клыками слона и плавниками, как у рыбы. Не уверен, что мне кто-то поверил.

Есть замечательная цитата неопределенного происхождения, часто приписываемая Эйнштейну. Она гласит, что «если вы не можете объяснить что-либо простыми словами, вы этого не понимаете». Из-за ограниченности моего суахили и отсутствия у хадза формального образования всегда было весело объяснять, как работает различное исследовательское оборудование, как динозавры в «Парке юрского периода» были созданы компьютером или что измеряет манжета тонометра. Это часто давало понять, какие у меня есть пробелы в знаниях, о которых я даже не догадывался. Они были глубоко в моем сознании, и я мог описать их какими-то пустыми словами, которые на самом деле не имели никакого реального смысла.

Если подумать, то как все-таки музыка попала в радио?

Очень осторожно я начал объяснять. В Аруше, ближайшем крупном городе (о нем знали все хадза, но мало кто отваживался заходить так далеко), стоит здание. Внутри человек включает музыку на магнитофоне или пластинке. (Пока все идет хорошо. Они видели магнитофоны.) А еще там стоит аппарат, который проигрывает музыку и передает ее по воздуху с помощью антенны – большого металлического столба. Радио, в которое встроена еще одна антенна, ловит эту музыку из воздуха и передает ее через громкоговоритель.

«Хорошо, но что именно передается по воздуху из здания в Аруше прямо сюда?»

«Э-э, радиоволны», – ответил я, сразу поняв, что попал впросак.

«Ладно... А что такое радиоволны?»

Хороший вопрос... «Ну, они невидимы и передаются по воздуху. Ты их не слышишь, но они несут музыку...», – я замолчал. Я понятия не имел, как описать радиоволны, потому что сам толком не понимал это явление. На мой взгляд, они были не более чем маленькими дугами, исходящими от антенны, как в каком-то мультфильме. Я знал, что они были своего рода «электромагнитной энергией», но это было бесполезной болтовней. Это похоже на свет, верно? Но как объяснить невидимый свет, исходящий от металлического шеста, несущего музыку? Считается ли это вообще точным описанием?

«А!» – воскликнул Багайо, поднимая свой охотничий лук.

«Вот так», – тут он натянул тетиву. Звук невидимо распространяется по воздуху, от тетивы к нашим ушам. Отличная аналогия! Да, именно об этом мы сейчас и говорим! Мне было известно, что звуковые и радиоволны – это разные феномены, но я также знал, что не мог объяснить явление лучше, чем это сделал за меня охотник.

Гига и Багайо были довольны. Брайан и я легко отделались. В следующий раз, когда мы будем в городе, чтобы пополнить запасы, я загуглю, что такое радиоволны.

Развеивая миф о метаболизме

Если мы собираемся обсуждать передовые научные достижения в области метаболизма человека, нам необходимо иметь реальное понимание того, что он собой представляет и как работает – конечно, более профессиональное, чем то, которое у меня было о радиоволнах. Никакой бесполезной информации, никакого жаргона и никакой чертовщины. Давайте начнем с самого начала.

Метаболизм – это широкий термин, который описывает всю работу, которую выполняют ваши клетки. Большая ее часть включает контроль за курсированием молекул в клеточные мембраны (стенки клеток) или из них и преобразование одного вида частиц в другой. Ваше тело – это ходячее, плещущееся ведро из тысяч взаимодействующих молекул – ферментов, гормонов, нейромедиаторов, ДНК и многих других, – и едва ли все это попадает в организм в пригодном виде из пищи. Вместо этого клетки постоянно приносят питательные вещества и другие полезные молекулы, циркулирующие в кровотоке, через свои стенки для использования в качестве топлива или строительных блоков, превращая их во что-то другое, а затем выталкивая материал, который они построили из своих стенок, чтобы использовать его в другом месте организма. Клетки яичников втягивают внутрь молекулы холестерина, вырабатывают из них, а затем

выталкивают в кровоток эстроген – гормон, который оказывает влияние на весь организм. Нервы и нейроны постоянно перекачивают ионы (положительно или отрицательно заряженные молекулы) внутрь и наружу, чтобы поддерживать отрицательный внутренний потенциал. Клетки поджелудочной железы, направляемые ДНК, собирают инсулин и множество пищеварительных ферментов из аминокислот. Список можно продолжать и продолжать. Объем метаболической работы, происходящей прямо сейчас в вашем теле, ошеломляет.

И все это требует энергии. На самом деле, работа и есть энергия. Мы измеряем работу и энергию с помощью одних и тех же единиц и можем говорить о них взаимозаменяемо. Бросьте бейсбольный мяч, и его «кинетическая энергия», когда он покидает вашу руку, по определению точно равна количеству работы, которую вы совершили, чтобы ускорить его. Тепловая – это еще одна распространенная форма энергии. Разогрейте чашку молока в микроволновке для вашего ребенка, и повышение температуры покажет вам, сколько электромагнитной энергии забрала жидкость. Энергия, выделяемая при сжигании бензина, равна сумме работы, проделанной для перемещения автомобиля по дороге, и тепла, выделяемого двигателем. Потребляемая энергия всегда равна сумме проделанной работы и полученного тепла, независимо от того, идет ли речь о вашем теле, автомобиле или смартфоне. Мы все живем по одним законам физики.

Энергия также может храниться в вещах, которые по-

тенциально могут выполнять работу или создавать тепло, например в бензине в топливном баке. Натянутая резинка или пружина мышеловки, готовая сработать, обладает потенциальной энергией упругой деформации. Шар для боулинга, который положили на высокую стойку и который может упасть с нее, обладает потенциальной энергией. Связи, которые удерживают молекулы вместе, могут накапливать химическую энергию, которая высвобождается, когда они распадаются. Когда молекулы в 0,9 кг нитроглицерина (химическая формула: $4\text{C}_3\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_9$) расщепляются на азот (N_2), воду (H_2O), метан (CO) и кислород (O_2) во время детонации, они резко высвобождают достаточно энергии (730 килокалорий), чтобы поднять и запустить 75-килограммового человека прямо в небо на 4 км (что считалось бы «работой») или испарить его (что мы также могли бы назвать «теплом»). Это подводит нас к последнему пункту, касающемуся энергии: она может быть преобразована в различные формы – кинетическую, тепловую, химическую, работу, – но никогда не может быть потеряна.

Калории и джоули – это две стандартные единицы измерения энергии, будь то химическая энергия, запасенная в пище, тепло от огня или работа, выполняемая машиной. Термин «калории» считается наиболее употребляемым в Соединенных Штатах, когда речь идет о еде, однако нам удалось изменить его привычное использование. Одна калория – это именно то количество энергии, которое необходимо для по-

вышения температуры одного миллилитра воды (одной пятой чайной ложки) на один градус Цельсия. На самом деле ее слишком мало, чтобы она была полезной единицей измерения, когда мы говорим о пище (представьте, что дорожные знаки будут показывать расстояние в сантиметрах). Вместо этого, рассуждая о пище, мы на самом деле говорим о килокалориях, или 1000 калорий. Чашка сухих хлопьев для завтрака Cheerios содержит 100 калорий в соответствии с информацией о питательных веществах на коробке, но на самом деле это 100 килокалорий, или 100 000 калорий.

Так почему бы нам просто не называть это килокалориями, или ккал, вместо того чтобы злоупотреблять термином «калории»? Как ни странно, в конце XIX века, когда ученые решили использовать калории в качестве предпочтительной единицы измерения пищевой энергии, влиятельный и прогрессивный американский диетолог Уилбур Этуотер решил придерживаться ранних загадочных условностей и просто писать с заглавной буквы слово «калории», когда речь заходит о килокалориях. Это примерно так же разумно, как писать «Сантиметры» для обозначения метров. И мы с тем пор используем запутанную систему калорий (или Калорий) на упаковках продуктов питания. Конечно, это всего лишь еще одна запись в долгой неловкой истории измерений в Соединенных Штатах. У страны, которая настаивает на использовании чайных ложек, дюймов и Фаренгейта, очевидно, есть глубокие психологические проблемы при обсуждении еди-

ниц измерения. (Кстати, если вы путешествуете по цивилизованному миру и хотите перевести джоули на этикетках продуктов питания в калории, разделите их на четыре.)

Поскольку работа и энергия – это две стороны одной медали, мы можем смело рассматривать всю работу, которую выполняют наши клетки, и всю энергию, которую они потребляют, как два способа измерения одного и того же. Можно использовать понятия «метаболизм» и «расход энергии» как взаимозаменяемые. Вот почему биологи-эволюционисты, такие как я, а также врачи и сотрудники общественного здравоохранения, так зациклены на расходовании энергии, в которой мы измеряем скорость обмена веществ, ведь это самый главный показатель активности организма. Скорость, с которой клетка выполняет работу, определяет скорость ее метаболизма, расход энергии в минуту. Сложите работу всех клеток в вашем теле, и вы получите общую скорость обмена веществ, энергию, которую вы тратите каждую минуту. Ваш метаболизм – это работа всего клеточного оркестра на пределе возможностей, когда звуки 37 триллионов микроскопических музыкантов сливаются в прекрасную симфонию.

Сложная метаболическая система, которая поддерживает нас и которую мы все считаем само собой разумеющейся, является чудом естественного отбора. Потребовался почти миллиард лет – неисчислимые триллионы поколений, квадриллионы фальстартов и тупиковых ветвей эволюции, – чтобы на этой планете развилась основная структура сего-

дняшних простейших одноклеточных метаболических систем, вечность проб и (в основном) ошибок. Нужно было еще два миллиарда лет, чтобы простейшие многоклеточные организмы с их интегрированными метаболическими системами и разделением труда эволюционировали¹³. На этом пути жизни пришлось столкнуться с некоторыми серьезными проблемами в области фундаментальной химии: жир смешался с водой, а кислород, химическое вещество, которое сжигает и убивает, дает нам жизнь. Жиры и сахара, содержащие больше энергии на грамм, чем нитроглицерин, должны тщательно сжигаться для получения топлива, не взрывая организмы или не кипятя их заживо.

Общая скорость обмена веществ – это сумма энергии, которую тратят все клетки вашего тела каждую минуту.

И это даже не самая странная часть. Вся работа, которую выполняют наши тела, происходит за счет того, что клетки подпитываются микроскопическими чужеродными формами жизни, называемыми «митохондриями», которые живут в них. Митохондрии имеют свою собственную ДНК и двухмиллиардную эволюционную историю (а они ведь спасли все на Земле от неминуемой гибели). И большая часть работы по перевариванию пищи в пригодные для употребления кусочки выполняется обширной экосистемой, которая живет

¹³ Речь о типах питания, способах размножения, заселяемой территории – в общем, об образе жизни разных видов. – Прим. науч. ред.

в вашем кишечнике. Микробиота включает в себя триллионы бактерий, которые заселяют весь ваш пищеварительный тракт, длинный и извилистый проход, соединяющий рот с анусом.

Все мы ходячие химеры: наполовину люди и наполовину неизвестные существа, совершающие обычное чудо превращения мертвой пищи в живых людей каждый день, не задумываясь ни на минуту. Это история, которую вы, вероятно, уже читали раньше. Скорее всего, на страницах учебника, да еще и приукрашенную в несколько раз. Но стоит послушать ее еще один раз.

Во всяком случае, это важнейшая основа, которая чрезвычайно необходима для понимания того, как питание влияет на здоровье и как тело сжигает энергию — как на самом деле устроена жизнь.

«Зеленый сойлент» – это о людях (или могло бы быть)

Начиная со времен древних греков и вплоть до XVII века люди – в том числе и очень умные, такие как Аристотель, – думали, что мухи, мыши и другие организмы могут самопроизвольно появляться из неодушевленных предметов, например грязи и гнилого мяса. Тогда это предположение имело смысл: в один день в углу сарая куча старого тряпья и сено, а на следующий – там уже мыши. Личинки, казалось, появлялись из гниющих туш, и никто и ничто не помещало их туда целенаправленно. Без правильного понимания микроскопического мира или строгих экспериментов эту идею было трудно опровергнуть. И эта теория была популярна вплоть до испытания Луи Пастера в 1859 году, когда он, вскипятив бульон, доказал, что в нем ничего не сможет расти, если не давать пыли и насекомым попадать туда извне (с тех самых пор мы предпочитаем пастеризовать еду). Сегодня идея «спонтанного зарождения» преподается школьникам как классический пример того, какими невежественными были люди и как далеко продвинулась наука.

Конечно, абсурдно предполагать, что мухи могут самопроизвольно появляться из мертвых останков. Но, как мы поняли за последнее столетие научных исследований метаболизма, правда выглядит еще более странной. Животные,

растения и все другие живые существа на самом деле являются «машинами спонтанного зарождения», буквально «собирая» свои организмы и тела своих потомков из пищи, воды и воздуха. В конце концов, что такое муха, как не маленькая машина, которая строит детенышей из гнилого мяса?

В уже ставшим классикой фильме «Зеленый сойлент», научно-фантастической антиутопии 1973 года, действие которого происходит в мрачном будущем Нью-Йорка, персонаж Чарлтона Хестона с ужасом обнаруживает, что зеленая каша, которую все едят, на самом деле сделана из людей. Когда в последней, самой драматичной сцене его насильно уносят, он кричит всем, кто его слышит: «Зеленый сойлент – это люди!». Перенесемся в 2018 год, и в качестве примера, когда из искусства извлекают выгоду, вы можете купить пищевые смеси марки Soylent, замысловатые тюбики питательных веществ, которыми можно заменить нормальную пищу, когда вы хотите поесть на бегу или когда вам не с кем пойти на ланч. Я понятия не имею, какого вкуса этот продукт, но это отличный пример разнообразия. Теперь я почти уверен, что зеленый сойлент, который вы покупаете в интернете в наши дни, не из людей. Но вот в чем загвоздка: может быть, он и из них. Все, что вам нужно сделать, – это съесть его.

Каждая молекула в вашем теле, каждый килограмм костей и мышц, каждый грамм мозга и почек, каждый ноготь и ресница, все шесть литров крови, которые текут по сосудам, – все это появилось из той пищи, которую вы съели.

Энергия, которая заставляет вас двигаться и поддерживает жизнь, также поступает из еды. Вы – это то, что вы едите, это не просто избитое клише, это сущность жизни. Каждый содрогаются, думая о большом количестве американцев, которые буквально ходячие говорящие биг-маки. Мои дети выросли на куриных наггетсах, пасте, йогуртах и морковке. Сам я питаюсь в основном крендельками и пивом. Как все это работает?

Следуй за пищей

Начнем с обеда. Вы садитесь за стол и едите маслянистый кусок пиццы пепперони (веганы в этом мысленном эксперименте могут заменить мясо и сыр на растительные продукты). Вы откусываете кусочек и начинаете жевать; пленительное сочетание хлеба, соуса, мяса и сыра танцует на вкусовых рецепторах, зубы разрывают корочку, запах поднимается по задней части неба и заполняет нос. Это неопишимо.

Алхимические процессы начались. Жевание и смешивание пищи со слюной – это первый шаг к перевариванию еды и ее основных составляющих, макроэлементов. Существует три категории макроэлементов: жиры, белки и углеводы. Углеводы – это крахмал, сахар и клетчатка. Они поступают в основном из растительной пищи – корочки и томатного соуса в пицце, которую вы едите. Жиры (в том числе масла) бывают как растительного, так и животного происхождения: к последним относятся сыр и пепперони на кусочке пиццы. Белки поступают в основном из мяса и листьев, стеблей, семян растений (включая бобы, орехи и злаки). Пепперони и сыр полны белков, как и листья базилика сверху. В корке есть белок, в том числе много демонизированной клейковины (глутена), из-за которой тесто приходится долго пережевывать. В кусочке пепперони, который вы едите, есть вода, а также небольшое количество других веществ, та-

ких как минералы и витамины, необходимые вашему организму. Но макроэлементы – жиры, белки и углеводы – являются главной составляющей еды. Именно они поддерживают метаболизм и являются сырьем для обмена веществ.

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.