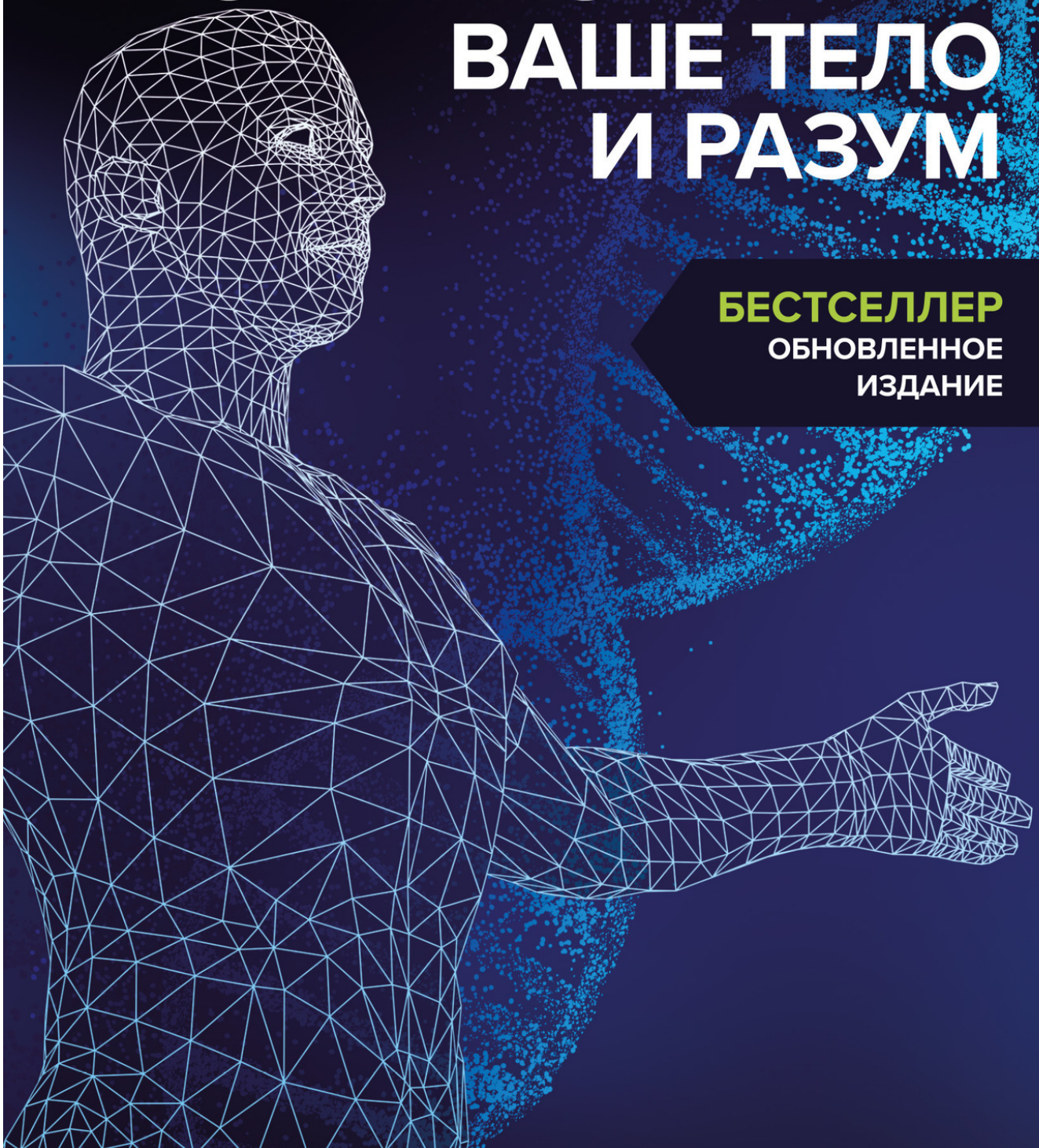
БРЮС ЛИПТОН
профессор медицины,
один из основателей Новой биологии,
популярный лектор

Биология веры

КАК СИЛА УБЕЖДЕНИЙ МОЖЕТ ИЗМЕНИТЬ ВАШЕ ТЕЛО И РАЗУМ



БЕСТСЕЛЛЕР
ОБНОВЛЕННОЕ ИЗДАНИЕ

Лаборатория подсознания. Наука
о скрытых возможностях человека

Брюс Липтон

Биология веры. Как сила убеждений может изменить ваше тело и разум

«Эксмо»
2015

УДК 576
ББК 28.05

Липтон Б.

Биология веры. Как сила убеждений может изменить ваше тело и разум / Б. Липтон — «Эксмо», 2015 — (Лаборатория подсознания. Наука о скрытых возможностях человека)

ISBN 978-5-04-091737-2

Бестселлер молекулярного биолога Брюса Липтона радикально меняет традиционное представление о реальности, открывая новые связи между биологией, психологией и духовностью.На основе новейших научных экспериментов, проведенных автором и его коллегами, в книге говорится: клетки не управляют нашей биологией. Напротив, сигналы извне – в том числе, наши негативные и позитивные мысли – ответственны за формирование ДНК. Таким образом, наши тела способны меняться в зависимости от наших привычек и мыслей.Книга представляет собой глубокий синтез самых впечатляющих последних исследований в области механизма работы клеток и квантовой физики. При этом она написана языком, понятным всем.Обновленное издание дополнено новыми научными открытиями, сделанными за последнее десятилетие.

УДК 576
ББК 28.05

ISBN 978-5-04-091737-2

© Липтон Б., 2015
© Эксмо, 2015

Содержание

КНИГИ ДЛЯ САМОПОЗНАНИЯ 7
Пролог 9
Введение. Магия клеток 12
Магия клеток – дежавю 16
Уроки клеток 19
Прорываясь к свету 20
Глава 1. Уроки чашки Петри: похвальное слово умным к леткам и умным студентам 22
Клетки как маленькие человечки 25
Истоки живого: умные клетки становятся умнее 28
Эволюция без окровавленных когтей 30
Практические выводы из уроков клетки 34
Глава 2. Для особо непонятливых: все дело в среде! 40
Строительный материал живого – белок 42
Как белки создают жизнь 46
Первенство ДНК 51
Проект «Геном человека» 53
Кое-что из азов клеточной биологии 56
Эпигенетика: новая наука о самоуправлении 58
Конец ознакомительного фрагмента. 60

Брюс Липтон
Биология веры. Как сила убеждений может изменить ваше тело и разум

© Байтеев А., дизайн обложки, 2018
© Палец Д.Б., перевод на русский язык, 2018
© Власов Г., перевод на русский язык, 2018
© Оформление. ООО «Издательство «Эксмо», 2018

* * *

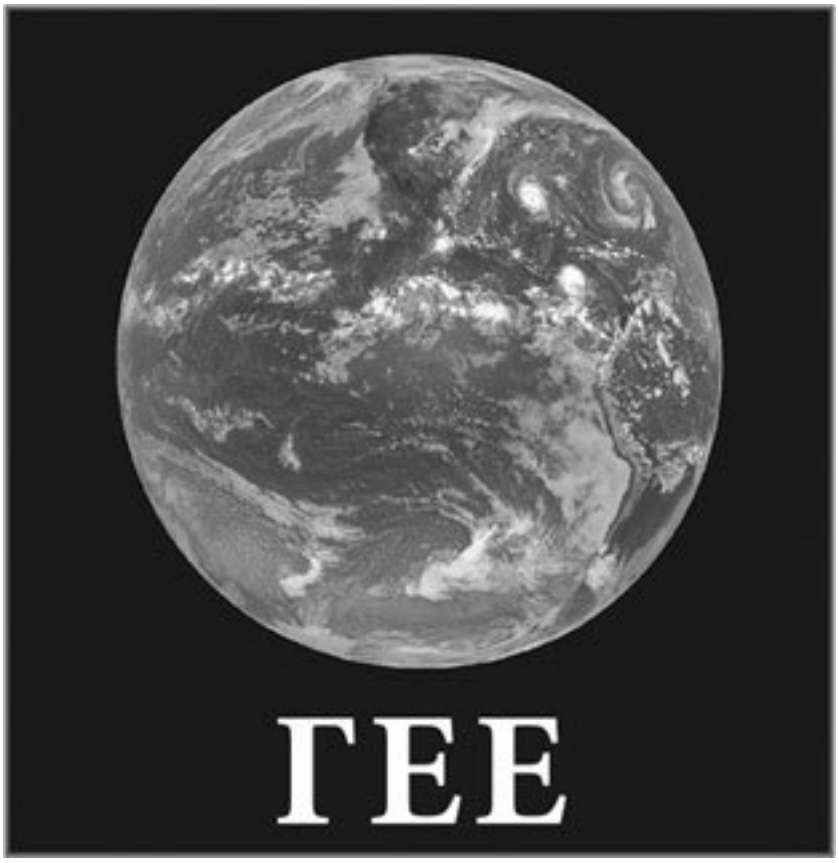
Я посвящаю свою книгу…

Нашей Общей Матери, да простит Она нам наши прегрешения.

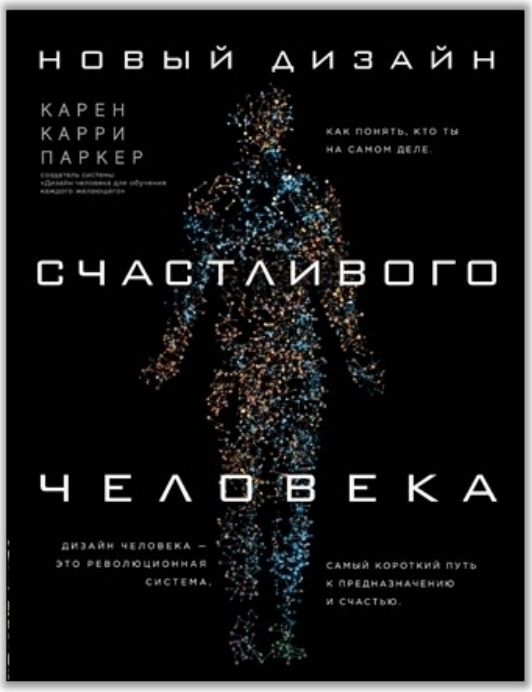
Моей матери Глэдис, которая неизменно поддерживала и поощряла меня безропотно и терпеливо все те двадцать лет, которые ушли на подготовку этой книги.

Моим дочерям Тане и Дженнифер, прекрасным женщинам того мира, который всегда был рядом со мной… невзирая ни на какие превратности судьбы.

И в особенности – моей драгоценной Маргарет Хортон, моему лучшему другу, моему спутнику жизни, моей любви. Да продлится и впредь наше радостное путешествие к счастью!


ГЕЕ

КНИГИ ДЛЯ САМОПОЗНАНИЯ



Внутренняя инженерия. Путь к радости. Практическое руководство от йога

Человек – самый сложный механизм на планете, а йога – инструкция по его применению. Так считает Садхгуру – коуч ведущих компаний мира. В своей книге он предлагает разработанную на основе древних учений систему «Внутренняя инженерия», которая поможет вам в поисках счастья и благополучия.

Сила внутри тебя. Как «перезагрузить» свою иммунную систему и сохранить здоровье на всю жизнь

Дипак Чопра – ведущий специалист в области интегративной медицины и Рудольф Танзи – нейробиолог-новатор, представляют свою новую революционную работу, посвященную иммунитету. Они не просто знакомят вас с результатами новейших исследований в области взаимодействия человеческого ума и тела, но и предлагают практичный семидневный план действий, следуя которому вы сможете запустить процесс самоисцеления организма.

Новый Дизайн счастливого человека. Как понять, кто ты на самом деле

Дизайн Человека – удивительно точный путеводитель по вашей личности. Специалист по Дизайну Человека и автор бестселлеров Карен Паркер в увлекательной и доступной форме научит разбираться во всех тонкостях этой системы. Эта книга поддержит вас в попытках понять себя, избавиться от слабостей и раскрыть свой потенциал.

Вселенная на твоей стороне. Как превратить страх в надежду на лучшее

Как сохранить внутреннюю гармонию и продолжать радоваться жизни в мире стремительных перемен и бесконечных катаклизмов? Как трансформировать страх и тревогу в надежду и веру в лучшее? Об этом рассказывает в своей новой книге специалист по йоге и медитации Габриэль Бернштейн. Вместе с этой книгой вы сможете расслабиться – и наконец-то почувствовать себя свободными, самодостаточными и способными радоваться каждому дню. Не нужно гоняться за жизнью – остановитесь и просто живите!

Пролог

«Если бы ты мог быть *кем угодно*… кем бы ты стал?» Когда-то я потратил неимоверное количество времени на размышления над этим вопросом. Я постоянно грезил об изменении своей личности – мне хотелось быть *кем угодно*, только не тем, что есть. Я сделал неплохую карьеру как специалист по клеточной биологии, был профессором медицинского факультета, но все это никоим образом не отменяло того факта, что моя внутренняя жизнь представляла собой руины – в полном смысле этого слова. Чем больше я старался найти в жизни счастье и удовлетворение, тем более неудовлетворенным и несчастным становился. В моменты раздумий мне все больше приходилось склоняться к мысли о необходимости принять это как должное. Судя по всему, судьба уготовила мне несчастливый жребий, и всё, что мне оставалось, это взять от нее лишь все возможное. Я чувствовал себя жертвой. *Que sera, sera* («будь что будет» – франц.)

Мои подавленность и фатализм испарились в один судьбоносный момент осенью 1985 г. Я отказался тогда от должности на медицинском факультете Университета штата Висконсин и отправился преподавать за границу, в медицинскую школу на одном из Карибских островов. Удаленность от основных событий академической жизни способствовала тому, что я начал мыслить вне жестких рамок веры, господствовавшей в традиционной науке. Вдали от всех этих башен из слоновой кости, уединившись на изумрудном острове посреди морской лазури, я испытал просветление, которое потрясло основы моих верований о природе жизни.

Мое мгновенное преображение произошло во время анализа механизмов, посредством которых клетки управляют своей физиологией и поведением. Я вдруг понял, что жизнь клетки определяется не столько ее генами, сколько ее физическим и энергетическим окружением. Гены – лишь молекулярные «чертежи» для построения клеток, тканей и органов. А среда выступает в роли «подрядчика», который прочитывает и реализует эти схемы, и она в полной мере ответственна за будущую жизнь клетки. Именно «информированность» отдельной клетки о своем окружении, а не ее гены, запускает механизмы жизни.

Я был специалистом по клеточной биологии и понимал, что мои идеи влекут за собой далеко идущие выводы и для моей собственной жизни, и для всех остальных людей. Каждый человек состоит примерно из пятидесяти триллионов отдельных клеток, поэтому я посвятил свою профессиональную жизнь совершенствованию понимания отдельной клетки – ведь чем лучше мы будем ее понимать, тем больше узнаем о сообществе клеток, которое и представляет собой человеческий организм. Коль скоро отдельными клетками движет их информированность об окружающей среде, то это же самое можно сказать и о нас самих, состоящих из триллионов подобных «строительных единиц». Как и у отдельной клетки, характер нашей жизни определяется не генами, а нашими реакциями на сигналы внешнего мира, которые сообщают движение жизненным механизмам.

С одной стороны, новое понимание природы жизни явилось для меня потрясением. Без малого два десятилетия я внедрял в умы студентов-медиков Центральную Догму биологии – *веру* в то, что жизнь управляется генами. Однако на интуитивном уровне это новое понимание не было такой уж полной неожиданностью. Сомнения по поводу генетического детерминизма никогда не давали мне покоя – отчасти они основывались на результатах государственной программы исследования клонирования стволовых клеток, в которой я участвовал 18 лет. Чтобы это понять, мне потребовалось на время удалиться от традиционной академической жизни, но эти работы (от 1985 г.) неопровержимо свидетельствовали, что один из самых выпестованных догматов биологии порочен по своей сути.

Новое понимание природы жизни не только согласовалось с результатами моих исследований. Впоследствии я осознал ошибочность еще одной веры традиционной науки, кото-

рую я пытался передать и своим студентам, что аллопатия – это единственная разновидность медицины, достойная стен медицинского факультета университета. Отдав должное энергетическому подходу, это новое понимание стало фундаментом, на котором наряду с аллопатической медициной находится место науке и философии комплементарной медицины. Комплементарная (букв.: «дополняющая») медицина – совокупность нелекарственных и нехирургических лечебных практик, рассматриваемых как дополнение к традиционным (аллопатическим) методам лечения (различные виды массажа, энергетические практики, ароматерапия и т. п.). В последнее время сторонники данного термина все чаще предпочитают его выражению «альтернативная медицина» и подчеркивают, что не пытаются противопоставлять свои методы традиционным, черпающим силы в духовной мудрости древних и современных религий.

Лично для себя я понял: мои душевные неурядицы питала безосновательная вера в собственную обреченность на беспримерно несчастную жизнь. Человек обладает поразительной способностью страстно и упорно цепляться за ложные *верования*, и научные работники с их хваленым рационализмом не составляют здесь исключения. Обладая высокоразвитой нервной системой и большим мозгом, человек воспринимает мир более сложным образом, чем отдельная клетка. А когда в работу включается уникальный человеческий разум, у нас появляется возможность выбирать способ осознания своего окружения – в отличие от отдельной клетки, чье восприятие более рефлексивно.

Мысль о возможности исправить свою жизнь, изменив свои *верования*, привела меня в восторг. В одно мгновение я испытал небывалый прилив сил и понял, что существует научно обоснованный путь от моей прежней роли вечной «жертвы» к новой роли «сотворца» собственной судьбы.

С той волшебной ночи на Карибах, когда со мной произошло это судьбоносное прозрение, прошло уже более тридцати лет. И более десяти лет миновало с выхода в свет первого издания «Биологии веры»[1]. За прошедшие годы, и особенно в последнее десятилетие, биологические исследования подтвердили знания, полученные мной тем ранним утром. Мы живем в захватывающие времена, потому что наука находится в процессе разрушения старых мифов и трансформации фундаментальной *веры* человеческой цивилизации. *Вера* в то, что мы хрупкие, управляемые генами биохимические машины, уступает место осознанию нас как могущественных творцов собственной жизни и окружающего мира.

Все и вправду меняется, поэтому я особенно рад этому юбилейному изданию «Биологии веры». Кстати, была мысль и о новом названии книги – «Биология веры и надежды». Однако я передумал, потому что мне нравится «Биология веры»! Не стану отрицать, я постоянно слышу о множестве негативных событий, но остаюсь полным надежд. Меня поддерживают численность и энтузиазм аудитории моих лекций о «Биологии веры», а сама книга опубликована в тридцати пяти странах, и число ее читателей постоянно растет.

Все больше и больше профессионалов, согласных с ущербностью «таблеточных» методов биомедицины, приходят на мои лекции и вовлекают меня в горячие споры. Мои надежды связаны и с тем, что многие поняли «Биологию веры» не только как *индивидуальную* трансформацию ограничивающих убеждений. Я был благодарен за вручение Специальной премии культуры мира Фонда Мира, учрежденной Масахиса Гои, в 2009 г., когда президент Фонда Мира г-н Хироо Саёндзи высказался достаточно ясно. Награда была дана не просто мне, а за «новую науку», сказал он: «[Это] исследование… способствовало более глубокому пониманию жизни и подлинной природы человечества, позволив широким слоям общества взять под контроль свою жизнь и стать ответственными сотворцами гармоничного будущего планеты».

[1] Первое издание «Биологии веры» вышло в 2005 году. – *Прим. ред.*

Мы живем в захватывающие времена, потому что наука находится в процессе разрушения старых мифов и трансформации фундаментальной веры человеческой цивилизации.

Я также искренне надеюсь, что каждый читатель «Биологии веры» осознает, что многие из традиционных убеждений являются ложными и ограниченными. В нашей власти самим управлять своей жизнью и выйти на путь здоровья и счастья. Здесь нас ждут встречи с другими людьми, которых объединит с нами общая цель – переход человечества на новый уровень понимания и мира.

А я всегда буду благодарен за тот миг озарения на Карибах, позволивший мне построить такую удивительную жизнь. За последние десять лет я несколько раз путешествовал по миру, преподавал Новую Биологию и написал еще две книги – «Спонтанная эволюция (2009) и «Эффект медового месяца» (2013), трижды стал дедом и (ах!) вступил в клуб «Кому за семьдесят». Я не собираюсь с возрастом сбавлять обороты и чувствую, что получаю все больше и больше энергии из собственноручно созданной жизни и связей с другими подвижниками гармоничной планеты. Я полон энергии из-за продолжающегося медового месяца, которым наслаждаюсь вместе с Маргарет Хортон, лучшим другом, партнером по жизни и моей любовью. Такой она была для меня во время написания предисловия к первому изданию книги, такой она остается и сейчас. Жизнь моя стала настолько богаче и я настолько ею доволен, что более не задаюсь вопросом: «Если бы ты мог быть кем угодно, кем бы ты стал?» Мне не надо долго раздумывать над ответом. Я бы хотел быть собой!

Введение. Магия клеток

Мне было семь лет, когда я встал на небольшой ящик в кабинете нашей классной руководительницы миссис Новак и дотянулся до окуляра микроскопа на ее столе. Увы, даже прислонившись к нему вплотную, я не смог различить ничего, кроме светового пятна. Мне сразу же объяснили, что в окуляр микроскопа нужно смотреть чуть отстранившись. Вот тогда-то со мной и произошло то драматическое событие, которому суждено было определить всю мою дальнейшую жизнь. В поле зрения микроскопа плавала инфузория-туфелька. Я смотрел на нее как зачарованный. Голоса других детей словно куда-то исчезли, то же самое произошло с обычными школьными запахами свежезаточенных карандашей, новых цветных мелков и пластиковых пеналов. Все мое существо испытывало трепет перед этим нездешним миром клетки, и восторг, который наполнил меня тогда, намного превосходил мои впечатления от сегодняшних фильмов со всеми их компьютерными спецэффектами.

Мой неискушенный детский ум воспринял этот организм не как клетку, а как некую микроскопическую личность, мыслящее, разумное существо. Движение этого одноклеточного отнюдь не казалось мне хаотичным, о нет, оно представлялось мне устремленным к некоей цели, хотя какой – не понятно. Затаив дыхание, я наблюдал немного судорожные движения инфузории по поверхности водоросли. И вдруг в поле зрения микроскопа стало вползать огромное подобие неуклюжей амебы.

На этом мое путешествие в загадочный микромир оборвалось – главный хулиган нашего класса Гленн стащил меня с ящика и заявил, что теперь его очередь смотреть в окуляр. Я обратил внимание миссис Новак на неподобающее поведение Гленна и понадеялся, что его отстранят от микроскопа, а у меня появится еще минутка посмотреть на амебу, однако до обеда оставалось уже совсем немного времени, а за спиной галдела целая очередь одноклассников. После школы я со всех ног бросился домой и восторженно рассказал о своем приключении маме. Используя весь накопленный ко второму классу арсенал средств убеждения, я принялся просить, затем умолять, затем подлизываться, чтобы мне купили микроскоп. Мне хотелось часами наблюдать за этим нездешним миром, открытым для меня волшебной силой оптики.

Намного позже, на старших курсах университета я добрался до электронного микроскопа. Этот прибор по увеличению в тысячи раз превосходит обычный световой. Разница здесь примерно такая же, как между зрительной трубой, при помощи которой обозревают окрестности со смотровых площадок за мелкую монету, и орбитальным телескопом «Хаббл», передающим на Землю изображения из глубокого космоса. Полному энтузиазма биологу вход в лабораторию электронной микроскопии представляется чем-то сродни ритуалу. Вы оказываетесь перед черной вращающейся дверью – как те, что отделяют темные комнаты фотолабораторий от светлых рабочих помещений.

Я помню, как впервые начал поворачивать эту дверь в темном пространстве между двумя мирами – моими студенческими годами и будущей жизнью ученого. Дверь завершила свое вращение, и я оказался в большой комнате с тускло светящимися красными фотографическими лампами. Когда глаза чуть привыкли к освещению, от увиденного меня охватил священный трепет. Красные отблески загадочно мерцали на полированной поверхности массивной хромированной колонны электромагнитных линз, стоявшей в центре комнаты. Внизу, по обе ее стороны, простирался пульт управления, напоминавший кабину «Боинга-747» – такая же россыпь переключателей, подсвеченных приборов и разноцветных индикаторных лампочек. Хитросплетения электрических проводов, шлангов охлаждения и вакуумных магистралей расходились от основания микроскопа, словно узловатые корни от ствола старого дуба. Было слышно, как стрекочет вакуумный насос и журчит вода в контурах охлаждения. У меня было полное впечатление, что я оказался на капитанском мостике звездолета «Энтерпрайз». Судя по

всему, у капитана Кирка[2] был сегодня выходной, так как вместо него за пультом обнаружился один из моих преподавателей, занятый кропотливой процедурой ввода образца биологической ткани в высоковакуумную камеру в среднем сечении колонны.

Шли минуты. На меня нахлынуло отчетливое воспоминание о том дне, когда я во втором классе впервые увидел живую клетку. Наконец на экране микроскопа возникло зеленое фосфоресцирующее изображение. Увеличенные примерно в тридцать раз, темные пятна клеток были с трудом различимы. Затем увеличение стало пошагово возрастать – в сто, тысячу, десять тысяч раз. Как будто мы включили варп-двигатель, и клетки оказались увеличенными в сто тысяч раз! В сериале «Звездный путь» варп-двигатель – это фантастическая технология, позволяющая космическим кораблям двигаться со скоростями больше скорости света! Это был самый настоящий «Звездный путь», но вместо дальнего космоса мы все глубже и глубже погружались во внутренний космос материи. Только что мы видели миниатюрную клетку – как вдруг, через какие-то секунды, передо мной представало ее молекулярное строение.

Мой священный трепет перед этим форпостом науки был едва ли не осязаемым. Я испытал еще больший восторг, когда мне предложили занять почетное место второго пилота. Взявшись за рукоятки управления, я повел наш «космический корабль» сквозь распахнувшийся передо мной мир клетки. Профессор играл при этом роль гида, обращая мое внимание на его достопримечательности: «Вот митохондрия, вот аппарат Гольджи, вон там ядерная по́ра, это молекула коллагена, а это рибосома».

Меня буквально бросало в жар от ощущения себя первопроходцем, проникшим в пределы, доселе недоступные человеческому глазу. Благодаря световому микроскопу я начал воспринимать клетки как разумные создания, но только электронный микроскоп дал мне возможность воочию увидеть молекулы, составляющие саму основу жизни. Я знал, что цитоархитектура клетки таит в своих глубинах ключи к наиболее фундаментальным загадкам живого.

На какое-то мгновение окуляры превратились в магический кристалл, и в таинственном зеленом свечении проявилось мое будущее. Я понял, что мне суждено стать молекулярным биологом и посвятить себя выяснению мельчайших нюансов тонкой структуры клетки, ведь именно они открывают путь к познанию тайн ее жизни. Еще на первых курсах университета нам рассказали, что структура и функция биологических организмов тесно переплетены между собой. Соотнеся микроскопическую анатомию клетки с ее поведением, мы сможем постичь природу самой Природы. Будучи студентом, молодым ученым, а затем и профессором медицинского факультета, я все свое рабочее время посвящал изучению молекулярной анатомии клетки – ведь именно ее структура могла дать ответ на вопросы о ее функциях.

Такое изучение «загадки жизни» обусловило мою карьеру ученого – я изучал особенности клонированных человеческих клеток, выращенных в культуре ткани.

Спустя десять лет после своей первой встречи с электронным микроскопом я стал штатным сотрудником престижного медицинского факультета Университета штата Висконсин, получил международное признание за свои исследования клонированных стволовых клеток и был отмечен как высококлассный преподаватель. Мне удалось перейти на еще более мощные электронные микроскопы, позволившие осуществлять нечто вроде трехмерного компьютерного томографирования биологических организмов и изучать молекулы, составляющие основу жизни. Мои инструменты все более совершенствовались, но подход, который я исповедовал, не изменился – существование клеток имеет предназначение и цель.

Увы, сказать то же самое о своей собственной жизни я никак не мог. Я не верил в Бога, хотя иногда и воображал себе некоего Всевышнего, управляющего нашим миром с особо тонким и извращенным юмором. В конце концов, я был не более чем биологом традиционного

[2] Командир звездолета «Энтерпрайз» капитан Кирк – персонаж фантастического телесериала «Звездный путь». – *Прим. перев.*

толка, которому нет нужды задаваться подобными вопросами: жизнь представлялась мне следствием чистой случайности, удачного расклада карт или, говоря точнее, непредсказуемо выпавшей комбинацией генетических игральных костей. Со времен Чарльза Дарвина девизом нашей профессии было: «Бог? Не нужно нам никакого Бога!»

Причем Дарвин не то чтобы отрицал Его существование – он лишь полагал, что за облик земной жизни ответственно не божественное вмешательство, а случайность. В своей вышедшей в 1859 г. книге «Происхождение видов» Дарвин писал, что индивидуальные признаки передаются от родителей к детям. И передаваемые таким образом «наследственные факторы» определяют характер индивидуума. Эта его идея положила начало яростным попыткам ученых свести жизнь к ее молекулярным винтикам и гаечкам – управляющий наследственный механизм предполагалось отыскать именно в структуре клетки.

Триумфальное завершение этих поисков состоялось более 50 лет назад[3], когда Джеймс Уотсон и Фрэнсис Крик описали структуру и функции двойной спирали дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК) – вещества, являющегося носителем генов. Ученым наконец-то удалось установить природу тех «наследственных факторов», о которых Дарвин писал еще в XIX веке. Бульварные газеты провозгласили пришествие «прекрасного нового мира» генной инженерии, обещающей человечеству такие блага, как конструирование детей по заказу и чудодейственные методы лечения болезней. Я хорошо помню броские заголовки тогдашних передовиц: «Тайна жизни раскрыта!».

Вместе с таблоидами под знамена восторжествовавшей генетической теории встали и ученые-биологи. Механизм, посредством которого ДНК управляет биологической жизнью, стал Центральной Догмой молекулярной биологии, тщательно выписанной во всех учебниках. Маятник старинного спора о роли «природы» и «воспитания» – nature vs. nurture – решительно качнулся в сторону «природы». Поначалу ДНК полагалась ответственной только за физические характеристики, но затем мы стали верить, что гены управляют также эмоциями и поведением. Иными словами, если вы родились с дефектным геном счастья, вы обречены быть несчастным всю свою жизнь.

Как ни прискорбно, я как раз был одним из таких людей с отсутствующим или же мутантным геном счастья. Безжалостные удары судьбы сыпались на меня один за другим. После продолжительной и чрезвычайно болезненной борьбы с раковой опухолью умер мой отец. Обязанности по уходу за ним лежали в основном на мне, так что последние четыре месяца я совершал перелеты между Висконсином и Нью-Йорком, где жил отец, каждые три-четыре дня. В промежутках между бдениями у его изголовья мне приходилось вести исследовательскую программу, преподавать и писать пространную заявку на продолжение финансирования в Национальные институты здравоохранения.

Я не верил в Бога, но иногда воображал себе некоего Всевышнего, управляющего нашим миром с особо тонким и извращенным юмором.

Ко всем моим мытарствам добавился изнурительный и разорительный бракоразводный процесс. Попытки удовлетворить аппетиты моего нового нахлебника – судебной системы США быстро истощили мои финансовые ресурсы. Без гроша в кармане, бездомный, с имуществом в одном чемодане, я в один прекрасный день оказался в кошмарных одноэтажных апартаментах, большинство обитателей которых спали и видели, как бы им «улучшить» свои жилищные условия, перебравшись жить в трейлер. От одного вида бедолаг из соседнего номера меня бросало в дрожь. Мою новую стереосистему украли в первую же неделю. А еще через несколько

[3] Первая статья о строении ДНК была опубликована в 1953 г. – *Прим. ред.*

дней в дверь постучал двухметровый детина с бутылкой пива в руке. Ковыряя в зубах трехдюймовым гвоздем, он поинтересовался, нет ли у меня инструкции к магнитофону.

Апофеозом всего этого кошмара явился день, когда я с криком «Заберите меня отсюда!» швырнул телефонный аппарат в стеклянную дверь своего кабинета, вдребезги разнеся табличку «Д-р Брюс Х. Липтон, профессор кафедры анатомии медицинского факультета Университета штата Висконсин». А последней каплей для меня стал звонок из банка, когда мне вежливо, но непреклонно сообщили, что моя заявка на ипотечный кредит отклонена. Ситуация напоминала эпизод из фильма «Язык нежности», когда Дебра Уингер перебивает своего мужа, который высказывает надежду на получение постоянной работы: «У нас не хватает денег, чтобы платить по счетам. Твоя “постоянная работа” будет означать только то, что нам их не будет хватать никогда!»

Магия клеток – дежавю

К счастью, мне удалось найти выход из положения – я взял крат косрочный отпуск для проведения исследований в медицинской школе на Карибах. Конечно, так от проблем не скроешься, но когда мой авиалайнер пробил серый слой облаков над Чикаго, мне показалось, что это удалось. Пришлось прикусить щеку, чтобы улыбка на моем лице не переросла в смех. Я чувствовал себя как тот семилетний мальчуган, который впервые открыл для себя страсть всей своей жизни – магию клеток.

Мое настроение улучшилось еще больше, когда крошечный самолет местных авиалиний перенес меня на Монтсеррат – клочок суши посреди Карибского моря, шесть с половиной на девятнадцать километров. Если сад Эдема реально существовал, то он наверняка был похож на мое новое островное обиталище, которое вздымалось из искрящегося зеленовато-голубого моря, словно изумруд с множеством граней. Пряный, с еле уловимой примесью аромата гардении бриз, овевавший летное поле аэропорта, чуть не свел меня с ума.

Местный обычай предписывал посвящать предзакатные часы безмолвному созерцанию, и мне быстро удалось стать его горячим приверженцем. Как только день начинал клониться к вечеру, я заранее предвкушал, как стану наслаждаться великолепным зрелищем небесных красок. Крыльцо моего дома, расположенного на возвышающемся над поверхностью океана скальном утесе, выходило точно на запад. По извивавшейся сквозь арки деревьев и папоротников тропинке можно было спуститься на берег. В самом низу ее, за стеной из кустов жасмина, обнаруживался уединенный пляж, где я завершал свой ритуал проводов солнца, смывая прошедший день, несколько раз окунаясь в теплую, кристально-чистую воду. Искупавшись, я сооружал из прибрежного песка удобное кресло, устраивался в нем и наблюдал, как солнце неторопливо погружается в океан.

На этом отдаленном острове, вдали от околонаучной мышиной возни, я получил возможность посмотреть на мир без шор в виде догматических верований нашей цивилизации. Поначалу мой ум был занят исключительно тем, что пересматривал и переосмысливал тот кошмар, который представляла собой моя жизнь. Но потом засевшим в моем мозгу Сискелу и Эберту надоело разбирать плюсы и минусы прожитых мною сорока лет[4], и я стал понемногу вспоминать, что значит жить настоящим и для настоящего. Что такое вновь познакомиться с чувствами, которые в последний раз испытал, будучи еще беззаботным ребенком. Что такое вновь ощутить удовольствие от того, что ты жив.

В этом островном раю я стал в большей степени человеком и более человечным. Кроме того, вырос как молекулярный биолог. Свое формальное биологическое образование я получил исключительно в стерильной, безжизненной атмосфере учебных аудиторий, лекционных залов и лабораторий. Но погрузившись в пышущую изобилием экосистему Карибов, я стал воспринимать биологию не как совокупность отдельных видов на общем клочке земли, а как живую, дышащую, целостную систему.

Сидя в тишине посреди похожих на сад джунглей этого острова, плавая с маской и трубкой вокруг великолепных коралловых рифов, я словно открыл для себя окно, позволившее рассмотреть поразительное единство растительных и животных видов. Все они пребывали в тончайшем, динамическом равновесии, причем не только друг с другом, но и со своим физическим окружением. В этом Карибском раю слышалась песнь гармонии жизни, а вовсе не борьбы. Мне стало ясно, что уходящая корнями в дарвинизм с его извечным соперничеством современная биология уделяет чересчур мало внимания роли сотрудничества.

---

[4] Джин Сискел и Роджер Эберт – американские кинокритики, обсуждавшие в середине 70-х гг. достоинства и недостатки кинофильмов. – *Прим. перев.*

К досаде своих американских коллег, я вернулся в Висконсин, исполненный решимости подвергнуть сомнению священные догматы биологии, и дошел даже до того, что начал открыто критиковать Чарльза Дарвина и его эволюционную теорию. В глазах большинства биологов это было равносильно тому, как если бы священник ворвался в Ватикан и принялся обвинять папу в мошенничестве.

Не обижаясь на своих коллег, которые решили, что мне упал на голову кокосовый орех, я бросил свою опостылевшую штатную должность и исполнил давнюю мечту – стал гастролирующим музыкантом-рок-н-рольщиком. Я открыл для себя Янни, который потом стал настоящей звездой, и сделал вместе с ним лазерное шоу[5]. Однако вскоре мне стало ясно, что у меня гораздо больше способностей к преподавательской деятельности и научным исследованиям, чем к рок-н-роллу. Понемногу я вышел из своего кризиса среднего возраста (о котором расскажу дальше с душещипательными подробностями), оставил музыку и вернулся на Карибы, к преподаванию клеточной биологии.

Моим последним пристанищем в мире традиционной науки стал медицинский факультет Стэнфордского университета. К тому времени я уже был беззаветным приверженцем «новой» биологии и подвергал сомнению не только дарвиновский безжалостный вариант эволюции, но и Центральную Догму биологии, согласно которой жизнь управляется генами. У этого научного положения есть один существенный недостаток: гены не способны «включаться» и «выключаться» самостоятельно. Пользуясь более научной терминологией, они не являются «самореализующимися». Активность генов должна быть запущена чем-то внешним по отношению к ним, чем-то из окружения. И хотя этот факт уже был установлен передовыми научными исследованиями, ослепленные Догмой ученые в массе своей его попросту игнорировали. Из-за этого открытый вызов Центральной Догме делал меня в их глазах еще большим научным еретиком. Теперь мне грозил не то что бойкот – сожжение на костре!

Во время собеседования в Стэнфорде я обвинил собравшихся, значительную часть которых составляли генетики с мировым именем, в том, что, цепляясь за Центральную Догму, несмотря на имеющиеся доказательства противного, они ведут себя ничем не лучше религиозных фундаменталистов. После таких кощунственных заявлений аудитория взорвалась возмущенными криками, и я решил, что тут-то мне и дадут от ворот поворот. Но вышло иначе: высказанные мной идеи по поводу механизмов «новой» биологии задели собравшихся за живое, и меня приняли. Благодаря поддержке ряда стэнфордских ученых, и в особенности заведующего отделом патологии доктора Клауса Бенша, мне было предложено проверить свои идеи применительно к клонированным человеческим клеткам. К удивлению коллег, эксперименты полностью подтвердили постулированную мной новую биологическую концепцию. По результатам этих исследований я опубликовал две работы и покинул научное сообщество – на сей раз навсегда.

Мне захотелось уйти. Несмотря на поддержку в Стэнфорде, те идеи, которые я пытался высказать, остались гласом вопиющего в пустыне. Впоследствии новые исследования неоднократно подтверждали обоснованность моего скепсиса по поводу Центральной Догмы и примата ДНК в управлении жизнью. Собственно говоря, *эпигенетика* – исследование молекулярных механизмов, посредством которых внешняя среда управляет генетической активностью, представляет собой сегодня одну из наиболее оживленных областей научных исследований. По-новому оцененная роль среды в регуляции генной активности была предметом моих исследований живой клетки еще двадцать пять лет назад, задолго до того, как эпигенетика сформировалась как научное направление. Это льстит мне с чисто интеллектуальной точки зрения, но если бы я сейчас был преподавателем и исследователем медицинского факультета, мои коллеги, как и раньше, задавали бы себе вопросы по поводу кокосовых орехов, так как теперь я

[5] Янни – музыкант греческого происхождения, работающий в жанре электронной музыки в стиле нью-эйдж. – *Прим. перев.*

отступил от академических стандартов еще более радикально. Мои занятия новой биологией стали чем-то большим, чем просто умственное упражнение. Сегодня я верю, что клетки не только рассказывают нам о механизмах существования, но и учат, как жить богатой, насыщенной жизнью.

Среди ученых, обитающих в башне из слоновой кости, подобный антропоморфистский (или, точнее говоря, цитоморфистский) образ мышления, безусловно, принес бы мне репутацию чудаковатого доктора Дулиттла[6], но для меня это – основа основ биологии. Вероятно, вы считаете себя индивидуальной особью, но, как клеточный биолог, я знаю, что вы представляете собой скооперированное сообщество около 50 триллионов одноклеточных участников. Подавляющее большинство клеток, которые составляют ваше тело, – это амебоподобные индивидуальные организмы, выработавшие стратегию сотрудничества для общего выживания. Если говорить о первоосновах, то человек есть не что иное, как порождение «коллективного амебного сознания». И как нация несет в себе отражение индивидуальных характеристик своих граждан, наша «человечность» должна отражать основополагающие черты клеточных сообществ, которые нас составляют.

Клетки не только рассказывают нам о механизмах существования, но и учат, как жить богатой, насыщенной жизнью.

[6] Доктор Дулиттл – персонаж одноименного фильма, учившийся языкам животных у своего говорящего попугая. – *Прим. перев.*

Уроки клеток

По примеру этих клеточных сообществ я пришел к выводу, что мы не беспомощные жертвы наших генов, а хозяева собственной судьбы, способные сделать свою жизнь исполненной мира, счастья и любви. Прозрачные намеки слушателей моих лекций, спрашивавших, почему мои идеи до сих пор не сделали счастливей меня самого, побудили применить свои гипотезы к собственной жизни. В самом деле, давно следовало так поступить. Я понял, что достиг успеха, когда официантка в кофейне сказала мне: «Эй, дружище, да ты просто светишься от счастья! Не видала никогда такого. Скажи, что это с тобой?» Вопрос застал меня врасплох, но ответ возник сразу: «Я на Небесах!» Официантка покачала головой, пробормотав: «Ничего себе!», – и продолжила накрывать мой столик. Да, все так и было. Я был счастливее, чем когда-либо в жизни.

Среди моих читателей наверняка найдется довольно много тех, кто с полным основанием отнесется к моему сравнению Земли с Небесами критически. Ведь Небеса – это по определению еще и обиталище Божества и покинувших нас праведников. Можно ли и в самом деле полагать, что Новый Орлеан или другой большой город является частью небесных пределов? Оборванные, бездомные обитатели трущоб, постоянный смог, из-за которого не знаешь, существуют ли еще звезды… Реки и озера, грязные до такой степени, что выжить в них могли бы разве что фантастические чудовища. И это Небеса? И здесь живет Бог? И автор знает Его?

Ответы на эти вопросы таковы: да, да, я верю, что да. Хотя, если быть совсем честным, то вынужден признать, что не знаю всего Бога. Точно так же, как не знаю во всей полноте, что такое человек, ведь нас насчитывается более шести миллиардов[7]. А еще честнее – я не знаком и со всеми представителями растительного и животного царств, хотя и верю, что все они вместе составляют Бога.

Как сказал бы один известный телевизионный персонаж: «Та-та-та, стоп машина! Он имеет в виду, что люди – это Бог?»

Ну… да, именно это имеется в виду. Безусловно, я не первый, кто это говорит. В Книге Бытия написано, что мы сотворены по Его образу и подобию. И это я, прожженный рационалист, ссылаюсь теперь на Христа, Будду и Руми[8]. Мною пройден весь этот путь – от редукционистского, естественнонаучного взгляда на жизнь ко взгляду духовному. Мы сделаны по образу и подобию Божию, и если хотим улучшить свое телесное и умственное здоровье, то нам надлежит вернуть в свои уравнения Духовную составляющую.

Поскольку мы не беспомощные биохимические машины, то глотать таблетки всякий раз, когда с нашим телом или умом что-то не в порядке, – это не выход. Лекарства и хирургия – мощные средства, если ими не злоупотреблять, но представление о том, что действие лекарств целиком и полностью сводится к устранению той или иной конкретной проблемы, ошибочно по своей сути. Всякое вещество, введенное в организм для исправления функции *A*, неизбежно расстраивает функцию *B, C*, или *D*. Состояние нашего тела и сознания и, соответственно, наша жизнь обусловлены не столько генетически управляемыми гормонами и нейротрансмиттерами[9], сколько тем, во что мы верим… о вы, маловеры!

---

[7] Население Земли на начало 2018 г. составило около 7,5 млрд человек. – *Прим. ред.*

[8] Персидский поэт-суфий XIII века. – *Прим. ред.*

[9] Нейротрансмиттеры – химические вещества, возбуждающие или подавляющие передачу нервных импульсов. – *Прим. перев.*

Прорываясь к свету

В этой книге я намереваюсь, что называется, провести границу. По одну ее сторону окажется мир неодарвинизма, в котором жизнь предстает нескончаемой войной в окружении безжалостных биохимических роботов. А по другую сторону – «Новая Биология», для которой жизнь есть основанное на сотрудничестве путешествие в обществе людей, среди многочисленных умений которых имеется и способность программировать себя на построение счастливой и радостной жизни. Тот, кто пересечет эту черту и в полной мере уяснит суть Новой Биологии, больше никогда не станет пускаться в бессмысленные споры о сравнительной роли *nature* и *nurture* – наследственной природы и окружающей среды. Он поймет, что истинно сознающий ум есть нечто большее, чем и то и другое в отдельности. И я верю, что в будущем человечество ожидает изменение парадигмы столь же глубокое, как и проникновение в цивилизацию плоского мира представлений о его шарообразности.

Читателям с гуманитарным образованием, которые опасаются, что эта книга представляет собой неудобоваримую ученую лекцию, просьба не беспокоиться. Когда я работал в науке, то терпеть не мог костюмов-троек, удушающих галстуков, модельных туфель и нескончаемых собраний, а вот преподавать любил. Кроме того, у меня была богатая лекционная практика и после ухода из университетских кругов: мне приходилось рассказывать о принципах Новой Биологии тысячам людей по всему миру. Благодаря этим лекциям я на учился говорить о науке простым и понятным языком, иллюстрируя свой рассказ наглядными цветными диаграммами. Многие из них воспроизведены в этой книге.

В первой главе я расскажу об «умных» клетках и о том, как и почему они могут столь многое поведать о нашем теле и сознании. Во второй главе приведены научные доказательства того, что гены не управляют биологией. Также я познакомлю вас с впечатляющими достижениями эпигенетики, нового направления в биологии, задача которого – объяснить, каким образом окружающая среда (природа!) влияет на поведение клеток без изменения генетического кода. Это направление дает сегодня новые ответы на загадки природы болезней, в том числе рака и шизофрении.

Третья глава книги посвящена мембране – «коже» клетки. Без сомнения, вы гораздо больше слышали о ядре клетки, которое содержит ДНК. Но передовые научные исследования приносят сегодня все больше подтверждений вывода, к которому я пришел еще более тридцати лет назад: мембрана – это истинный мозг клеточного функционирования. А последние работы предполагают, что когда-нибудь это знание приведет к потрясающим прорывам в области медицины.

В четвертой главе я рассказываю о головокружительных открытиях квантовой механики. Эти открытия имеют далеко идущие последствия с точки зрения понимания и лечения болезней человека. Увы, в традиционной медицине квантовой механике до сих пор не уделяется практически никакого внимания – ни в смысле научных исследований, ни как предмету изучения студентами. (Впрочем, судя по моей аудитории, все больше и больше заинтересованных людей жаждут перемен.)

В пятой главе я объясняю, почему назвал эту книгу «Биология веры». Позитивные мысли оказывают глубочайшее влияние на поведение и гены, но только в том случае, когда они находятся в согласии с подсознательным программированием. Столь же мощным оказывается воздействие мыслей негативных. И когда мы поймем, как эти позитивные и негативные верования (убеждения) управляют нашей биологией, то сможем использовать это знание так, чтобы в нашей жизни возобладали здоровье и счастье.

В шестой главе говорится о том, почему клеткам и людям необходимо развиваться и каким образом страх подавляет их рост.

Седьмая глава посвящена вопросам осознанного родительского воспитания. Мы, родители, должны отдавать себе отчет в том, какую роль играем с точки зрения программирования убеждений наших детей и какое влияние эти убеждения оказывают на их жизнь и на эволюцию человеческой цивилизации. Эта глава важна, даже если у вас нет детей, ведь как «бывшему» ребенку вам будет полезно задуматься, как повлияло такое программирование на вашу собственную жизнь!

Тот, кто уяснит суть Новой Биологии, больше никогда не станет пускаться в бессмысленные споры о сравнительной роли nature и nurture.

В эпилоге я расскажу о том, как понимание Новой Биологии помогло мне осознать важность объединения сфер Науки и Духа – для ученого-агностика это стало поистине настоящим прорывом. Со всей скромностью хочу отметить, что издаваемый старейшим лондонским эзотерическим книжным магазином журнал *Watkins Mind Body Spirit* с 2011 года ежегодно включал меня в сотню ныне живущих людей, оказавших наибольшее духовное влияние на человечество. Меня смущает, что в этом списке – упомяну лишь некоторые имена – я оказался в одной компании с такими людьми, как Далай-лама, Десмонд Туту, Уэйни Дайер, Тит Нат Хан, Дипак Чопра, Грегг Брейден и мой издатель Луиза Хей. Поистине невероятная честь для того, кто изучал лишь механистический и материальный мир!

Готовы ли вы признать отличную от медицинской модели реальность, в которой тело человека рассматривается не только как биохимическая машина? Готовы ли вы использовать свой подсознательный и сознательный разум, чтобы построить жизнь, где царили бы здоровье, счастье и любовь без генной инженерии и лекарственных препаратов? Вам ничего не нужно покупать и не придется ограничивать себя никакими обязательствами. Речь идет только лишь о том, чтобы на какое-то время отложить устаревшие убеждения, навязанные официальной наукой и массмедиа, и рассмотреть блистательные новые идеи, предлагаемые передовой наукой.

Глава 1. Уроки чашки Петри: похвальное слово умным к леткам и умным студентам

На второй день моего пребывания на Карибах, перед доброй сотней заметно ерзавших от нетерпения студентов-медиков, я вдруг понял, что далеко не все воспринимают этот остров как безмятежную обитель. Для этих беспокойных ребят Монтсеррат был последним рубежом, отделявшим их от заветной мечты – стать врачами.

Географически моя группа была вполне однородной, большинство ее составляли студенты-американцы с Восточного побережья, но среди них попадались люди всех рас и возрастов, в том числе и один шестидесятисемилетний пенсионер, изо всех сил старавшийся еще что-то успеть в жизни. Точно так же разнилась и их предыдущая подготовка – здесь были бывшие школьные учителя, бухгалтеры, музыканты, монахиня и даже один наркодилер.

При всех различиях моих студентов объединяли две вещи. Во-первых, все они в свое время не сумели пройти чрезвычайно жесткий отбор при поступлении на медицинские факультеты американских университетов. Во-вторых, они были бойцами – их переполняло желание во что бы то ни стало доказать свою состоятельность и стать врачами. Большинство из них потратили все свои сбережения или связали себя кабальными контрактами, чтобы покрыть стоимость обучения и дополнительные расходы, связанные с переездом за пределы страны. Многие на первых порах чувствовали себя одинокими без семей, друзей и любимых, оставленных дома. Им пришлось также приспосабливаться к трудновыносимым жилищным условиям студенческого общежития. Тем не менее никакие трудности и препятствия не могли отвратить их от избранного пути к заветной цели – медицинскому диплому.

Скажем так: все это было до того момента, как мы впервые собрались в аудитории. Ранее группе читали гистологию и клеточную биологию три профессора. Первый лектор попросту бросил группу, по неким личным причинам сбежав с острова через три недели после начала семестра. Школа довольно оперативно нашла ему подходящую замену, и новый преподаватель поначалу пытался наверстать упущенное, но через три недели уволился по болезни. Потом в течение двух недель преподаватель совсем другого предмета просто зачитывал группе главы из учебника. Студентам это, понятное дело, надоело хуже горькой редьки, но необходимое количество учебных часов школа худо-бедно обеспечивала – в противном случае были бы нарушены требования Национального совета медицинских экзаменаторов, и выпускники школы не смогли бы практиковать в США.

В четвертый раз в этом семестре измученным студентам приходилось слушать нового профессора. Я вкратце рассказал им о себе и о том, чего жду от группы, и дал ясно понять: хоть мы и находимся в чужой стране, мои требования не будут меньше, чем к висконсинским студентам. Им не следует ожидать от меня ничего иного, поскольку для получения разрешения на практику в США все врачи проходят аттестацию в одной и той же Медицинской комиссии, независимо от того, где они учились. Затем я достал из портфеля кипу экзаменационных билетов и сказал, что намереваюсь устроить группе контрольную для самопроверки. Позади была половина семестра, и мои подопечные должны были владеть хотя бы половиной материала курса. Контрольная работа в тот день состояла из двадцати вопросов, взятых непосредственно из программы экзамена за соответствующий период в Университете штата Висконсин.

Первые десять минут в аудитории стояла мертвая тишина. Затем студенты один за другим принялись лихорадочно ерзать – по аудитории словно пронеслась неведомая зараза, распространявшаяся быстрее смертоносного вируса Эбола. Когда истекли отведенные для ответов двадцать минут, признаки паники явственно проступили на лицах всех без исключения студентов. Когда же я сказал: «Время!», отчаянно сдерживаемая нервозность взорвалась нестрой-

ным хором множества возбужденных голосов. Утихомирив аудиторию, я принялся зачитывать правильные ответы. Первые пять или шесть из них были встречены сдавленными вздохами. Когда я добрался до десятого вопроса, каждый очередной ответ вызывал лишь мучительные стоны. Лучшим результатом в группе было десять правильных ответов, еще несколько студентов смогли ответить на семь, большинство же, явно наугад, попали в точку лишь один или два раза.

Подняв глаза на собравшихся, я увидел ошеломленные, застывшие в немом оцепенении лица. Мои бойцы оказались в чрезвычайно затруднительном положении. По прошествии более чем половины семестра им предстояло начать курс практически заново. Студентов охватило тягостное уныние – над большинством из них висели и другие, еще более сложные курсы. Очень скоро уныние моих подопечных сменилось полнейшим отчаянием. В повисшей мертвой тишине я посмотрел на них, а они – на меня. У меня сжалось сердце: выражением лиц эти ребята напоминали детенышей тюленей с известных гринписовских плакатов – за секунду до того, как на тех обрушились дубинки безжалостных охотников за мехом.

Меня охватил острый приступ жалости. Вероятно, причиной такого великодушия был соленый морской воздух, сдобренный пряными тропическими ароматами. Я объявил, что отныне сделаю все возможное, чтобы каждый студент как следует подготовился к выпускному экзамену – разумеется, при условии соответствующего усердия с его стороны. Как только до них дошло, что мне и в самом деле небезразличен их успех, в перепуганных глазах студентов заискрились проблески надежды.

Понять физиологию и поведение клеток будет легче, если представить их себе как неких маленьких человечков.

Чувствуя себя как тренер, пытающийся «завести» команду перед ответственным матчем, я сказал им, что по своим умственным способностям они нисколько не уступают студентам из Соединенных Штатов. Их сверстники из американских университетов разве что чуть более натасканы в механическом запоминании – благодаря чему им и удалось показать лучшие результаты на вступительных экзаменах. Кроме того, я всячески пытался внушить своим подопечным, что для изучения гистологии и клеточной биологии вовсе не нужно быть семи пядей во лбу. При всей своей изощренности природа следует довольно-таки простым принципам действия. Я пообещал им, что вместо запоминания фактов и цифр приведу их к пониманию того, как работает клетка, излагая очередной принцип с опорой на ранее изученные основы. Несмотря на насыщенные лекционные и практические занятия, мне хотелось бы читать им дополнительные вечерние лекции. Короче говоря, моя десятиминутная речь так вдохновила студентов, что из аудитории они выходили, сияя желанием показать всем и каждому, что голыми руками их не возьмешь.

Когда они разошлись, до меня вдруг дошло, какую ношу я на себя взвалил. У меня стали закрадываться сомнения – ведь очевидно, что некоторым из студентов учеба в медицинской школе была откровенно не по силам. Другие были довольно способными, но недостаточно подготовленными. Появился страх, что моя островная идиллия превратится в лихорадочную, всепоглощающую гонку, которая закончится полным провалом моих студентов и меня как преподавателя. Работа в Висконсине вдруг показалась мне сущим пустяком. В самом деле, там я читал только восемь лекций из примерно пятидесяти, составлявших курс гистологии и клеточной биологии. Весь курс преподавали еще пять профессоров кафедры анатомии. Безусловно, я должен был знать материал всех этих лекций, так как участвовал в организации соответствующих лабораторных занятий. Студенты имели право обратиться ко мне по любому вопросу, имеющему отношение к этому курсу. Но одно дело знать материал и совсем другое – преподавать его!

У меня было три выходных дня, чтобы разобраться в ситуации, в которую я сам себя поставил. Если бы угроза подобного кризиса нависла надо мной в Висконсине, то, учитывая мой тип нервной организации, я бы наверняка принялся метаться из крайности в крайность. Но сидя на пляже и наблюдая за садящимся в Карибское море солнцем, я увидел, что мои страхи превратились в предвкушение захватывающего приключения. Впервые в своей преподавательской карьере я был единолично ответствен за столь обширный курс, и мне больше не нужно было подстраиваться под содержание лекций и манеру других профессоров. Это постепенно приводило меня в восторг.

Клетки как маленькие человечки

Как выяснилось впоследствии, этому курсу гистологии суждено было стать самым прекрасным и интеллектуально богатым периодом в моей академической карьере. Пользуясь предоставленной мне свободой, я построил курс по собственному желанию, сообразно новому подходу, уже несколько лет зревшему в моей голове. Мной завладела мысль, что понять физиологию и поведение клеток будет легче, если представить их себе как неких маленьких человечков. Размышляя над новой структурой курса, я воодушевлялся все больше. Идея состыковки клеточной и человеческой биологии вновь зажгла во мне давний детский энтузиазм к научным занятиям, который по-прежнему вызывала у меня работа в лаборатории, а ни в коем случае не бумажная трясина, бесконечные заседания и безмерно надоевшие мне факультетские вечеринки – этот неизменный атрибут штатной университетской должности.

Мое стремление очеловечить клетки объясняется тем, что годы за микроскопом выработали у меня немалый пиетет перед сложностью и могуществом того, что поначалу представлялось мне анатомически незамысловатыми комочками, движущимися в чашке Петри. Вероятно, вы помните из школьного курса основные элементы клетки: ядро, где содержится генетический материал, клеточные энергетические станции – митохондрии, защитную внешнюю оболочку-мембрану и цитоплазму, заполняющую внутреннее пространство. Но за этой кажущейся простотой скрывается сложнейший мир, и порой клетки используют технологии, которые ученым еще лишь предстоит до конца понять.

Большинству биологов мое представление о клетках как о людях в миниатюре покажется ересью. Попытки объяснить что-либо нечеловеческое, соотнося его с поведением людей, называются антропоморфизмом. Для «истинных» ученых антропоморфизм – это что-то вроде смертного греха, и тех, кто сознательно к нему прибегает, они подвергают безусловному остракизму.

Но я верил, что для такого выхода за ортодоксальные рамки существуют веские причины. В своей работе биологи стремятся обрести научное знание, наблюдая природу и строя гипотезы о том, как функционируют те или иные объекты. Затем они разрабатывают эксперименты, при помощи которых можно было бы проверить их теории. Построение гипотез и разработка эксперимента требуют от ученого «думать», как клетка или другой живой организм осуществляют свою жизнедеятельность. Применение таких «человеческих» подходов к решению загадок биологии автоматически делает этих ученых виновными в антропоморфизме. Как ни крути, в основе биологической науки лежит то или иное очеловечивание предмета изучения.

По моему глубокому убеждению, неписаный запрет на антропоморфизм – это пережиток мрачного средневековья, когда церковные авторитеты не допускали и мысли, что между человеком и другими Божьими творениями может существовать какая-либо связь. Согласен, что такой подход полезен при попытках очеловечить электрическую лампочку, радиоприемник или перочинный нож, но критиковать исследователей живых организмов, по-моему, бессмысленно. Люди – это существа, состоящие из множества клеток, поэтому в силу самой своей природы мы должны демонстрировать общие с ними способы поведения.

Я хорошо понимаю, что для признания таких параллелей требуется некоторое изменение восприятия. Исторически иудеохристианские верования привели нас к мысли, что мы – разумные существа, созданные посредством некоего процесса, отдельного и отличного от процесса создания всех прочих растений и животных. Такое представление заставляет нас свысока смотреть на другие формы живого, почитая их неразумными – в особенности если речь идет о тех, что стоят на более низкой эволюционной ступени.

Большую нелепость трудно себе представить. Когда мы, глядя на себя или других людей в зеркале, рассматриваем их как изолированные организмы, то такое представление в каком-то смысле правомерно – во всяком случае, в рамках нашего уровня наблюдения. Но если вы посмотрите на свое тело с точки зрения клетки, то оно предстанет вам совсем иначе. Вы больше не покажетесь себе изолированной сущностью. Вашему взору откроется неугомонное сообщество из более чем 50 триллионов отдельных клеток.

Пока я перебирал в голове подобные мысли, передо мной раз за разом возникала одна и та же картинка из энциклопедии, увиденная мной еще в детстве. К статье о человеке там прилагалась иллюстрация на семи прозрачных пластиковых страницах. На каждой из них был изображен один и тот же контур человеческого тела. На первой странице этот контур был заполнен изображением обнаженного человека. Перевернув ее, вы словно снимали с него кожу и обнажали мускулатуру – таково было изображение на второй странице. Затем перед вами открывался наглядно выполненный разрез всего тела, и вы поочередно видели скелет, мозг и нервы, кровеносные сосуды и систему внутренних органов.

Для своего карибского курса я мысленно дополнил эти картинки еще несколькими изображениями, каждое из которых иллюстрировало те или иные клеточные структуры. Большинство их обычно называют органеллами – «миниатюрными органами», плавающими в желеобразной цитоплазме. Органеллы – это функциональные эквиваленты тканей и органов нашего собственного тела. К ним относятся ядро (самая крупная органелла), аппарат Гольджи и вакуоли. Традиционно в подобных курсах сначала рассматривают эти клеточные структуры, а затем переходят к тканям и органам человеческого тела. Мне захотелось объединить эти две части и показать сходство человека и клетки.

Люди – это существа, состоящие из множества клеток, поэтому в силу самой своей природы мы должны демонстрировать общие с ними способы поведения.

Я говорил своим студентам, что биохимические механизмы в системах клеточных органелл, по существу, те же самые, что и в системах наших внутренних органов. И хотя человеческое тело состоит из триллионов клеток, в нем нет ни одной «новой» функции, которая не фигурировала бы уже в отдельной клетке. Всякая эукариота (клетка, содержащая ядро) обладает функциональными эквивалентами нашей нервной системы, системы пищеварения, системы дыхания, выделительной системы, эндокринной системы, костно-мышечной системы, системы кровообращения, наружных покровов (кожи), репродуктивной системы и даже примитивной иммунной системы, функционирование которой обеспечивается семейством антителоподобных белков, называемых убиквитинами.

Также я недвусмысленно заявил своим студентам, что каждая клетка – это разумное существо, способное к самостоятельной жизни (ученые демонстрируют это всякий раз, когда отделяют те или иные клетки от организма и выращивают их в культуре). Как мне и показалось в детстве, эти разумные клетки обладают намерением и целью: они активно ищут для себя условия, поддерживающие их жизнедеятельность, и в то же время избегают агрессивных и ядовитых сред. Как и люди, отдельные клетки анализируют тысячи сигналов, поступающих от их микроокружения. Посредством анализа этих данных они вырабатывают необходимые поведенческие реакции для выживания.

Отдельные клетки также способны к обучению на основании результатов взаимодействия с окружающей средой. Они умеют хранить память об этом опыте и передавать его своим потомкам. Например, когда в тело ребенка проникает вирус кори, незрелые иммунные клетки получают сигнал на выработку против него защитного белка-антитела. Одновременно с этим клетка должна создать новый ген, который послужит «шаблоном» для последующей выработки противокоревого белка.

Первый шаг при создании специфического гена выработки противокоревых антител происходит в ядре этих незрелых иммунных клеток. В их собственных генах имеется огромное количество участков ДНК, каждый из которых кодирует синтез того или иного уникального белкового фрагмента. По-разному перетасовывая эти участки ДНК, иммунные клетки создают огромный массив различных генов, соответствующих различным антителам. Если незрелой иммунной клетке удается выработать белок антитела, достаточно хорошо соответствующий (комплементарный) внедрившемуся в организм вирусу кори, такая клетка активируется.

Активированные иммунные клетки, в свою очередь, запускают удивительный механизм аффинного созревания, который позволяет клетке точнейшим образом «подогнать» окончательное строение белка-антитела для обеспечения его полнейшей комплементарности вторгшемуся вирусу кори. При помощи процесса *соматической гипермутации* активированные иммунные клетки в сотнях копий размножают исходный ген антитела. Однако каждая очередная копия оказывается слегка мутировавшей и отличной от оригинала, благодаря чему кодирует синтез несколько отличающегося по своему строению белка. Из множества вариантов клетка выбирает тот, который дает наиболее соответствующее антитело. Этот избранный вариант гена снова и снова проходит процедуру соматической гипермутации, пока получившееся в результате антитело не будет представлять собой идеальный «слепок» с вируса кори.

Прикрепляясь ко вторгшемуся вирусу, сформированное таким образом антитело инактивирует его и помечает как подлежащий уничтожению, тем самым ограждая ребенка от пагубного воздействия заболевания. При этом клетки его организма хранят генетическую «память» об этом антителе, так что, если в будущем он снова подвергнется атаке вируса, клетки практически мгновенно обеспечат защитный иммунный ответ. Когда клетка делится, она еще и передает новый ген антитела всем своим потомкам. Таким образом, клетка не только «узнает» о вирусе кори, но и создает «память», наследуемую и распространяемую дочерними клетками. Эта удивительная генно-инженерная способность клетки имеет огромное значение, так как свидетельствует о врожденном «интеллектуальном» механизме клеточного развития.

Истоки живого: умные клетки становятся умнее

Не стоит удивляться, что клетки такие умные. Одноклеточные организмы были первыми формами жизни на этой планете. Ископаемые окаменелости свидетельствуют, что они существовали уже спустя 600 миллионов лет после возникновения Земли. И в последующие 2,75 миллиарда лет наш мир населяли исключительно свободноживущие одноклеточные организмы – бактерии, водоросли и амебоподобные простейшие.

Около 750 млн лет назад эти хитроумные клетки изобрели способ стать еще умней: именно тогда возникли первые многоклеточные организмы – растения и животные. Поначалу многоклеточные формы жизни представляли собой свободные сообщества, или «колонии» одноклеточных организмов. Первое время они насчитывали от десятков до сотен членов. Однако эволюционные преимущества совместной жизни вскоре привели к возникновению сообществ из миллионов, миллиардов и даже триллионов социально взаимодействующих клеток. И хотя отдельные клетки микроскопически малы, многоклеточные сообщества по своему размеру могут варьироваться от едва заметных до поистине гигантских. Биологи произвели классификацию таких организованных сообществ, основываясь на их наблюдаемой структуре. Но хотя невооруженным глазом они видны как некий целостный организм – мышь, собака, человек, по своей сути они представляют собой высокоорганизованные объединения миллионов и триллионов клеток.

Эволюционный толчок к разрастанию сообществ – это не что иное, как отражение биологического императива к выживанию. Чем более организм информирован о своем окружении, тем выше его шансы. Объединяясь друг с другом, клетки кардинально увеличивают свои знания о внешнем мире. Если каждой отдельной клетке условно приписать уровень информированности *X*, то потенциальная совокупная информированность колониального организма будет равняться как минимум *X*, умноженному на число входящих в него клеток.

Чтобы выжить в условиях такой высокой плотности заселения, клетки создали структурированные среды. Распределение функций, имевшее место в этих сложнейших сообществах, по своей эффективности намного превосходило все хитроумные организационные диаграммы сегодняшних больших корпораций. Оказалось, что в клеточном сообществе гораздо выгодней иметь специализированные клетки, предназначенные для выполнения конкретных задач. При развитии организма животных и растений такое распределение ролей начинает происходить еще на стадии зародыша. Процесс цитологической специализации дает возможность клеткам сформировать конкретные ткани и органы. Со временем такая *дифференциация*, т. е. распределение обязанностей между членами сообщества, оказалась запечатлена в генах каждой входящей в него клетки, что существенно увеличило общую эффективность организма и его способность к выживанию.

Например, в больших организмах лишь небольшое число клеток занимается считыванием сигналов из окружающей среды и реагированием на них. Эту роль взяли на себя группы специализированных клеток, образующие ткани и органы нервной системы. Функция нервной системы – воспринимать окружение и координировать поведение всех остальных клеток большого сообщества.

Распределение труда между клетками сообщества принесло дополнительные преимущества с точки зрения выживаемости. Благодаря ему большее количество клеток смогло осуществлять свою жизнедеятельность, тратя меньшее количество ресурсов. Вспомните старинную пословицу: «Вдвоем тратишь столько же, сколько в одиночку». Или сравните стоимость постройки отдельного трехкомнатного дома – и трехкомнатной квартиры в многоэтажном доме на сотню квартир. Чтобы выжить, каждая клетка должна затратить определенное количе-

ство энергии. Количество энергии, запасенное отдельными членами сообщества, с одной стороны, способствует выживанию, с другой – повышает качество жизни.

Возьмем для примера американский капитализм: здесь Генри Форд увидел тактические преимущества дифференцированного общественного труда и применил этот принцип на сборочных линиях своих автомобильных заводов. До Форда на сборку одного автомобиля уходил недельный труд небольшой бригады разносторонне обученных рабочих. Форд же поставил дело так, что каждый рабочий отвечал за одну конкретную операцию. Он разместил вереницей большое количество таких узкоспециализированных рабочих и обеспечил подачу изготовляемого изделия от одного к другому. Эффективность этого метода оказалась такой высокой, что вместо недели на сборку одного автомобиля у него уходило 90 минут.

Увы, мы почему-то предпочли «забыть» о необходимом для эволюции сотрудничестве, когда Чарльз Дарвин провозгласил совершенно иную теорию возникновения жизни. Сто пятьдесят лет тому назад он пришел к выводу, что живые существа вовлечены в непрекращающуюся «борьбу за существование». Для Дарвина борьба и насилие – не только часть человеческой (животной) природы, но и основные «движущие силы» эволюционного процесса. В заключительной главе своей книги «О происхождении видов путем естественного отбора, или Сохранение благоприятствуемых пород в борьбе за жизнь» Дарвин писал о неизбежной «борьбе за существование» и о том, что источником эволюции явились «борьба в природе, голод и смерть». Прибавьте сюда его представление, что эволюция происходит случайным образом, и вы получите мир теннисоновских «кровавых зубов и когтей» – череду бессмысленных битв за выживание[10].

[10] Альфред Теннисон – английский поэт, так описавший битву за выживание в природе. – *Прим. перев.*

Эволюция без окровавленных когтей

Безусловно, Дарвин является самым известным эволюционистом, но впервые эволюция как научный факт была установлена французским биологом Жаном-Батистом Ламарком. Даже Эрнст Майр, ведущий архитектор «неодарвинизма» – усовершенствованной дарвинов ской теории, берущей на вооружение молекулярную генетику XX века, признает приоритет Ламарка. В своем классическом труде 1970 г. «Эволюция и разнообразие жизни» Майр писал: «Мне представляется, что у Ламарка гораздо больше прав претендовать на звание “основоположника теории эволюции”, каковым его и в самом деле почитает ряд французских историков… Он был первым, кто посвятил целую книгу изложению теории органической эволюции. Он первым представил всю систему животного мира как продукт эволюции».

Но Ламарк примечателен не только тем, что изложил свою теорию за пятьдесят лет до Дарвина. Он вдобавок предложил значительно менее жестокий вариант механизма эволюции. По теории Ламарка, в ее основе лежало «информативное» взаимодействие организмов со своим окружением, которое давало возможность различным формам жизни выживать и развиваться в динамичном мире. Ламарк полагал, что организмы адаптируются к условиям меняющегося окружения и передают по наследству приобретенные ими признаки. Интересно, что гипотеза Ламарка о механизмах эволюции согласуется с описанными выше современными представлениями клеточных биологов о том, как иммунная система приспосабливается к окружающей среде.

На теорию Ламарка тут же ополчилась церковь. Представление о том, что человек развился из низших форм жизни, было отвергнуто как еретическое. Ученые того времени также отвернулись от Ламарка – будучи креационистами, они попросту высмеяли его теории. Забвению ламарковской теории способствовал и немецкий биолог Август Вейсман. Он решил проверить, действительно ли организмы передают по наследству признаки, приобретенные в результате взаимодействия с окружающей средой, и удалял хвосты мужской и женской особям мышей, а затем скрещивал их. Вейсман полагал, что если теория Ламарка верна, то родительские особи должны передать свою «бесхвостость» последующим поколениям. Первое поколение мышей родилось с хвостами. Продолжив эксперимент, Вейсман получил еще 21 поколение мышей, но ни одна особь не родилась бесхвостой. Это привело его к выводу, что представления Ламарка о наследовании были ложны.

Но эксперимент Вейсмана не был настоящей проверкой теории Ламарка. Автор биографии Ламарка Л. Йорданова считает, что такие эволюционные изменения должны происходить в течение «чрезвычайно продолжительных периодов времени». В 1984 г. она написала, что теория Ламарка «опиралась на ряд положений», среди которых были «…законы, управляющие живыми существами, которые в течение чрезвычайно продолжительных периодов времени привели к возникновению все более их сложных форм». Пятилетний эксперимент Вейсмана был явно недостаточен для проверки этой теории. Еще более существенным изъяном этого эксперимента является то, что Ламарк никогда не утверждал, что любое изменение, претерпеваемое организмом, должно укореняться таким образом. Ламарк говорил, что организмы «ухватывают» те или иные признаки (например, наличие хвоста), когда они необходимы им для выживания. Быть может, по мнению Вейсмана, мышам хвосты и не нужны, но ведь никто и никогда не спрашивал мнения мышей на этот счет!

Несмотря на явные недостатки, исследование бесхвостых мышей способствовало подрыву репутации Ламарка. Фактически его теория была по большей части проигнорирована или даже демонизировалась. В своей книге «Эволюция эволюциониста» специалист по вопросам эволюции Конрад Уоддингтон из Корнельского университета писал: «Ламарк – одна из наиболее выдающихся фигур в истории биологии, чье имя стало едва ли не ругательным. Боль-

шинство ученых обречены на то, что их вклад в науку утратит свое значение, но очень мало найдется тех, чьи работы даже спустя два столетия отвергаются с таким негодованием, которое заставляет иного скептика заподозрить, что мы имеем здесь дело с чем-то вроде угрызений совести. Говоря откровенно, мне кажется, что Ламарка осудили отчасти несправедливо».

Уоддингтон написал эти пророческие слова много лет назад. Сегодня теории Ламарка подвергаются переоценке под давлением большого количества свидетельств новой науки, которые заставляют предположить: тот, кого мы традиционно хулим, не так уж и ошибался, а тот, кого мы привыкли превозносить, был не так уж непогрешим. Одним из признаков пробуждающейся «гласности» может служить заголовок статьи в престижном журнале Science[11]: «Не был ли Ламарк в чем-то прав?».

Одна из причин, по которой ряд ученых сегодня пересматривают свое отношение к Ламарку, состоит в том, что специалисты в области эволюции все чаще обращают внимание на огромную роль сотрудничества в поддержании жизни в биосфере. Ученым давно известно о симбиотических отношениях в природе. В своей книге «Чего не видел Дарвин» (*Darwin's Blind Spot*) британский медик Фрэнк Райан описывает целый ряд ситуаций такого типа. Например, морских рачков, которые собирают пищу, когда рыбка гоби охраняет их от хищников, или рака-отшельника, несущего на своей раковине розовую анемону. «Рыбы и осьминоги были бы не прочь полакомиться раком-отшельником, но как только они к нему приближаются, анемона выбрасывает им навстречу свои ярко окрашенные щупальца, усеянные микроскопическими ядовитыми жалами, и заставляет горе-охотников поискать себе добычу где-нибудь в другом месте». Отношения эти выгодны и агрессивной анемоне: она питается объедками со стола рака-отшельника.

Однако сегодняшние представления о сотрудничестве в природе идут гораздо дальше этих легко наблюдаемых явлений. «Биологи начинают все больше приходить к пониманию, что живые организмы эволюционировали совместно с различными структурами микроорганизмов, необходимых им для поддержания здоровья и дальнейшего развития, и продолжают вести с ними совместное существование» – говорится в недавней статье из журнала Science, озаглавленной «"Маленькая" помощь наших маленьких друзей». Изучение подобных отношений представляет собой сегодня быстро развивающееся направление, получившее название «системной биологии».

По иронии судьбы, в последние десятилетия мы приучились вести войну против микроорганизмов всеми доступными средствами – от антибактериального мыла до антибиотиков. Но такой чересчур прямолинейный подход не учитывает тот факт, что многие бактерии необходимы для нашего здоровья. Классический пример того, как люди пользуются помощью микроорганизмов, – это бактерии в нашей пищеварительной системе, без которых мы попросту не смогли бы жить. Бактерии в желудочно-кишечном тракте помогают человеку переваривать пищу и делают возможным всасывание необходимых витаминов. Именно из-за такого сотрудничества безоглядное применение антибиотиков недопустимо. Антибиотики – это неразборчивые убийцы, они губят полезные бактерии точно так же, как и вредные.

Недавние исследования в области генетики обнаружили еще один механизм межвидового сотрудничества. Как выяснилось, живые организмы в полном смысле слова объединяют свои клеточные сообщества в одно целое, обмениваясь генами. Раньше считалось, что гены передаются исключительно потомкам конкретного организма в процессе продолжения рода. Сегодня же ученые пришли к выводу, что передача генов происходит не только между отдельными представителями одного и того же вида, но и между различными видами. Распространение генетической информации при помощи *трансфера генов* ускоряет эволюцию, так как теперь организмы могут воспользоваться опытом, «приобретенным» другими организмами.

[11] Science («Наука») и Nature («Природа») – самые авторитетные научные журналы. – *Прим. перев.*

С учетом такого обмена генами организмы больше нельзя рассматривать как изолированные сущности – между видами не существует непроницаемых стен. Руководитель программы Министерства энергетики США по изучению генома микроорганизмов Дэниел Дрелл сказал в интервью журналу Science: «…теперь нам не так-то просто сказать, что такое вид».

В таком обмене информацией нет ничего неожиданного. Это обычный в природе метод увеличения жизнеспособности био сферы. Как мы уже говорили, гены – это физические носители памяти о приобретенном организмом опыте. Обнаруженный недавно обмен генами между различными особями распространяет эту память, способствуя выживанию всех организмов, составляющих сообщество живого. С другой стороны, такой внутри- и межвидовой генный обмен наглядно свидетельствует об опасностях генной инженерии. Например, игры с генами помидора могут отразиться не только на этом самом помидоре, но и непредсказуемым образом затронуть всю биосферу. Одно из недавних исследований показывает, что когда человек переваривает генетически модифицированную пищу, искусственно созданные гены попадают внутрь его кишечника и меняют характер присутствующей в нем полезной микрофлоры. Аналогичным образом трансфер генов между генетически модифицированными сельскохозяйственными культурами и соседствующими с ними природными видами приводит к созданию сверхустойчивых особей – «суперсорняков». Внедряя генетически модифицированные организмы в окружающую среду, генные инженеры никогда не принимали во внимание трансфер генов как реальность. Сегодня мы начинаем пожинать катастрофические плоды этой недальновидности, когда искусственно сконструированные гены распространяются бесконтрольно и изменяют природные организмы.

Новая Биология отбрасывает прочь пораженческий дух генетической и родительской предопределенности.

Специалисты по генетической эволюции предупреждают, что если мы не усвоим уроки, следующие из общности нашей генетической судьбы, – уроки, которые говорят о важности сотрудничества всех биологических видов, – то поставим под угрозу существование человечества. Нам необходимо перейти от дарвиновской теории, где ведущая роль принадлежит *индивидууму*, к теории, подчеркивающей значение *сообществ*. Британский ученый Тимоти Лентон приводит свидетельства, что эволюция в большей степени определяется межвидовым взаимодействием, нежели взаимодействием отдельных особей одного и того же вида. При таком рассмотрении эволюция становится вопросом выживания самых приспособленных *групп*, а не индивидуумов. В 1998 г. Лентон писал в журнале Nature, что «…нам необходимо принимать во внимание всю совокупность организмов и их материальное окружение, чтобы понять, какие из признаков склонны сохраняться и доминировать», а не сосредоточиваться на индивидуумах и их роли в эволюции.

Лентон говорит о своей приверженности предложенной Джеймсом Лавлоком теории Геи, согласно которой Земля и все обитающие на ней виды представляют собой единый организм. Сторонники данной гипотезы доказывают, что вмешательство в равновесие этого суперорганизма, будь то посредством уничтожения тропических лесов, разрушения озонового слоя или изменения организмов путем генной инженерии, может составлять угрозу для его (а значит, и нашего собственного!) благополучия.

Результаты недавних исследований, профинансированных британским Национальным советом по изучению природной среды, свидетельствуют о небеспочвенности этих опасений. В истории нашей планеты насчитывается пять массовых вымираний живых организмов, и все они были вызваны внеземными причинами, например столкновением Земли с кометой. Автор одного из недавних исследований заключает, что «мир природы переживает сегодня шестой, наиболее масштабный случай массового вымирания за свою историю». Однако причина на этот раз отнюдь не внеземная. Как пишет один из авторов процитированного выше исследования

Джереми Томас: «Насколько мы можем судить, причиной теперь является один-единственный живой организм – человек».

Практические выводы из уроков клетки

За годы преподавания на медицинском факультете я пришел к выводу, что студенты-медики склонны к весьма жесткой конкуренции в образовательной сфере – к уда там юристам! В своем желании оказаться «наиболее приспособленными», чтобы после четырех изнурительных лет все-таки добраться до выпуска, они в полной мере воплощают дарвиновские принципы. Конечно, именно такая модель лучше всего описывает это самозабвенное стремление получить наивысшие оценки, расталкивая локтями товарищей. Но это стремление всегда казалось мне несколько странным для тех, кто готовится стать врачевателем, исполненным сострадания к людям.

Однако во время пребывания на острове мои стереотипы по поводу студентов-медиков пошатнулись. После моего воззвания эта незадачливая группа перестала вести себя подобно обычным студентам-медикам, отбросила прочь стратегию выживания сильнейшего и сплотилась в единую силу, в настоящую команду, что действительно помогло ей успешно завершить семестр. Более сильные студенты помогали слабым и благодаря этому сами становились еще сильней. Такая гармония и удивляла, и радовала одновременно.

В итоге все кончилось по-голливудски благополучно. В качестве заключительного экзамена я предложил своим студентам в точности те же задания, которые выполняют студенты в Висконсине. И эти «отверженные» справились нисколько не хуже, чем их «элитарные» коллеги в США. Позже многие из моих студентов рассказывали: когда они вернулись домой и встретились со сверстниками, которые заканчивали американские университеты, то с удовлетворением обнаружили, что более глубоко понимают принципы жизнедеятельности клеток и целых организмов.

Я был в восторге, что моим студентам удалось сотворить настоящее чудо, но лишь спустя годы понял, *как именно* они смогли этого достичь. Тогда мне казалось, что все дело в построении курса, хотя и сейчас считаю сопоставление биологии человека и клетки хорошим способом подачи материала. Но когда я вторгся в пределы, которые многими были сочтены территорией чудаковатого доктора Дулиттла, то понял, что успех моих студентов во многом объясняется именно отказом от поведения, принятого в среде их американских коллег. Вместо того чтобы копировать поведение умников-студентов, они действовали как умные клетки, которые объединились, чтобы стать еще умней. Нет, все-таки оставаясь в рамках традиционной науки, я не предлагал своим студентам учиться жить у клеток. Но мне доставляет удовольствие думать, что они двинулись в этом направлении интуитивно, после моих восторженных рассказов о способности клеток группироваться для формирования более сложных и совершенных организмов.

Тогда я не задумывался над этим, но сейчас считаю еще одной причиной успеха моих студентов не только мои похвалы в адрес клеток, но и мое одобрение самих студентов. Чтобы становиться образцовыми студентами, им требовались свидетельства, что их считают таковыми. В последующих главах я покажу – очень многие из нас живут ограниченной жизнью не потому, что иначе невозможно, а потому что *думают*, будто иначе невозможно. Но я забегаю вперед. Достаточно сказать, что после четырех месяцев в том раю и изложения своего курса, мои взгляды на клетки и уроки, которые они преподают людям, прояснились окончательно. Я оказался на прямом пути к пониманию Новой Биологии, отбрасывающей прочь пораженческий дух генетической и родительской предопределенности, равно как и дарвинизм с его выживанием сильнейших.

* * *

Только написав эту главу, я предпринял активные поиски в подтверждение догадки, что столь оклеветанному Жану-Батисту Ламарку должны наконец воздать должное за его понимание эволюции. Но будучи неисправимым оптимистом, в чем вы убедились, ознакомившись с написанным выше, я включил ссылку на статью с осторожным названием «Не был ли Ламарк в чем-то прав?». Счастлив доложить, что мой оптимизм подтвердился. Теперь найти сторонников Ламарка куда проще: они не только уверены в том, что он был прав «в чем-то», но считают его провидцем!

Почти через 200 лет после его смерти эпигенетические исследования стали одними из популярных областей науки. Они вновь и вновь подтверждают часто высмеиваемое убеждение Ламарка, что организмы приспосабливаются к среде и могут передавать обретенные свойства последующим поколениям. Такой решительный (без всяких вопросительных знаков) заголовок встретился мне очень скоро при подготовке юбилейного издания: «Возрождение ламаркизма (Рассвет эпигенетики)».

Разумеется, Ламарк (равно как и Дарвин) не имел никакого представления о молекулярной природе генов и их экспрессии в организме, поэтому я не скажу, что он был эпигенетиком. Для выявления тонких химических изменений ДНК и связанных с ней белков, которые позволили бы организмам приспосабливаться к среде и передавали бы приобретенные признаки без изменения структуры молекулы ДНК, современным исследователям требуются высокотехнологичные лаборатории. Теория Ламарка о наследовании приобретенных признаков – главная причина нападок на него – сегодня считается обоснованным механизмом наследования. Передовые исследования способствуют не только восстановлению его репутации, но и подрывают веру в генетический детерминизм. А это, как вам уже известно, одна из главных тем «Биологии веры» – гены, унаследованные нами от наших отцов и матерей, не определяют нашу судьбу!

Я вовсе не считаю, что во взглядах научного сообщества произошел сдвиг в сторону ламаркизма. Вопрос о механизмах, движущих эволюцию, все еще остается открытым. Например, когда теория «адаптивной мутации» с утверждением, что мутации происходят в ответ на особые стрессы, была впервые представлена вниманию ученых в 80-х годах молекулярным биологом доктором Джоном Кэрнсом, он был объявлен еретиком, а его теория остается спорной по сей день. Адаптивная мутация противоречит неодарвинизму, согласно которому наследственные изменения основаны на *естественном отборе*, описанном Дарвином как «борьба за жизнь сильнейших», а потом как «выживание наиболее приспособленных». (При всей своей привлекательности афоризм *выживание наиболее приспособленных* является тавтологией, очевидной истиной, непригодной для описания движущих сил эволюции. *Наиболее приспособленный* – означает «самый пригодный к выживанию», и само выражение можно перефразировать как «выживание самых пригодных к выживанию». С этим не поспоришь!)

Неодарвинизм относит мутацию к случайным копирующимся ошибкам в репликации генов. Если генетическая ошибка усиливает выживаемость организма – такая мутация выбирается для наследования. Таким образом, направление эволюционного развития случайно и непредсказуемо… какая тавтология! В ответ на давние вопросы «Как мы сюда попали?» и «Зачем мы здесь?» теория неодарвинистов заставляет нас поверить, будто несколько миллиардов лет мы эволюционировали благодаря «удачным» генетическим случайностям. Напротив, теория ламаркианцев подразумевает, что эволюционно-выгодные мутации возникают из-за

«потребности» организма приспособиться к угрожающим жизни внешним стрессам. Поэтому они не случайны и в значительной мере предсказуемы с точки зрения окружающей среды.

Эти с виду скрытые научные споры важны потому, что адаптивные мутации подразумевают целенаправленность биологической эволюции – наличие цели и соответствия господствующим условиям окружающей среды, включающей в себя жизнь общества в целом. Полагаю, что со временем теория адаптивных мутаций одержит верх, и точка зрения, по которой сеть жизни и эволюционный процесс – это результат высокоорганизованного, симбиотического сотрудничества между всеми живыми организмами, получит больше сторонников.

Увлекательные исследования биолога и математика Мартина А. Новака, директора гарвардской Программы эволюционной динамики, уже говорят в пользу решающей роли сотрудничества в эволюции. Используя математическое и компьютерное моделирование, Новак разделил популяции на «кооператоров», принимающих помощь других, и «отступников», не поддерживающих других, даже после того, как они получили от них помощь. На материале нескольких тысяч научных публикаций о победе кооператоров (от бактерий до человеческих существ) в процессе эволюции Новак показал, что сценарии делятся на пять категорий.

К примеру, в одной категории, представляющей из себя «пространственный отбор», кооператоры и отступники неравномерно распределены среди популяции. В такой популяции с «пятнами кооператоров» отзывчивые люди объединяются и одерживают победу над отступниками. В другой категории «я почешу тебе спину, и кто-то почешет мою» – личность решает стать кооператором из-за репутации «человека в нужде». Он приводит пример японских макак: обезьяны с низким статусом, ухаживая за высокопоставленными, могут повысить свою репутацию (и получить более долгий груминг), когда их видят вместе с «начальством».

Новак обнаружил, что кооперация-отступничество действует на нескольких уровнях – человек одновременно может быть как кооператором, так и отступником. В качестве примера Новак приводит группу сотрудников фирмы, ведущих жесткую конкуренцию между собой с целью повышения по службе, но также и взаимодействующих друг с другом, чтобы превзойти другие фирмы. Такое понимание сложной природы кооперации-отступничества согласуется с принципами системной биологии – еще одной области науки, ставшей известной за последнее время и признающей тот факт, что наилучшее понимание биологии возможно только при изучении динамики взаимодействующих систем, а не узком изучении исключительно одной системы. Один из аргументов: в свое время медицина пыталась понять болезни сердца, сосредоточившись на его функциях и структуре. Однако фундаментальные прорывы в исследовании сердечных заболеваний стали очевидными, лишь когда функции сердца изучались при учете влияния других систем – нервной, нейроэндокринной, иммунной и пищеварительной.

Модели Новака также подтверждают наблюдения каждого, кто сокрушается о нынешнем печальном положении планеты, где кооперация «неустойчива как таковая»: существуют циклы, в которых побеждает отступничество. Впрочем, он сообщает и хорошие новости, что «дух альтруизма, похоже, всегда сам восстанавливается». Подытоживая открытые им факты, Новак заключает, что «жизнь – это не только борьба за выживание, но и умение уютно устроиться, чтобы выжить».

Сегодня, как никогда, нам нужно больше исследований по кооперативному умению именно так устроиться – в противном случае мы попадем в цикл отступничества, где уничтожим себя и саму планету. Ошибочно понимая под эволюцией непрерывную борьбу и поиск

индивидуальной пригодности (измеряемый числом собственных «игрушек»), мы оказались сегодня у черты. Человеческая цивилизация купилась на предупреждение, сформулированное в подзаголовке книги Дарвина «Происхождение видов путем естественного отбора, или Сохранение благоприятствуемых рас в борьбе за жизнь» – попросту говоря, жизнь, полную борьбы, где блага попадают к наиболее подготовленному, независимо от средств их достижений.

Согласно такому «научному» принципу, наименее генетически подготовленным достаются крохи… если вообще хоть что-то.

Такая ментальность привела нас к продолжительным войнам за материальные блага, к избыточному потреблению и нерациональному использованию ресурсов, а также растущему неравенству в распределении благ на явно нездоровой планете. Дарвиновский акцент на пригодность личности вычеркивает важность коллективного сотрудничества в эволюции.

Наши собственные тела – один из наиболее ярких участков, где мы оставляем без внимания важность сотрудничества между организмами. За десять лет после моего осуждения «войны с микроорганизмами во всем – от антибактериального мыла до антибиотиков» – появилась масса веских свидетельств об ущербе, понесенном нашими телами.

Дело в том, что сотни триллионов микробов-захватчиков, главным образом в желудке, совершенно необходимы для выживания, и их в десять раз больше, чем клеток в человеческом теле. Тело не может прожить без собственных микробов (называемых коллективно «микробиомом»), поэтому функционально они эквивалентны любому из наших жизненных органов. С учетом признания (запоздавшего) важности микробиома люди и большинство других животных сегодня правильно определяются как суперорганизмы (сложные организмы, состоящие из множества малых организмов). Кроме того, в 2007 г., после изрядно задержавшегося осознания этой важности, Национальные институты здравоохранения создали Проект микробиома человека. Работающие по нему ученые сообщали, что люди и животные формируют жизнеобеспечивающую связь с микробами своего кишечника. Они обнаружили, что гены человека влияют на генетику микробиома, а гены микробиома (что составляет 99 % уникальных генов в нашем теле!) управляют генами в наших клетках.

Коллективные достижения позволят нам восстановить планету, наш микробиом и все, что находится за его пределами.

В своей новой, бьющей тревогу книге «Пропавшие микробы: как чрезмерное применение антибиотиков приводит к нашим современным эпидемиям» директор Программы микробиома человека в Университете Нью-Йорка доктор Мартин Дж. Блейзер предостерегает не только о резистентности к антибиотикам, но и о снижении разнообразия микробиома человека, что повышает восприимчивость к хроническим расстройствам – от аллергии и астмы до диабета и ожирения. К примеру, в индустриально развитых странах количество больных диабетом I типа удваивается примерно каждые двадцать лет. По сравнению с 1950 г. в Финляндии таких больных стало больше на 550 %. Блейзер пишет, что современные эпидемии являются «не только заболеваниями, но также внешними знаками внутреннего изменения». Современные исследования показали, что «в других отношениях нормальные индивиды потеряли от 15 до 40 % микробного разнообразия и генов, его сопровождающих», главным образом из-за чрезмерного приема антибиотиков широкого спектра, убивающих микробы без разбора. В то же время Блейзер, тридцать лет изучавший микробы наших тел, называет их и 20 миллионов их генов «партизанами», помогающими нам сражаться с заболеванием.

В то время как Блейзер предупреждает о снижении разнообразия нашего микробиома, другие ученые с тревогой заявляют о снижении разнообразия планеты, где популяции животных и их видов уменьшаются с пугающей скоростью. Ученые из Стэнфорда, отслеживая разнообразие видов и размер популяции за разные периоды времени, пришли к выводу, что показатели вымирания были бы в тысячу раз ниже, если бы люди не загрязняли окружающую среду, не вырубали леса, не сеяли монокультуры и не стремились получать максимальные урожаи. Многие ученые-экологи считают, что мы перешли порог, за которым последует крупный экологический коллапс, и на планете вот-вот разразится шестое по счету массовое вымирание.

Экологам давно известно, что структура локализированных экологических систем, дойдя по критического порога, способна резко и необратимо смещаться от одного состояния к другому. Сегодня мы имеем свидетельства, что глобальная экосистема в целом может среагировать в похожей резкой форме, и фактически уже есть угроза такой реакции. Профессор из Отдела интегративной биологии Калифорнийского университета в Беркли Энтони Барноски, а также другие исследователи утверждают, что мы находимся в планетарном «переломном моменте», поскольку человеческая активность вынуждает Мать Землю запустить решительный и всемирный переворот. Недавнее исследование НАСА подтвердило опасение, что глобальная индустриальная цивилизация движется к своему краху в ближайшие десятилетия (т. е. скоро!).

Глобальные изменения климата происходят не по вине цивилизации (наша планета уже прошла через пять ледниковых периодов), однако наше поведение и технологии вызывают экологически стрессовые факторы, усугубляющие кризис, связанный с изменением климата. Процесс подъема и разрушения общества – циклический феномен нашей истории, и в отдельных случаях периоды упадка занимали несколько столетий. В то время как предыдущие подобные периоды затрагивали преимущественно локализованные человеческие системы – грядущий упадок уже оказал существенное глобальное воздействие на здоровье планеты.

Сегодня мы живем в эпоху, именуемую Антропоценом, само название которой указывает, что деятельность человека с беспрецедентным размахом вызывает массовые изменения в природном мире. Нет ни одного уголка на планете, от южной оконечности Атлантиды до пиков горы Эверест, которое бы не осталось незатронутым влиянием человека. К примеру, сжигая ископаемое топливо, мы оставляем следы в непосредственном окружении, но тонкая завеса земной атмосферы переносит его на все части земного шара. И это напоминает о следующем: (1) все мы связаны между собой; (2) все мы оставляем свои отпечатки; (3) поддерживающая нас Земля делает это до определенного предела. Сегодняшний глобальный кризис предупреждает, что мы должны прекратить использовать изобилие и жизненную силу нашего живого дома и начать воссоединять и чтить нашу планету, как это делали на протяжении столетий многие традиционные общества.

Веселая картина, нечего сказать! Но будучи неисправимым оптимистом, я предпочитаю рассматривать и положительные стороны жизнеспособности Природы. В 1883 г. серия извержений вулкана Кракатау в Индонезии привела к появлению новых вулканических островов. В 1960 г. лава, вытекавшая на одном из островов, уничтожила там все формы жизни и оставила в том виде, которое ученые назвали состоянием «полной стерилизации». Обзоры и наблюдения, контролирующие рост флоры и фауны за последние пятьдесят лет, обнаружили изобилие и невероятное разнообразие, процветающее с тех пор на этих «стерильных» островах. Пережив катастрофическое возмущение, цветущий и полный жизни рай острова стал еще прекраснее. Теперь он проявляет пластичность разнообразия, что повышает способность противостоять

экологическому стрессу. Такой урок Природы хорошо характеризует старая поговорка: «Что нас не убивает, то делает сильнее».

Я также склоняюсь к тому факту, что сотрудничество организмов – не досадное исключение из закона эволюции, а напротив, одно из его причин, а также к тому, что люди (хотя подчас в это трудно поверить!) являются, по словам Новака, «сверхкооператорами». Благодаря общим усилиям, совместные достижения человеческой цивилизации доставили нас на Луну и за ее пределы. И я надеюсь, что коллективные достижения позволят нам восстановить планету, наш микробиом и все, что находится за его пределами. В конце концов, я сам стал свидетелем кардинальных позитивных изменений в группе моих студентов-медиков на Карибах. Избрав в качестве модели поведения сотрудничество, они сумели стать более человечными и, что более важно, сострадательными целителями.

Глава 2. Для особо непонятливых: все дело в среде!

Я никогда не забуду урок, полученный мной в 1967 г., когда на старших курсах учился клонировать стволовые клетки. Мне потребовались десятилетия, чтобы понять, какое огромное значение имеет эта на первый взгляд простая операция для моей работы, да и для всей жизни. Мой профессор, наставник и выдающийся ученый Ирв Кенигсберг одним из первых специалистов по клеточной биологии овладел ею. Он объяснил мне, что если клетки изучаемой культуры погибают, то в поисках причины необходимо прежде всего обращать внимание не на сами клетки, а на среду, в которой они находятся.

Профессор не отличался такой прямотой выражений, как руководитель избирательной кампании Билла Клинтона Джеймс Карвилл, благодаря которому на тех выборах едва ли не мантрой стала фраза «Для особо непонятливых: все дело в экономике!» Но клеточным биологам, ей-богу, стоило бы вывесить в своих лабораториях лозунг «Для особо непонятливых: все дело в среде!» – точно так же, как Джеймс Карвилл сделал в штаб-квартире Клинтона. Тогда это не было столь очевидно, но впоследствии я понял, что в совете Ирва Кенигсберга кроется ключ к пониманию природы живого. Раз за разом я все больше убеждался, насколько он был прозорлив. Стоило мне обеспечить своим клеткам здоровую среду – и они начинали благополучно расти. Если же условия были неоптимальными, рост приостанавливался. Как только я исправлял среду, «занемогшие» клетки снова приходили в себя.

Но большинству клеточных биологов эти тонкости культуральной техники были неизвестны. А с открытием Уотсоном и Криком генетического кода ДНК ученые и вовсе махнули рукой на воздействие окружающей среды. Хотя еще Чарльз Дарвин под конец жизни признавал, что эволюционная теория умаляет ее роль. В 1876 г. он писал Морицу Вагнеру: «Величайшей ошибкой, которую я допустил, было то, что не придал достаточного значения непосредственному воздействию, которое окружающая среда, т. е. пища, климат и т. д., оказывает независимо от естественного отбора… Во время написания “Происхождения видов” и в последующие годы я еще не мог представить надежных свидетельств прямого воздействия среды; теперь же подобные свидетельства многочисленны».

Последователи Дарвина продолжают совершать ту же самую ошибку. Такая недооценка среды приводит к переоценке роли «природы» по сравнению с «воспитанием» – к генетическому детерминизму, убеждению, будто всем живым управляют гены. Оно не только привело к нерациональному использованию выделенных на исследования средств (о чем я собираюсь говорить в одной из последующих глав), но, что более важно, изменило наше представление о собственной жизни. Когда вы уверены, что вашей жизнью управляют гены и вы никак не можете повлиять на их набор, доставшийся вам при зачатии, то у вас появляется удобная возможность объявить себя жертвой наследственности. «Я не виноват, что такой медлительный и не успел сделать работу в срок, – это все гены!»

С самого начала Эпохи Генетики нам внушают, что мы бессильны перед мощью скрытых в нас генов. В мире великое множество людей живут в постоянном страхе, что однажды их гены вдруг возьмут и «включат» в их организме нечто, до поры скрытое. Они воображают себя бомбами с тикающим часовым механизмом и ждут, что вот-вот в их жизни возникнет рак – как он ворвался в жизнь их брата, сестры, дяди или тети. А миллионы других объясняют свое плохое здоровье не сочетанием умственных, физических, эмоциональных и духовных причин, а одними лишь нарушениями биохимической механики своего организма. Ваш ребенок перестал слушаться? Сегодня врач все чаще предпочтет выписать ему таблетки для исправления «химического дисбаланса» вместо того, чтобы как следует разобраться с его телом, сознанием и духом.

Разумеется, я нисколько не оспариваю тот факт, что некоторые заболевания, например хорея Гентингтона, бета-талассемия и кистозный фиброз, обусловлены одним-единственным дефектным геном. Но такие нарушения встречаются менее чем у 2 % населения, и подавляющее большинство людей рождаются с генами, с которыми вполне можно быть здоровым и жить счастливо. А напасти, из-за которых сегодня чаще всего не получается быть здоровым и жить счастливо, – диабет, сердечно-сосудистые заболевания, рак – отнюдь не вызываются конкретным геном, а становятся результатом сложного взаимодействия множества как генетических, так и экологических факторов.

Но как же тогда быть со всеми этими газетными статьями, которые то и дело трубят об открытии генов всего чего угодно – от депрессии до шизофрении? Прочитайте их внимательно, и вы увидите, что стоящая за броскими заголовками истина куда скромней. Да, ученые связывают множество генов со множеством различных заболеваний и признаков, но крайне редко бывает так, чтобы то или иное заболевание или признак было обусловлено *одним-единственным* геном. Дефектные гены, действующие в одиночку, отвечают примерно за 2 % всех наших недугов.

Путаница возникает из-за традиционного для СМИ смешения двух вещей – связи и обусловленности. Одно дело быть связанным с заболеванием, и совсем другое – быть его причиной, что предполагает уже направленное, управляющее воздействие. Если я покажу вам ключ и скажу, что он «управляет» моим автомобилем, то вы можете согласиться, что это в некотором смысле верно – в самом деле, ведь без ключа нельзя включить зажигание. Но можно ли сказать, что он и в самом деле «управляет» вашей машиной? Будь это так, вы бы не рискнули оставлять ключ в замке, ведь он, чего доброго, одолжит ее у вас покататься. В действительности он только «связан» с автомобилем, а решает все человек, который этот ключ поворачивает. Некие гены связаны с теми или иными образами поведения организма и его характеристиками, но они не активируются, пока что-нибудь не приведет их в действие.

Клеточным биологам, ей-богу, стоило бы вывесить в своих лабораториях лозунг «Для особо непонятливых: все дело в среде!»

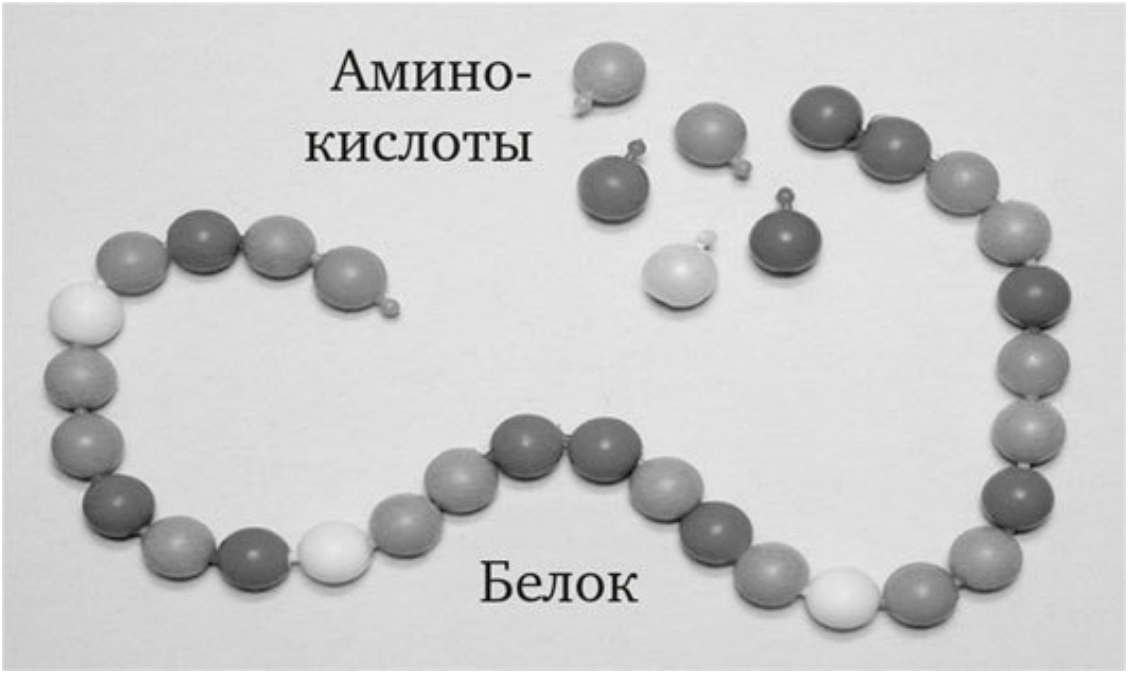
Что же приводит гены в действие? Изящный ответ на этот вопрос был дан в 1990 г. Фредериком Ниджхаутом в статье «Метафоры и роль генов в развитии организмов». Ниджхаут доказывает, что идея управления генами всем живым высказывалась так часто и так долго, что ученые перестали считать ее лишь гипотезой. В действительности же это лишь предположение, никогда не доказанное и даже наоборот, опровергнутое научными исследованиями последнего времени. Власть генов, пишет Ниджхаут, стала метафорой в нашем обществе. Нам хочется верить, что генные инженеры – это новые волшебники, которые способны лечить болезни и между делом конструировать новых Эйнштейнов и Моцартов. Но метафора не есть научная истина. Ниджхаут приходит к выводу: «Когда в гене возникает необходимость, его экспрессию[12] активирует сигнал, поступающий из окружающей среды, а вовсе не некая спонтанно возникшая характеристика самого гена». Иными словами, по поводу генного управления живым можно сказать буквально следующее: «Для особо непонятливых: все дело в среде!»

[12] Экспрессия гена – это процесс, в результате которого генетическая информация преобразуется в конкретный белок или рибонуклеиновую кислоту (РНК). – *Прим. ред.*

Строительный материал живого – белок

Нам не составит труда понять, как и почему закрепилась метафора генного управления, если мы вспомним, с каким рвением ученые набросились на изучение механизмов ДНК. Химики-органики в свое время установили, что клетки состоят из четырех типов очень крупных молекул – полисахаридов (сложных сахаров), липидов (жиров), нуклеиновых кислот (ДНК и РНК) и белков. И хотя клетке необходимы все эти четыре типа молекул, наиболее важным компонентом живых организмов является белок. По существу, наши клетки представляют собой сооружения из белковых «кирпичей». Поэтому один из способов рассмотреть наши состоящие из триллионов клеток тела – это представить их себе в виде белковых машин (хотя, как вы уже знаете, я считаю нас чем-то большим, нежели машины!). Однако в действительности это несколько сложней, чем может показаться, хотя бы потому, что в нашем теле действуют более 100 тысяч белков различных видов.

Давайте внимательней присмотримся к тому, как соединены друг с другом в наших клетках эти сто с лишним тысяч белков. Каждый белок представляет собой линейную цепочку связанных друг с другом молекул аминокислот[13] – что-то вроде детского ожерелья с бусинками (см. рисунок).

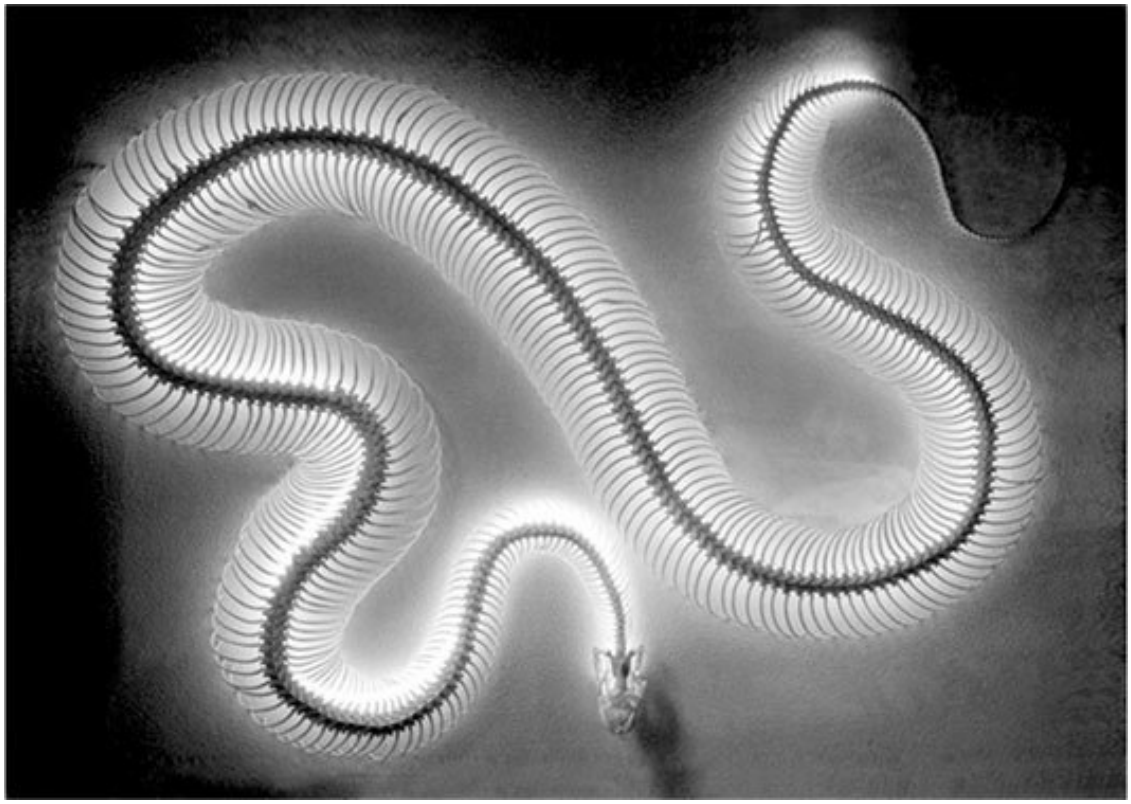


Каждая такая бусинка – это молекула одной из двадцати используемых в клетках аминокислот. При всей своей наглядности аналогия с бусами здесь не совсем верна, поскольку молекула каждой аминокислоты несколько отличается по форме от другой. Если быть совсем точным, то придется сказать, что наши бусы слегка помяли на фабрике.

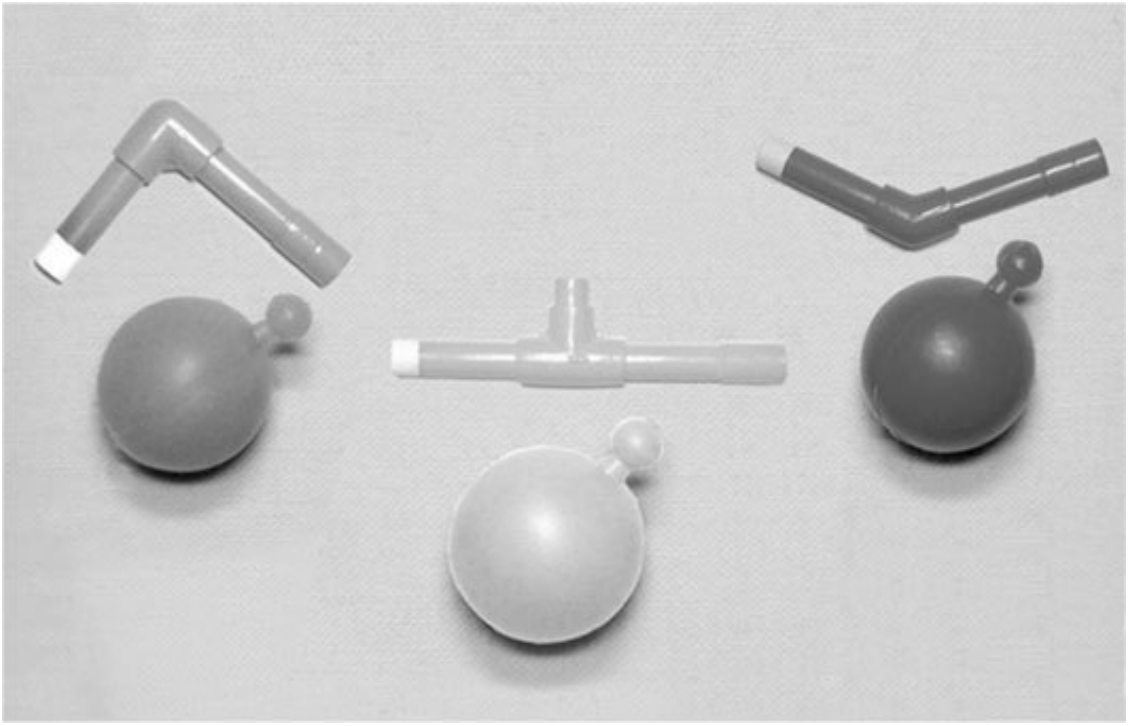
А еще лучше принять во внимание, что аминокислотное ожерелье, этот «остов» клеточных белков, гораздо мягче и податливей бус, которые разорвутся, если их перегнуть чересчур сильно. Структура и поведение аминокислотных цепочек в белках во многом напоминает позвоночник змеи (фото на стр. 70). Составленный из множества связанных друг с другом эле-

[13] Точнее, аминокислотных остатков. – *Прим. ред.*

ментов (позвонков), он дает возможность змее принимать самые разные формы – от прямой линии до клубка.

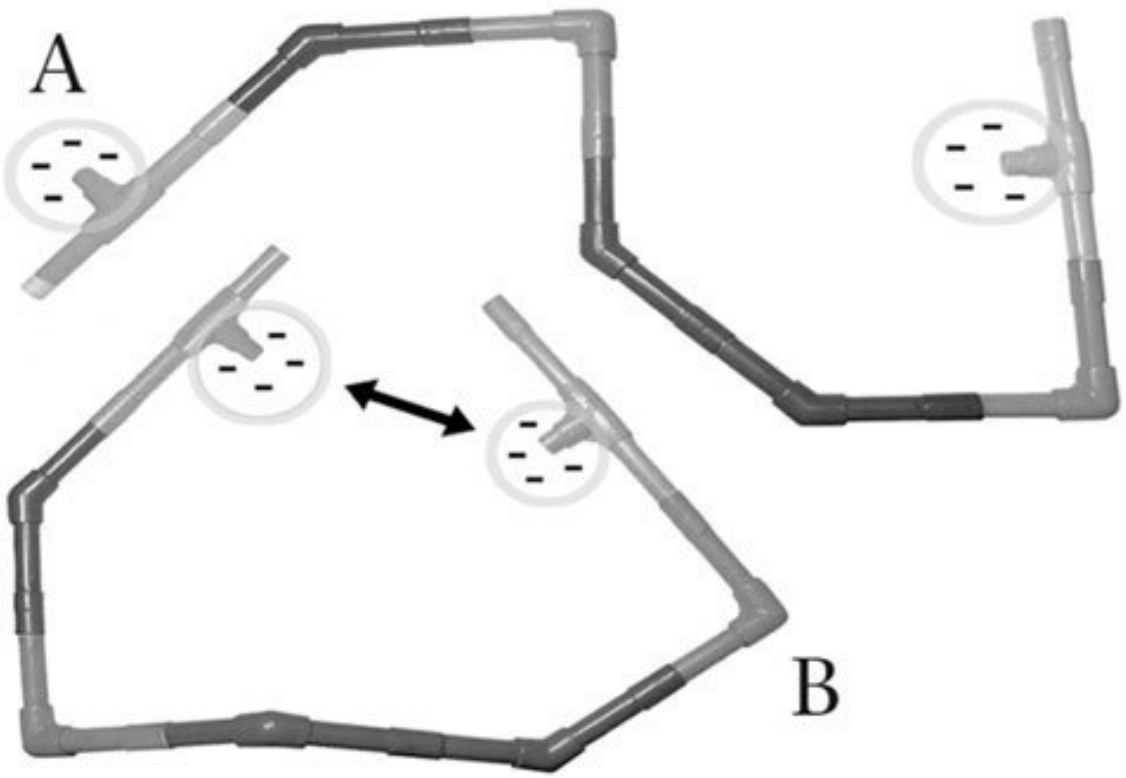


Гибкие сочленения (*пептидные связи*) между аминокислотами в белковой «змейке» позволяют белкам принимать множество конформаций. Какую из них примет «змейка» – определяется в основном двумя факторами. Прежде всего, это первичная структура белка, т. е. последовательность бусинок-аминокислот, которые его составляют.



В отличие от бусинок, каждая из 20 аминокислот, составляющих каркас белковой цепи, имеет собственную конфигурацию. Обратите внимание на то, как отличаются между собой «змейка» из одинаковых шариков, и та, что составлена из трубчатых сегментов различной формы.

Второй фактор связан со взаимодействием электрических зарядов в связанных друг с другом аминокислотах. Большинство аминокислот положительно или отрицательно заряжены, из-за чего они ведут себя подобно магнитам: *одноименные* заряды заставляют молекулы отталкиваться, а *разноименные* – притягиваться. Как показано на рисунке, гибкий остов белковой цепи легко принимает необходимую форму, когда его аминокислотные «позвонки» поворачиваются и изгибают соединяющие их сочленения, чтобы уравновесить силы, которые возникают из-за положительных и отрицательных зарядов.

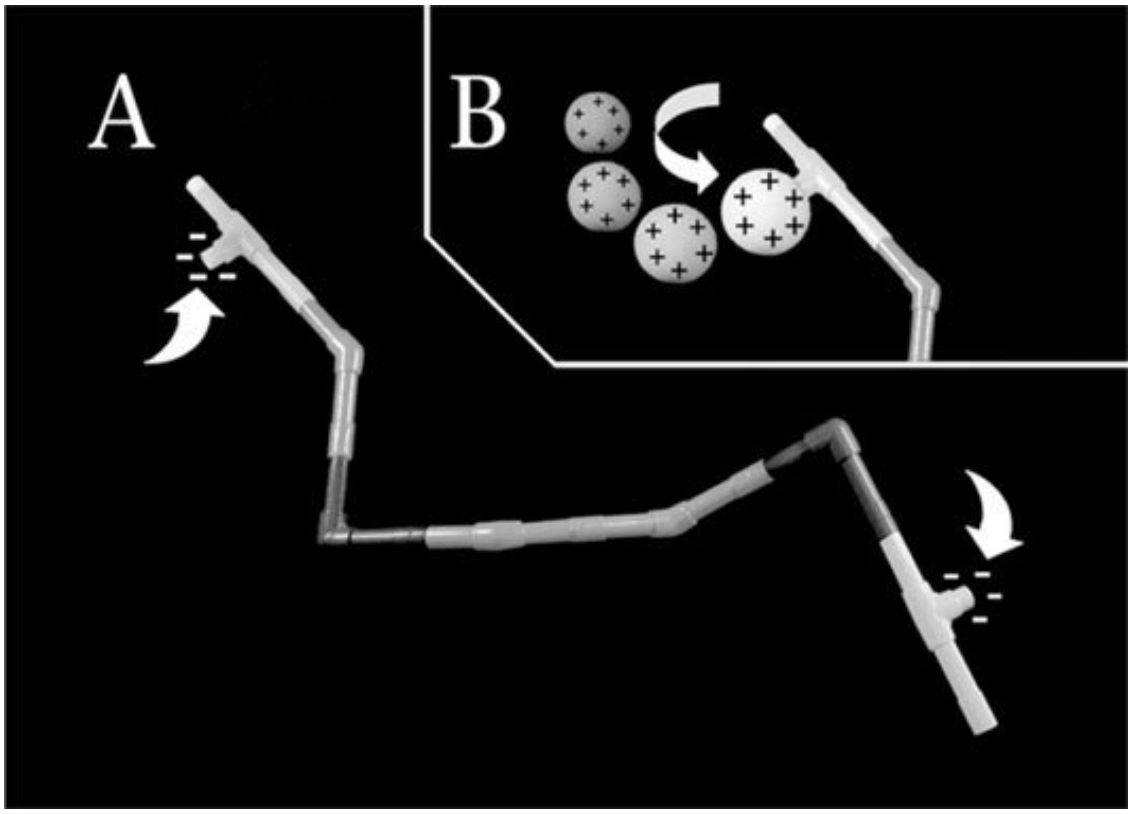


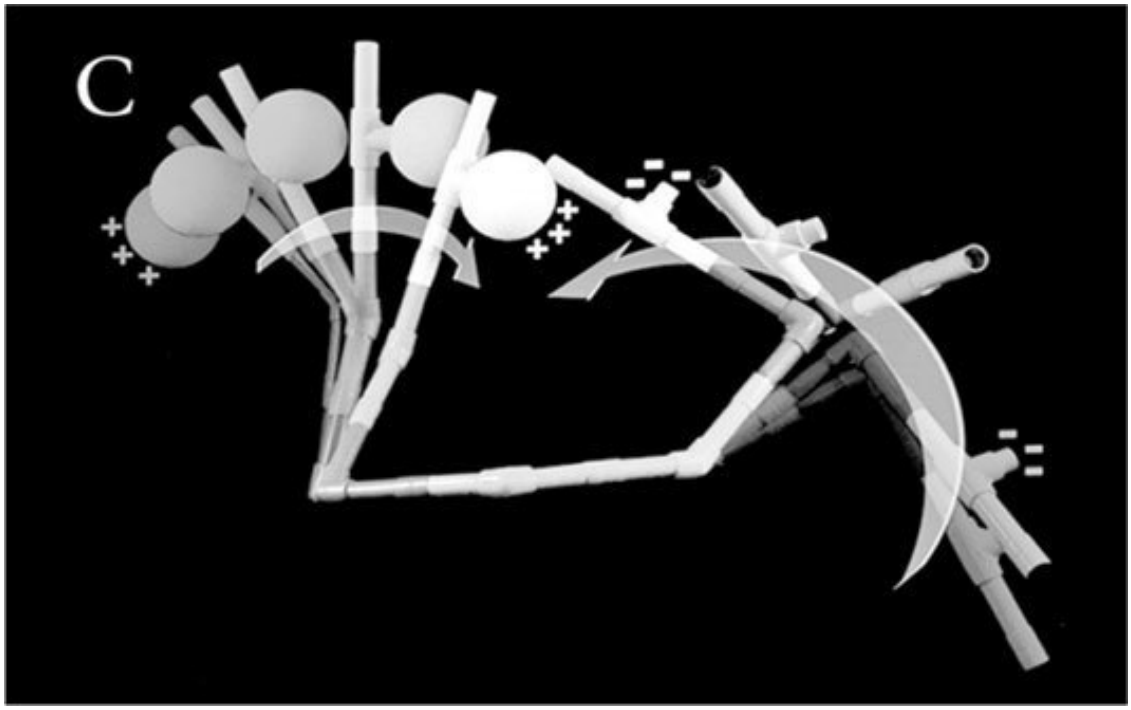
Белковые каркасы *A* и *B* имеют одну и ту же последовательность аминокислот (трубчатых сегментов), но кардинально отличаются по своей конфигурации. Вариации возникают из-за поворота соседних сегментов друг относительно друга в сочленениях. Подобно трубчатым сегментам, аминокислоты белков разных размеров также поворачиваются относительно соединяющих их «сочленений» (пептидных связей), из-за чего каркас приобретает способность извиваться, как змея. Форма белков не задана жестко, но обычно они принимают две-три конкретные конфигурации. Какую же из конфигураций, *A* или *B*, предпочтет наш гипотетический белок? Ответить на это можно, приняв во внимание, что две концевые аминокислоты несут отрицательный заряд. Поскольку одноименные заряды отталкиваются, конфигурация будет тем более устойчивой, чем дальше друг от друга они окажутся. Поэтому предпочтение будет отдано *A*.

Молекулярные цепи некоторых белков бывают такими длинными, что для сворачивания (фолдинга, или укладки) им необходима «помощь» особых вспомогательных белков, называемых хаперонами. Неправильно свернутые белки, подобно людям с дефектами позвоночника, не могут функционировать должным образом. Такие белки клетка маркирует как подлежащие уничтожению – соответствующая аминокислотная цепь разлагается на составляющие, и заново собирается другая в процессе синтеза новых белков.

Как белки создают жизнь

Живые организмы отличаются от неживых тем, что движутся. Именно энергия их движения используется для выполнения «работы», характерной для живых систем, – дыхания, пищеварения, мышечного сокращения. Чтобы понять природу жизни, нам необходимо прежде всего разобраться, что приводит в движение белковые «машины».



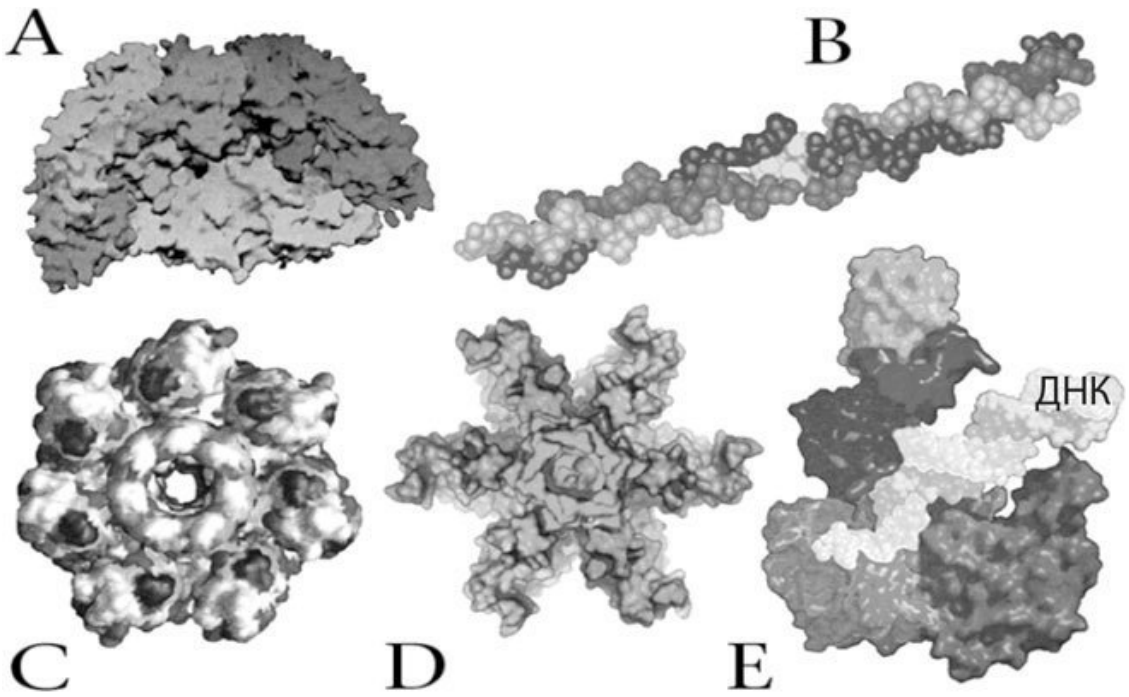


На первом рисунке (стр. 72) *A* представляет собой предпочтительную конформацию нашей гипотетической белковой цепи. Силы отталкивания между двумя отрицательно заряженными концевыми аминокислотами (обозначены стрелками) заставляют цепь растягиваться так, чтобы эти аминокислоты оказались как можно дальше друг от друга. *B* – это концевая аминокислота крупным планом. Сигнал – в данном случае молекула, имеющая большой положительный заряд (белый шарик), притягивается к отрицательно заряженному участку концевой аминокислоты и связывается с ним. В этом конкретном случае положительный заряд сигнала больше отрицательного заряда аминокислоты. После того как он связывается с белком, на соответствующем конце цепи образуется избыток положительного заряда. Поскольку положительный и отрицательный заряды притягиваются, аминокислоты белковой цепи станут поворачиваться относительно соединяющих их связей так, чтобы положительно и отрицательно заряженные концы сблизились. *C* демонстрирует переход от конформации *A* к конформации *B*. Изменение конформации порождает движение, которое используется для выполнения полезной работы – в частности, для осуществления таких функций, как пищеварение, дыхание и сокращение мышц. Когда сигнал отделяется, белок возвращается к своей предпочтительной вытянутой конформации. Так сигнально-обусловленное движение белковых молекул делает возможными процессы жизнедеятельности.

Окончательная форма, которую принимает молекула белка (ее *конформация*, как говорят биологи), отражает равновесное расположение ее электрических зарядов. Но если распределение положительных и отрицательных зарядов молекулы изменится, то основа белка тут же начнет изгибаться и приспосабливаться к новой ситуации. Распределение зарядов в белковой молекуле может быть избирательно изменено целым рядом процессов, в частности присоединением других химических веществ (например, гормонов), воздействием ферментов или присоединением ионов и даже воздействием внешних электромагнитных полей – например, тех, что излучаются мобильными телефонами.

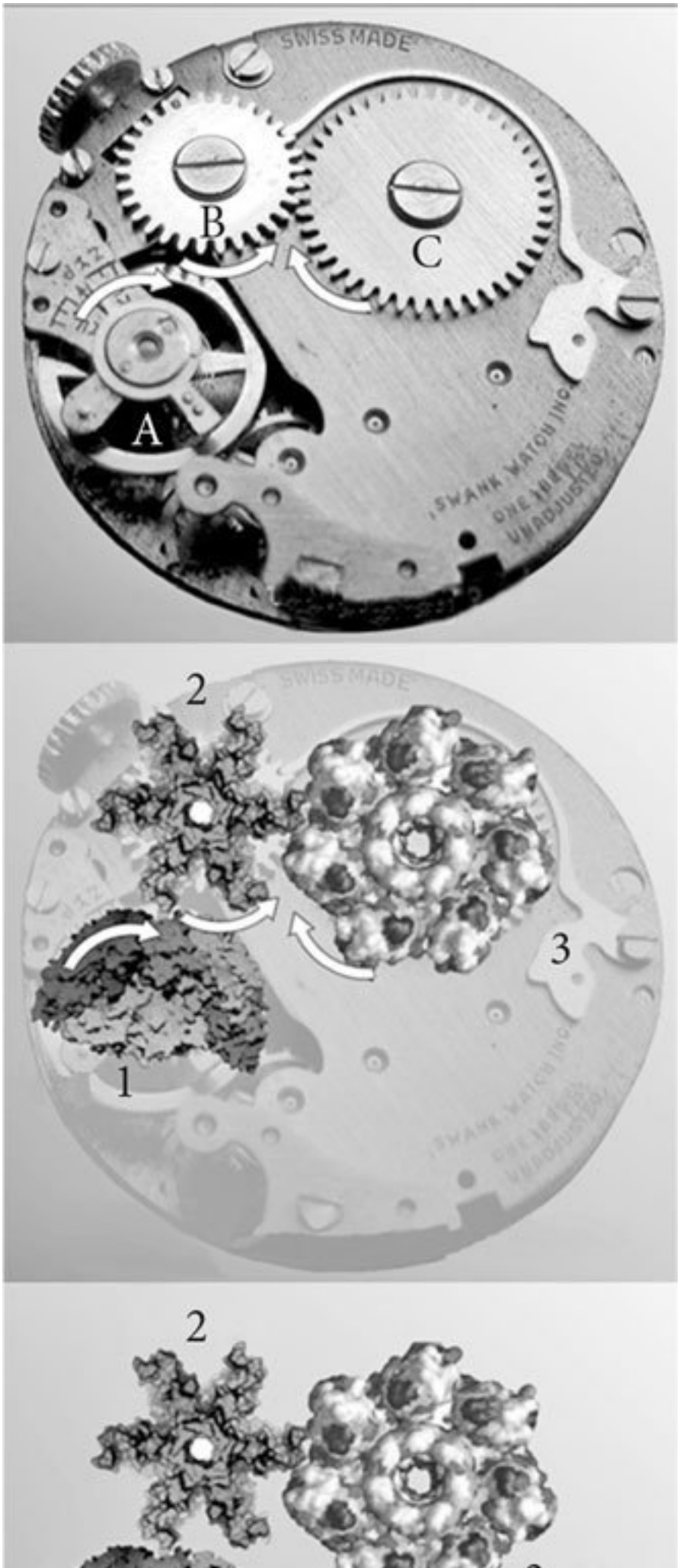
Трансформирующиеся белки представляют собой пример еще более впечатляющего конструктивного совершенства, так как их точнейшим образом выверенная трехмерная конфигурация дает им возможность связываться с другими белками. Когда молекула белка встречается с другой физически и энергетически комплементарной белковой молекулой, они соединяются

друг с другом примерно так же, как детали обычных механизмов – например, шестеренки в часах.



Разнообразие белков. На рисунке показаны пять различных белковых молекул. Каждой из них свойственна строго определенная трехмерная конфигурация, в точности воспроизводящаяся от клетки к клетке: *A* – фермент, способствующий усвоению атомов водорода; *B* – скрученная нить белка коллагена; *C* – мембранный канал – белок со сквозным отверстием в центре; *D* – белковая субъединица «капсулы», содержащей вирус; *E* – ДНК-синтезирующий фермент с прикрепленной спиральной молекулой ДНК.

Рассмотрим еще две иллюстрации. На первой (стр. 74) показаны пять белковых молекул уникальной формы – своего рода молекулярные «шестеренки» клеток. Эти органические «шестеренки» имеют более мягкие края, чем их механические аналоги, но благодаря своей точно выдержанной трехмерной конфигурации они могут надежно сцепляться с другими, комплементарными им белковыми молекулами.


SWISS MADE
A
B
C
2
3
1
2

На второй иллюстрации (перед вами) функционирование клетки демонстрируется на примере механических часов. Вверху показан металлический механизм с его шестеренками, пружинами, камнями и корпусом. Поворачиваясь, шестеренка *A* заставляет поворачиваться шестеренку *B*, шестеренка *B* – шестеренку *C* и так далее.

На следующем рисунке (среднем на стр. 75) на изображение рукотворного механизма для наглядности наложено изображение белковых молекул, увеличенное в миллионы раз. В такой белково-металлической «машине» легко представить себе, как белок 1, поворачиваясь, заставляет вращаться белок 2, а тот, в свою очередь, белок 3.

Осмыслив такую возможность, переведите теперь взгляд на третий рисунок (нижний на стр. 75), где уже нет никаких рукотворных деталей. Прошу! Перед вами – белковая «машина», один из тысяч возможных белковых агрегатов, входящих в состав живой клетки!

Белки цитоплазмы, благодаря совместному действию которых осуществляются различные физиологические функции, группируются в особые агрегаты, называемые *каскадами*, или биохимическими путями. Эти агрегаты классифицируются по их функциям – например дыхательные каскады, пищеварительные каскады, каскады мышечных сокращений и печально известный энергопроизводящий цикл Кребса – это подлинное бедствие для некоторых студентов, которым приходится запоминать все фигурирующие в нем белковые компоненты и сложные химические реакции.

Можете ли вы себе представить, в какой восторг пришли биологи, когда разобрались в работе белковых машин? В клетке эти механизмы используются для осуществления различных метаболических и поведенческих функций. Периодические движения меняющих свою форму белков, повторяющиеся с частотой нескольких тысяч раз в секунду, – вот что движет жизнью.

Первенство ДНК

Вы, вероятно, заметили, что в предыдущем параграфе я ни слова не сказал о ДНК. Это объясняется тем, что движение, которое обусловливает различные формы жизнедеятельности, порождает отнюдь не ДНК, а изменение электрической заряженности белков. Откуда же взялось это широко распространенное и часто озвучиваемое представление о том, что гены «управляют» всем живым? Дарвин в «Происхождении видов» предположил, что «наследственные» факторы передаются из поколения в поколение, тем самым определяя разнообразные признаки у потомков. Авторитет Дарвина был настолько велик, что ученые, забыв обо всем, бросили все свои силы на поиск этой самой «управляющей» наследственной материи.

В 1910 г. путем тщательных микроскопических исследований удалось установить, что передающаяся из поколения в поколение наследственная информация заключена в хромосомах – нитевидных структурах, которые становятся видны в клетке непосредственно перед тем, как она разделится на две «дочерних» клетки. Хромосомы встроены в самую большую органеллу дочерней клетки – ядро. Изолировав ядро, ученые проникли внутрь хромосом и обнаружили, что наследственные элементы, по существу, состоят всего из двух типов молекул – белка и ДНК. Белковые механизмы живого каким-то образом были задействованы в структуре и функции этих хромосомных молекул.

Функция хромосом еще более прояснилась в 1944 г., ко гда ученые определили, что наследственная информация содержится именно в ДНК. Эксперименты, позволившие сделать этот вывод, были чрезвычайно изящными. Исследователи выделили чистую ДНК у одного вида бактерий – назовем его видом *А*, и добавили к культуре, содержащей только бактерии вида *Б*. Очень скоро у бактерий вида *Б* стали проявляться наследственные признаки, ранее свойственные только виду *А*. И с тех пор, как стало известно, что для передачи наследственных признаков не нужно ничего, кроме ДНК, эта молекула и заняла в науке столь выдающееся место.

Оставалось только определить структуру этой молекулы. С этой задачей справились Джеймс Уотсон и Фрэнсис Крик. Молекулы ДНК оказались длинными нитевидными цепочками, составленными из азотсодержащих химических соединений четырех видов – так называемых оснований (аденина, тимина, цитозина и гуанина – *A, T, C* и *G*). Открытие Уотсона и Крика привело их к выводу, что последовательность оснований в молекуле ДНК определяет последовательность аминокислот в остове молекулы белка. Длинная цепочка ДНК может быть разбита на отдельные гены – участки, служащие шаблоном для синтеза конкретных белков. Код воспроизводства белковых механизмов клетки был найден!

Уотсон и Крик объяснили также, почему ДНК – это идеальная молекула для передачи наследственности. В обычном состоянии каждая нить ДНК переплетается с еще одной нитью, образуя свободно свернутую конфигурацию, известную под названием «двойной спирали». Гениальность такой системы в том, что последовательности оснований в обеих нитях ДНК являются зеркальными отражениями друг друга. Когда нити ДНК расплетаются, каждая из них содержит информацию, необходимую для воспроизводства точной, комплементарной копии самой себя. Таким образом, путем разъединения нитей двойной спирали, молекулы ДНК становятся самокопирующимися. Это наблюдение и привело к выводу, что ДНК сама управляет своим воспроизводством, – что она сама себе «хозяйка».

Предположение о том, что ДНК управляет собственным воспроизводством, а также несет в себе программу выработки белков того или иного организма, привело Френсиса Крика к формулированию Центральной Догмы биологии – догмы о главенствующей роли ДНК. Эта догма настолько фундаментальна для современной биологии, что едва ли не высечена на скрижалях, подобно Десяти заповедям. Положение о «Первенстве ДНК» красной нитью проходит сквозь все научные тексты.

В картине развертывания жизни, согласно этой Догме, ступенькой ниже величественно восседающей на вершине ДНК, располагается РНК – короткоживущая «ксерокопия» ДНК. Именно она служит физическим шаблоном для кодирования аминокислотной последовательности в остове белковой молекулы. Схема, в которой ДНК отводится ведущее место, определяет логику века генетического детерминизма. Коль скоро облик живого организма определяется характером его белков, а его белки кодируются ДНК, именно последняя должна считаться «первопричиной» тех или иных черт организма.

Предположение Центральной Догмы об одностороннем потоке информации от ДНК к РНК и к белку имеет огромное значение. Поскольку белки представляют собой физические тела, Догма подразумевает, что ваше тело и ваш жизненный опыт не могут отправить информацию назад и изменить ДНК. Согласно Догме, она контролирует вашу жизнь, и вы не можете влиять на свою ДНК!

Проект «Геном человека»

После того как ДНК получила свой статус Суперзвезды, ученым осталось только составить каталог всех генетических звезд человеческого небосклона. Именно это составляло задачу проекта «Геном человека» – начатого в 1980-х гг. глобального научного предприятия по созданию перечня всех человеческих генов.

С самых первых дней проект «Геном человека» отличался чрезвычайной амбициозностью. Было принято считать, что организму необходимо по одному гену для программирования синтеза каждого из более чем 100 тысяч составляющих его белков. Добавьте сюда по меньшей мере 20 тысяч регуляторных генов, необходимых для согласования деятельности кодирующих генов. Поэтому ученые пришли к выводу, что человеческий геном должен содержать как минимум 120 тысяч генов, заключенных в 23 парах человеческих хромосом.

Но это только присказка. Сказка в том, что природа приготовилась сыграть шутку космического масштаба – одну из тех, которые она так любит делать с учеными, решившими проникнуть в тайны Вселенной. Вспомните, какое воздействие на умы оказало опубликованное в 1543 г. открытие Николая Коперника, что Земля, вопреки представлениям тогдашних полуученых-полубогословов, отнюдь не центр мира. То, что Земля обращается вокруг Солнца, которое также не является центром Вселенной, подорвало основы христианского учения. Заставив людей усомниться в непогрешимости Церкви, революционное открытие Коперника фактически ознаменовало собой начало современной науки, которая в итоге положила конец роли Церкви как единственного для западной цивилизации источника познания тайн мира.

Генетики испытали сравнимый по силе шок, когда обнаружили, что человеческий геном состоит не из 120, а только из примерно 25 тысяч генов. Более 80 % предполагавшихся и *необходимых* генов не существует! Пропавшим генам было суждено наделать больше шума, чем исчезнувшим восемнадцати минутам на никсоновских пленках[14]. Концепция «один ген – один белок» была в числе краеугольных камней генетического детерминизма. И коль скоро проект «Геном человека» опроверг эту концепцию, то нашим теориям о функционировании жизни прямая дорога на свалку. Теперь уже невозможно верить в то, что генные инженеры сравнительно легко сумеют разрешить все наши биологические проблемы. Столь малое количество генов попросту не в состоянии нести всю ответственность за такие сложные явления, как человеческая жизнь и наши болезни.

[14] Речь идет о пропуске на одной из магнитофонных лент, предоставленных суду в связи с Уотергейтским скандалом, которое привело к отставке президента США Р. Никсона в 1974 г. – *Прим. перев.*

Центральная Догма, также называемая Первенством ДНК, определяет направление потока информации в биологических организмах. Как указано стрелками, поток движется только от ДНК к РНК, а затем к белку. ДНК представляет собой долговременную память клетки, передаваемой из поколения в поколение. Нестабильная копия молекулы ДНК, т. е. РНК, является активной памятью, которая используется клеткой в качестве физической матрицы при синтезе белков. Белки являются молекулярными строительными блоками, которые создают структуру клетки и обеспечивают ее поведение. ДНК играет роль «источника», который управляет спецификой белков клетки, отсюда следует концепция Первенства ДНК, что буквально означает «первопричину».

Возможно, сказанное покажется вам чем-то вроде заявления Цыпленка Цыпы о том, что ему на голову упал кусочек неба[15], но я бы попросил вас не торопиться с подобным отношением. Не только Цыпленок – огромные Орлы говорят то же самое. Коснувшись в связи с удивительными результатами проекта «Геном человека» проблемы сложности строения человеческого организма, один из ведущих генетиков мира, лауреат Нобелевской премии Дэвид Балтимор отметил:

«Если только человеческий геном не содержит множества генов, не выявленных нашими компьютерами, то безусловная сложность человека по сравнению с растениями и червями не может быть достигнута за счет использования большего числа генов. Понимание того, откуда все-таки берется наша сложность – колоссальное разнообразие моделей поведения, способность к сознательным поступкам, великолепная координация в пространстве, точно выверенная подстройка к изменениям внешней среды, обучаемость, память… – можно не продолжать, верно? – остается задачей будущего».

[15] Цыпленок Цыпа – персонаж сказки, который принял желудь, упавший ему на голову, за кусочек неба. – *Прим. перев.*

По словам Балтимора, результаты проекта «Геном человека» побуждают нас рассматривать другие идеи по поводу управления жизнью. «Понимание того, откуда все-таки берется наша сложность… остается задачей будущего». Небо все-таки падает.

Результаты проекта «Геном человека» заставляют также пересмотреть наши генетические взаимоотношения с другими организмами биосферы. Мы больше не имеем права ссылаться на гены, объясняя, почему человек стоит на вершине эволюционной лестницы. Как оказалось, по общему количеству генов человек не так уж и отличается от примитивных организмов. Возьмем для примера три наиболее изученных объекта генетических исследований: микроскопического червя-нематоду *Caenorhabditis elegans*, плодовую мушку-дрозофилу и лабораторную мышь.

Примитивный червь *Caenorhabditis* представляет собой идеальный объект для изучения роли генов в развитии и поведении. Этот быстро растущий и хорошо размножающийся организм имеет четко структурированное тело, состоящее ровно из 969 клеток, и незамысловатый мозг, состоящий примерно из 302 клеток. Несмотря на это, *Caenorhabditis* обладает уникальным поведенческим репертуаром и, что самое главное, хорошо поддается генетическим манипуляциям. Геном червя *Caenorhabditis* состоит примерно из 24 тысяч генов. А человеческое тело, состоящее из пятидесяти с лишним триллионов клеток, содержит лишь на чуть больше тысячи генов, чем этот незатейливый беспозвоночный червь!

У плодовой мушки-дрозофилы, еще одного излюбленного объекта исследований, насчитывается 15 тысяч генов. Иными словами, будучи гораздо более сложным организмом, плодовая мушка содержит на 9 тысяч генов меньше, чем примитивный *Caenorhabditis*. А если говорить о мышах и людях, то нам стоило бы лучше думать о грызуне – или же смирить свою гордыню: осуществлявшиеся параллельно проекты по определению геномов человека и мыши обнаружили, что у обоих количество генов приблизительно одинаково!

Кое-что из азов клеточной биологии

Вообще-то ученые и раньше должны были бы заметить, что гены не могут *управлять* нашей жизнью. По определению, управляющий физиологией и поведением организма орган – это его мозг. Так что же, ядро с его ДНК – это мозг клетки? Если такое предположение верно, то удаление клеточного ядра (эта процедура называется энуклеацией) должно привести к мгновенной смерти клетки.

Итак, для ключевого эксперимента… маэстро, барабанную дробь…

Исследователь берет нашу упрямую клетку и укладывает ее на микроскопический операционный стол. При помощи микроманипулятора он заносит над клеткой похожую на иголку микропипетку и ловким движением вводит ее в заполненное цитоплазмой нутро. Ядро клетки аккуратно всасывается в пипетку, после чего выводится наружу. «Мозг» нашей несчастной жертвы извлечен.

Но постойте! Что же это такое, в самом деле… клетка по-прежнему *жива*!

«Рана» в клеточной стенке затянулась, и клетка, словно пациент после операции, понемногу приходит в движение. Вот она уже снова на ногах… ну хорошо, хорошо – на псевдоподиях… и бодро покидает поле зрения микроскопа, полная надежды никогда больше не встречаться с этими вивисекторами.

Подвергнутые энуклеации, многие клетки способны прожить еще до двух и более месяцев без всяких генов. Причем они вовсе не напоминают беспомощные комки цитоплазмы – нет, они активно поглощают и переваривают пищу, поддерживают согласованное функционирование своих физиологических систем (дыхательной, пищеварительной, выделительной, двигательной и т. д.), сохраняют способность общаться с другими клетками и должным образом реагировать на внешние раздражения.

Конечно, энуклеация не остается совсем уж без последствий. Лишенные генов, такие клетки не могут ни делиться, ни воспроизводить какие-либо белковые составляющие, которых они лишаются вследствие обычного старения и износа цитоплазмы. Неспособность заменить дефектные цитоплазматические белки порождает механические дисфункции, из-за которых клетка, в конце концов, погибает.

Наш эксперимент был задуман лишь для проверки идеи, что ядро – это «мозг» клетки. Если бы после энуклеации клетка мгновенно умирала, то можно было бы сказать, что наблюдения свидетельствуют в пользу этой идеи. Но результаты эксперимента однозначны: лишенные ядра клетки продолжают демонстрировать сложное, скоординированное поведение, характерное для живого организма. Это означает, что «мозг» клетки остался в целости и сохранности.

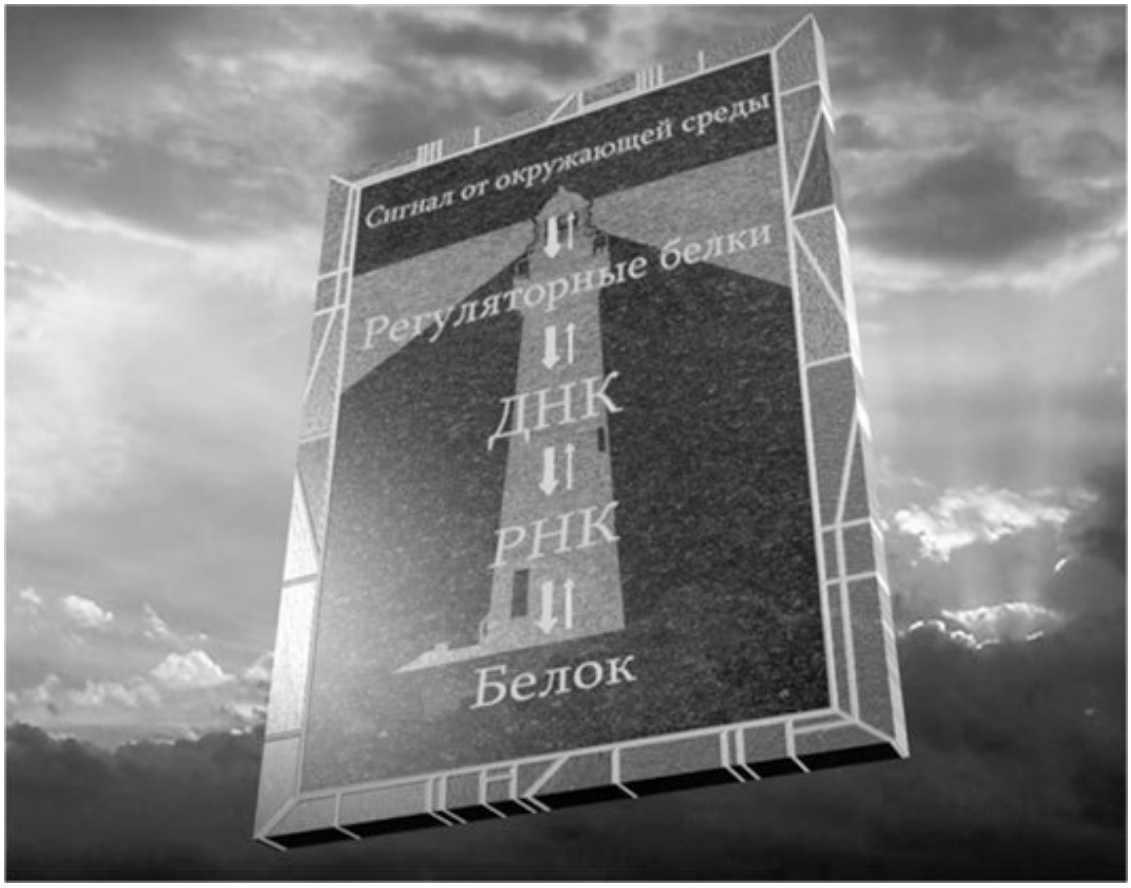
Тот факт, что энуклеированные клетки сохраняют свои биологические функции в отсутствие генов, известен давно. Еще более ста лет назад в классической эмбриологии проводили рутинные опыты по извлечению ядер из делящихся яйцеклеток, которые показали, что изолированная яйцеклетка без ядра способна достичь даже уровня бластулы – стадии развития, на которой зародыш состоит из сорока и более клеток. Сегодня энуклеированные клетки используются в промышленных целях в качестве «питающего» слоя в клеточных культурах, выращиваемых для наработки противовирусных вакцин.

Но если ядро с его генами не является клеточным мозгом, то в чем же именно состоит вклад ДНК в жизнь клетки? Энуклеированные клетки гибнут не потому, что у них нет мозга, а потому, что лишаются репродуктивных способностей. Не будучи в состоянии воспроизводить собственные компоненты, эти клетки не могут ни заменить дефектные белковые «кирпичики», ни создать собственные копии. Выходит, что ядро – это никакой не мозг клетки, а ее орган размножения! Спутать орган размножения с мозгом… Ну, это вполне понятная ошибка, если принять во внимание традиционно царящий в науке патриархат. Мужчин частенько обвиняют

в том, что они думают не головой, а своими репродуктивными органами, – так стоит ли удивляться аналогичной оплошности со стороны науки?

Эпигенетика: новая наука о самоуправлении

Теоретики «генной предопределенности» проигнорировали столетней давности результаты насчет энуклеированных клеток, но у них не выйдет игнорировать данные новейших исследований, которые подрывают их веру в генетический детерминизм. Пока газетные заголовки кричали о проекте «Геном человека», группа ученых положила начало новому, революционному направлению в биологии, получившему название *эпигенетики*. Наука эпигенетика (буквально это слово означает «над генетикой») кардинальным образом меняет наше понимание об управлении жизнью. Эпигенетические исследования последнего десятилетия показали, что ДНК-программы, передаваемые по наследству с помощью генов, вовсе не «высечены в камне» при рождении. Гены отнюдь не «предопределены»! Внешние воздействия – питание, стресс и эмоции – могут изменять гены, не меняя при этом собственно генетического кода. И как установили эпигенетики, эти модификации могут передаваться по наследству ничуть не хуже тех кодов, которые передаются при помощи двойной спирали ДНК.



Первенство среды. Новая наука приходит к выводу, что управление живой материей начинается с информационных сигналов окружающего мира, которые управляют связыванием регуляторных белков с ДНК. А регуляторные белки управляют активностью генов. Функции ДНК, РНК и белков те же самые, что и в концепции «Первенства ДНК». Обратите внимание: поток информации больше не является однонаправленным. В 1960-х гг. Говард Темин подверг сомнению Центральную Догму, экспериментально установив, что РНК способна переписывать ДНК, тем самым поворачивая информационный поток вспять. Поначалу поднятый на смех и обвиненный в «ереси», Темин затем получил Нобелевскую премию за описание обратной транскрипции – молекулярного механизма, при помощи которого РНК может переписывать

генетический код. Обратная транскрипция сегодня на слуху, так как именно таким образом РНК вируса СПИДа влияет на ДНК инфицированной клетки. Сегодня также известно, что изменения в молекуле ДНК, например добавление или удаление так называемых метильных групп, влияют на связывание с ней регуляторных белков. Судя по всему, белки также способны работать в направлении, обратном классическому информационному потоку, поскольку белковые антитела в иммунных клетках изменяют ДНК тех клеток, которые их синтезировали. Размеры стрелок, указывающих на рисунке направление информационного потока, неодинаковы. На обращение этого потока наложены жесткие ограничения – это позволяет не допустить слишком существенных изменений в геноме клетки.

Конечно, открытия в области эпигенетики отстали от достижений генетики. Начиная с конца 1940-х гг. ученые выделяют ДНК из клеточного ядра для изучения генетических механизмов. При этом они извлекают ядро из клетки, проникают сквозь окружающую его мембрану и выделяют содержимое хромосом, состоящее наполовину из ДНК и наполовину из регуляторных белков. В своем стремлении исследовать именно ДНК большинство ученых отбрасывают белки прочь – выплескивая, как мы теперь знаем, с водой и ребенка. А эпигенетики возвращают «ребенка» обратно – они изучают хромосомные белки, которые, как выясняется, играют в механизме наследственности столь же ключевую роль, как и ДНК.

ДНК образует как бы сердцевину хромосомы, белки же обволакивают ее наподобие рукава. Когда гены укрыты, содержащуюся в них информацию «прочитать» невозможно. Представьте себе, что ваша рука – это участок ДНК с геном, кодирующим голубизну глаз. В клеточном ядре такой участок ДНК покрыт связанными с ней регуляторными белками, как рука – рукавом рубашки.

Как же снять этот рукав? Необходим внешний сигнал, побуждающий белок «рукава» изменить конфигурацию – т. е. отделиться от двойной спирали ДНК и открыть ген для его прочтения. Когда ген открывается, клетка делает его копию. Активность генов, таким образом, «управляется» присутствием или отсутствием покровных белков, что в свою очередь определяется сигналами внешней среды.

Рассказать об эпигенетическом управлении – это описать, как сигналы окружающего мира контролируют активность генов. Сегодня уже понятно, что схема «Первенства ДНК» устарела, а новую схему информационного потока следовало бы назвать «Первенством среды». В этой более сложной схеме распространение биологической информации начинается с сигналов среды, затем идет через регуляторные белки, и лишь затем в игру вступают ДНК, РНК и, наконец, новый белок.

Наука эпигенетика также установила, что существует два механизма, посредством которых организмы передают из поколения в поколение наследственную информацию. Этот факт открывает ученым возможность исследовать вклад в человеческое поведение как «природы» (генов), так и «воспитания» (эпигенетических механизмов). Если же, как это делалось многие десятилетия, обращать внимание только на генетические программы, то механизм влияния среды понять невозможно.

Приведу аналогию, которая чуть лучше прояснит отношения между эпигенетическим и генетическим механизмом. Если вы не слишком молоды, то, вероятно, помните те дни, когда телевизионные программы передавались только до полуночи. По окончании обычных передач на экране возникала так называемая «настроечная таблица». Большинство таких таблиц представляли собой что-то наподобие круглой мишени для стрельбы.

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.