

ЧЕГО НЕТ НА ЭТИКЕТКЕ. МИКРОБЫ

Итак, есть такое существо — спутник человека, который разделяет с ним и пищу, и образ жизни; который путешествует с ним повсюду; который, постоянно пребывая рядом с ним, отлично знает, что он любит, а что нет; который находится под его защитой... Вы, вероятно, решили, что я имею в виду вашего любимого котика или песика? Вообще-то я говорю о существе, которое в миллион раз меньше, просто-таки неразличимо невооруженным взглядом.

Микробы — это примитивные формы жизни, первые обитатели нашей планеты, существа, которых мы традиционно игнорировали или почитали за данность. Мы считали, что эти существа, слишком крошечные, чтобы быть доступными нашему глазу, в основном обитают в грязных лужах или на других представителях животного мира, которые никогда не принимают ванну. Но знаете ли вы, что в наших телах живет сотня триллионов микробов? Только те, что обитают в наших внутренностях, весят около двух килограммов! Большинство людей сталкиваются с ними в редких случаях пищевого отравления, к примеру знакомясь с сальмонеллой из непрожаренных цыплят или с кишечной палочкой из какой-нибудь шаурмы, которую легкомысленно перехватили в палатке поздним вечером. Но если не брать в расчет подобные случаи, то все наши знания и продвинутые технологии не помогли выдвинуть предположение, что мельчайшие, такие примитивные создания способны воздействовать на организм человека — этого могущественного повелителя мира. Трудно было совершить более серьезную ошибку.

ТАНЦУЮЩИЕ АНИМАЛЬКУЛИ

Была весна 1676 года. Антони ван Левенгук снова проспал. Когда он открыл глаза, было уже светло и под окнами деловито шумел утренний Делфт. Накануне Антони допоздна работал над своим последним экспериментом и еще ощущал усталость, но вместе с тем и волнующее чувство гордости за свои недавние открытия. При помощи особого, вручную собранного микроскопа он искал причину того, почему перец чили такой острый, и случайно обнаружил кое-что гораздо более потрясающее.

Торговец галантерейными товарами Левенгук был безумно любопытен. В отличие от большинства своих ровесников, он по-прежнему пережевывал пищу собственными зубами, потому что скрупулезно чистил их каждый день: тщательно оттирал крупными кристаллами соли, затем орудовал деревянной зубочисткой, потом полоскал рот, а в конце полировал специальной тряпочкой.

Теперь он заинтересованно изучал при помощи увеличительного стекла беловатую глинистую субстанцию (ныне известную как бактериальный налет), покрывавшую его зубы. У Антони по сравнению с другими людьми, которых он имел возможность наблюдать, налета было немного, но даже после чистки зубов он никогда не исчезал полностью. Тогда Антони соскреб немного вещества на стеклянную пластинку и добавил несколько капель свежей дождевой воды. Рассмотрев, что происходит на пластинке, он был поражен — на ней кишмя кишели крошечные извивающиеся создания. Эти «анималькули», как назвал их Антони, имели самые разные формы и размеры — по меньшей мере четыре различных семейства, которые «мило танцевали». Но в шок его повергло не их существование, а их обилие. «Количество сих анималькулей в налете на человеческих зубах столь огромно, что, думаю, превышает население целого королевства», — писал ван Левенгук.

Антони ван Левенгук был, вероятно, первым, кто наблюдал микробов (под ними мы подразумеваем живых существ, разглядеть которые возможно только в микроскоп). И он был, безусловно, первым, кто их описал и осознал, что во внутренностях и на коже здоровых людей полно этих созданий. Он обнаруживал их везде: в полости рта и в пище, в питьевой воде и в пробах мочи и кала. И все-таки, несмотря на это паразитическое открытие, Левенгук, в отличие от Ньютона и Галилея — ученых той же эпохи, которые обратили взгляды к звездам, добившись вечной славы, — не получил столь широкого признания.

Возможно, до сегодняшнего дня вы не слишком много думали о микробах, потому что их нельзя увидеть, не вооружившись увеличительным стеклом. Но представьте себе количество песчинок на всей планете или, если угодно, звезд во Вселенной. Кто-то однажды подсчитал — и весьма неплохо — количество звезд, и у него получилось десять в двадцать четвертой степени (10^{24}), то есть единица с 24 нулями — очень даже много. Если помножить это на миллион, то получится огромное число 10^{30} (оно называется «нониллион») — это и есть примерная численность бактерий на Земле. Если вы садовник и вам довелось по случайности проглотить небольшой комочек земли, знайте: в ней содержатся миллиарды бактериальных клеток, а в горсти земли микробов больше, чем звезд во Вселенной. Если вы думаете, что в воде безопаснее, вы заблуждаетесь — в каждом миллилитре питьевой или морской воды обитает миллион бактериальных клеток. Эти микробы и есть истинные и неизменные обитатели Земли, а мы, люди, просто гости.

Микробы присутствуют в большинстве сред обитания, от привычных до самых экстремальных. Бактерии населяют горячие кислые источники, радиоактивные отходы и глубочайшие слои земной коры. Бактерии выживают даже в космосе. Микробы — наши прародители, и мы продолжаем пребывать с ними в теснейшей связи до сих пор. Очевиднее всего это подтверждает исследование наших внутренностей, где обитают тысячи видов микробов, которые отличаются друг от друга так же, как мы, скажем, от медуз, и которые играют в своей среде роль гораздо большую, чем мы можем себе представить.

У микробов плохая репутация, хотя на самом деле лишь малая доля из миллионов их видов опасна для человека, тогда как подавляющее большинство жизненно важно для нашего здоровья. Микробы отвечают не только за переваривание пищи — они контролируют усвоение калорий, обеспечивают нас необходимыми ферментами и витаминами, поддерживают в здоровом состоянии нашу иммунную систему. Миллион лет мы вместе с микробами боролись за выживание наших видов, и лишь недавно что-то пошло не так. В сравнении с нашими не столь древними предками, которые жили за пределами городов, сытно и разнообразно питались и не употребляли антибиотиков, мы можем похвастаться гораздо более скудным видовым разнообразием бактерий, обитающих в наших организмах. Ученые только-только начали осознавать, как сильно это повлияло на нас.

ПИОНЕРЫ ДЕВСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Мы знакомимся с микробами в первый миг рождения. Не пройдет и минуты после того, как здоровое, стерильное тельце младенца выйдет на свет, как его заселят микробы: миллионы бактерий и еще больше вирусов, ими питающихся, а вдобавок к ним некоторое количество грибов. Голова, глаза, рот и уши — именно эти органы самыми первыми подвергаются колонизации: младенец идет по родовым путям, где во влаге и тепле слизистой оболочки его с нетерпением поджидает легион микробов. Потом в силу тесной близости и давления на сфинктеры тела на лицо и руки ребенка попадет смесь микробов, содержащихся в моче и фекалиях, а вслед за ними остальное тело покроется разнообразными микробами в результате соприкосновения с кожей материнских ног. Эти мельчайшие микробы перенесутся на губы и рот с рук самого малыша. Как правило, они не смогут преодолеть океаны слюны, которая смывает их прочь, а если им это удастся, они попадут в высококислотную среду желудка с его соками, которые уничтожат их большую часть. С первым глотком грудного молока, обладающего щелочными свойствами (действует как антацид), некоторое число бактерий-счастливчиков, ожидающих на губах, у рта или на материнских сосках, чудом уцелев, преодолеет кислотный барьер. Теперь отважные первопроходцы могут основать колонию, активно размножаясь на слизистых стенках кишечника новорожденного, и ждать, когда придут новые партии молочных и других сотоварищей-бактерий. Всего несколько колонистов (при благоприятных условиях), производя деление каждые 40–60 минут, смогут за одну ночь произвести миллиарды и триллионы клеток.

Вплоть до середины 1990-х годов считалось неоспоримой догмой, что большинство биологических жидкостей стерильны, то есть не содержат микробов. Когда группа ученых в Мадриде заявила, что им удалось вырастить десятки микробов из грудного молока здоровой женщины, их подняли на смех¹. Теперь же известно, что женское молоко содержит сотни видов микробов, хотя по-прежнему никто не понимает, как они туда попадают. Больше нет уверенности, что какая-либо часть нашего тела полностью свободна от микробов (даже матка и зрачок); возможно, они путешествуют по нашим телам незамеченными². Когда в следующий раз направитесь в туалет, вспомните о триллионах ваших личных

микробов: почти половина массы, которая смывается в канализацию, состоит из них.

Все мы рождаемся свободными от микробов, но остаемся таковыми лишь доли секунды. Процесс микробной колонизации протекает вовсе не случайным образом, он тщательно оттачивался миллионы лет. На самом деле выживание и здоровье микробов и младенца взаимосвязаны, а потому жизненно важный момент посева семян первых микробов в девственную почву детально продуман. Все млекопитающие и множество других видов изученных животных (к примеру, лягушки) передают собственных, тщательно отобранных микробов своему потомству на протяжении уже по меньшей мере 50 миллионов лет. Именно так эволюция поддерживает цепь поколений у микробов, и именно так формируется наше собственное уникальное сообщество микробов — микробиота.

РАЗНООБРАЗИЕ МИКРОБНЫХ САДОВ

В грязи, пыли, воде и воздухе обитают триллионы микробов, которым вовсе не интересно колонизировать тельце новорожденного младенца. Они еще не развили аппарат, обеспечивающий выживание внутри человека или на нем и получение достаточной энергии для своего существования. Поэтому микробы, колонизирующие человеческие тела, высокоспецифичны, они обладают упрощенным геномом, который не допускает избыточных или перекрывающих механизмов в теле человека-хозяина. У людей и микробов, обитающих внутри нас, 38% генов общие. А поскольку передача микробов от матери к потомству в животном мире — процесс универсальный, его важность для нашего здоровья очевидна³.

Когда женщина беременеет, тело приступает к приготовлениям, чтобы помочь новому поколению путем передачи микробных генов. Тщательно запрограммированные изменения в теле беременной, осуществляемые путем переключения генов, обеспечивают модификацию метаболизма и усвоение калорий определенными гормонами с одновременным накоплением энергии, созданием жировых запасов в молочных железах и ягодицах, повышением уровня глюкозы и образованием грудного молока. Перемены происходят и в лейкоцитах — белых клетках, отвечающих за иммунную систему, которой придется иметь дело с чужеродным объектом в теле матери — ребенком — и не отторгать его. Меняются также

и сами микробы в предвидении того момента, когда они будут переданы младенцу, чтобы содействовать его развитию и выживанию. Эти микробные изменения — процесс чрезвычайно мощный.

Когда исследователи ввели каловые массы беременной женщины стерильным мышам, последние набрали гораздо больший вес по сравнению с теми экземплярами, которым был введен материал небеременных женщин⁴. Эксперименты со стерильными, или безмикробными, мышами — важный инструмент, который мы, ученые, постоянно используем в данной области исследований. Эти мыши рождаются путем кесарева сечения в камерах с независимой системой вентиляции, они не контактируют с матерями, однопометными мышами и микробами. Они содержатся в стерильных изолированных клетках, питаются стерильной пищей и находятся под постоянным наблюдением. Без микробов они способны выживать, но и только. Их определенно не отнесешь к мышинной элите — они хилые, их мозг, желудочно-кишечная и иммунная система не развиваются до нормальных объемов. Что важнее всего, их питание обходится дорого, потому что мыши, не имеющие микробной флоры, для поддержания массы тела должны потреблять на треть больше калорий, чем их обычные собратья, что свидетельствует о важной роли микробов в переваривании пищи в кишечнике⁵.

Большая часть наших микробов населяет толстую кишку — это отдел кишечника длиной в полтора метра, который нужно миновать, чтобы попасть в прямую кишку, и где всасывается большая часть жидкости. В отделе кишечника перед ним — тонкой кишке — происходит всасывание основного объема питательных веществ и витаминов. Как правило, сюда поступает пища, которую предварительно измельчили наши зубы и размягчили ферменты слюны и желудка. В тонком кишечнике есть некоторое количество микроорганизмов, однако мы очень мало знаем о них и выполняемых ими функциях. Если для высвобождения питательных веществ из расщепляемой пищи требуется больше времени, она проходит дальше — в толстую кишку с ее многочисленными микробами.

Если через несколько недель после рождения мы введем стерильным мышам обычные микробы, это все равно не поможет им нормально развиваться. Но если с первых минут жизни в них поселятся кишечные микробы, а вы попытаете убить их антибиотиками (как, к сожалению, очень часто поступают люди — и с самыми разрушительными последствиями), мыши все равно будут чувствовать себя намного лучше, хотя, конечно, никогда не обретут полного здоровья.

МИКРОБЫ ПРЕДСКАЗЫВАЮТ ОЖИРЕНИЕ ЛУЧШЕ ГЕНОВ

Те изменения, которые произошли за последнее время с нашими крошечными кишечными микробами в частности и с нашей микробиотой в целом, вероятнее всего, ответственны и за эпидемию ожирения, и за ее ужасные последствия — диабет, рак и заболевания сердца. Анализ ДНК кишечных микробов позволяет спрогнозировать возможность ожирения у конкретного индивида намного точнее, чем исследования всех 20 тысяч генов. А что будет, если начать изучать вирусы и грибки?!

Виды и количество микробов, населяющих наши внутренности, в какой-то степени объясняют связь между нашей диетой и состоянием здоровья. В частности, почему результаты исследований режимов питания у отдельных людей и групп населения так сильно расходятся. Почему диета с низким содержанием жиров работает (хотя не для всех), а рацион с высоким их содержанием отлично переносится одними и опасен для других. Почему кто-то может спокойно потреблять много углеводов, а кто-то из того же их количества извлекает больше калорий и толстеет. Почему одни с удовольствием едят красное мясо, а другие, скушав чуть-чуть, зарабатывают сердечно-сосудистые заболевания. И даже почему пожилые люди, которые переезжают в дом престарелых и меняют диету, больше подвержены различным недугам.

Растущая популярность ограничительных диет, основанных на считаном количестве потребляемых ингредиентов, неизбежно приведет к дальнейшему снижению микробного разнообразия и в конечном счете к ухудшению здоровья. Интервальное голодание (например, «быстрая диета» или диета 5:2) можно считать исключением, поскольку оно способно стимулировать деятельность полезных микробов, но только если в другие дни «свободного питания» диета будет разнообразной. Пятнадцать тысяч лет назад наши предки регулярно потребляли (и переваривали) примерно 150 различных ингредиентов еженедельно. Сегодня же большинство людей потребляет менее 20 отдельных видов продуктов, многие из которых, если не все, проходят искусственную обработку. Унылая картина: подавляющее большинство таких продуктов питания состоит всего из четырех основных ингредиентов — кукурузы, сои, пшеницы и мяса.

В 2012 году я приступил к исследованию кишечных микробов, на тот момент это был крупнейший в мире проект подобного рода под названием Microbo-Twin. Новейшие генные технологии, пять тысяч близнецов — участников проекта — все для того, чтобы провести идентификацию

микробов и определить их связь с рационом и состоянием здоровья людей. Впоследствии я запустил проект British Gut — краудфандинговый эксперимент, по типу проекта American Gut, в рамках которого любой, у кого есть доступ к интернету и почтовым сервисам, может протестировать свои микробы и поделиться результатами с общественностью⁶. Также я лично экспериментировал с некоторыми диетами и делюсь с вами удивительными открытиями, благодаря которым можно по-новому взглянуть на проблемы питания. Только поняв, что заставляет наши микробы работать и взаимодействовать с нашими телами, можно будет разобраться в хаосе современных диет и взглядов на питание и прийти к разумному балансу, которым отличались наши предки.

Исследование 2015 года, в рамках которого были изучены микробы на всех станциях нью-йоркской подземки, выявило их практически полное соответствие предыдущим хозяевам — различным группам городского населения, каждая из которых имела свои особенности. Кроме того, согласно исследованию, половина обнаруженных микробов совершенно неизвестна науке⁷. Но есть и хорошая новость. Пусть нам еще многое предстоит узнать, но мы уже знаем достаточно, для того чтобы можно было менять образ жизни, пищевые привычки и системы питания в соответствии с индивидуальными потребностями и улучшать состояние здоровья.

Было бы разумно думать о вашем личном микробном сообществе как о собственном саду, который вы призваны возделывать. Нужно следить, чтобы почва (ваш кишечный тракт), в которой произрастают ваши растения (микробы), была в хорошем состоянии и содержала достаточно питательных веществ, и не позволять сорнякам или ядовитым растениям (токсичным или болезнетворным микробам) захватывать место, которое предназначено для того, чтобы разводить самые разнообразные полезные культуры. Я дам вам в руки ключ к такому саду. Этот ключ — разнообразие.