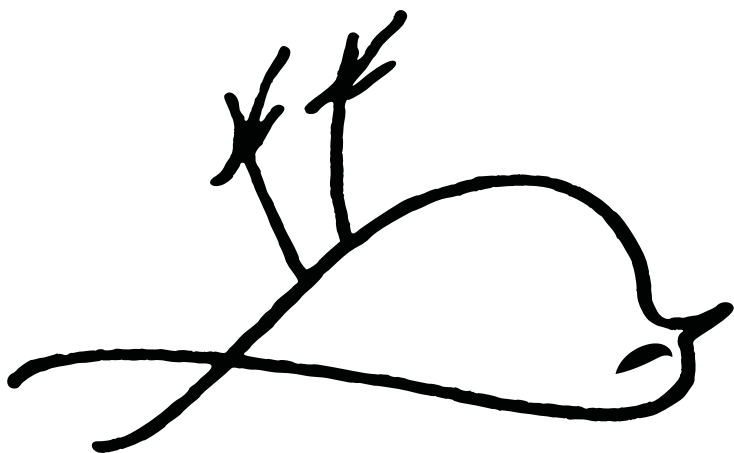


Айдан Бен-Барак

ПОЧЕМУ  
МЫ ДО СИХ ПОР  
ЖИВЫ?

Путеводитель по иммунной системе



ЛАБОРАТОРИЯ

ПИЛОТ

# U N I V E R S U M

*О науке, ее прошлом и настоящем,  
о великих открытиях, борьбе идей  
и судьбах тех, кто посвятил свою  
жизнь поиску научной Истины*

Idan Ben-Barak

# Why Aren't We Dead Yet?

The Survivor's Guide  
to the Immune System

Айдан Бен-Барак

# ПОЧЕМУ МЫ ДО СИХ ПОР ЖИВЫ?

Путеводитель  
по иммунной системе



Москва  
Лаборатория знаний

УДК 612  
ББК 28.707.4  
Б46

*Серия основана в 2013 г.*

Ведущий редактор серии Ирина Опимах  
Перевод с английского Алексея Капанадзе

**Бен-Барак А.**

Б46 Почему мы до сих пор живы? Путеводитель по иммунной системе / А. Бен-Барак ; пер. с англ. А. Капанадзе. — М. : Лаборатория знаний, 2016. — 181 с. — (Universum).

ISBN 978-5-906828-59-0

Известно, что везде и всюду нас подстерегает несметное множество невидимых глазу бактерий и вирусов, только и ждущих удобного случая, чтобы проникнуть внутрь нашего организма. Большая часть из них — возбудители опасных и тяжелых болезней. Но удивительное дело — мы до сих пор живы! А спасает нас от всей этой нечисти наша иммунная система. О том, как она устроена, что в нее входит и как она работает, что такое вакцины и иммунитет, как бороться с аллергией и что придет на смену антибиотикам, рассказывает в своей увлекательной книге микробиолог и историк науки Айдан Бен-Барак.

УДК 612  
ББК 28.707.4

16+

---

*Научно-популярное издание*

Серия: «Universum»

**Бен-Барак Айдан**

**ПОЧЕМУ МЫ ДО СИХ ПОР ЖИВЫ?  
ПУТЕВОДИТЕЛЬ ПО ИММУННОЙ СИСТЕМЕ**

Ведущий редактор *И. В. Опимах*

Художник *В. Е. Шкерин*

Корректор *М. Н. Колесникова*

Компьютерная верстка: *Е. Г. Ивлева*

Подписано в печать 14.06.16. Формат 60×90/16.

Усл. печ. л. 11,5. Тираж 500 экз. Заказ

Издательство «Лаборатория знаний»

125167, Москва, проезд Аэропорта, д. 3

Телефон: (499) 157-5272, e-mail: info@pilotLZ.ru,

<http://www.pilotLZ.ru>

---

ISBN 978-5-906828-59-0

© Idan Ben-Barak 2014  
© Лаборатория знаний, 2016

# Содержание

<b>Введение</b> .....	7
<b>Глава 1. Время встречаться</b> .....	13
<b>Глава 2. Время развиваться</b> .....	46
<b>Глава 3. Время эволюционировать</b> .....	71
<b>Глава 4. Время исследовать</b> .....	111
<b>Глава 5. Время вмешиваться</b> .....	140
<b>Эпилог</b> .....	157
<b>Благодарности</b> .....	171
<b>Словарь терминов</b> .....	173
<b>Материалы для дополнительного чтения</b> .....	179

*Моей маме*

Вселенная полна волшебных вещей,  
которые терпеливо ждут, пока мы поумнеем.

Иден Филпотс. *Прохождение тени*

# Введение

Несметное множество невидимых глазу бактерий таится повсюду, куда ни взглянешь, чего ни коснешься. Они только и ждут подходящего случая, чтобы заявить свои права на эту сказочно-изобильную живую глыбу теплого, сочного, податливого белка и доступной энергии — человеческое тело. Может, мы и рады бы забыть, что они всегда рядом, но вездесущая телевизионная реклама всяких моюще-чистящих средств и пестрящие в выпусках новостей сообщения про разную гадость, которую то и дело обнаруживают на дверных ручках, магазинных тележках, компьютерных клавиатурах, кухонных разделочных столах, подушках, без устали напоминают, что зараза окружает нас на каждом шагу. Наслушавшись гигиенистов, невольно начинаешь удивляться, как это мы вообще до сих пор живы. Просто чудо какое-то!

Это и правда чудо. Фантастическое, озадачивающее, непростое чудо. А имя ему — иммунная система. И моя книга — о ней. Но сначала одна важная оговорка. Эта книга не поможет вам принимать более осознанные решения насчет вашего здоровья. Она не сделает ваш рацион более калорийным, не придаст больше блеска вашей шевелюре, не продлит вам молодость, не уменьшит ваши страдания при ежегодном зимнем гриппе, не улучшит баланс вашей кредитной карты. Кроме того, эта книга специально написана так, чтобы не способствовать школьной успеваемости. У меня аллергия на всякого рода полезную информацию, так что я включил сюда как можно меньше таких сведений. Среди моих любимых особенностей иммунной системы — тот факт, что ее работа обычно не требует нашего постоянного внимания. Система эта тихонько действует где-то на заднем плане, подобно деликатной уборочной службе. Мы замечаем ее, лишь когда что-то пойдет совсем уж не так.



Если вы все-таки желаете получить инструкцию касательно того, как улучшить свое здоровье, то вот она: хорошо питайтесь, хорошо спите, больше двигайтесь, пейте умеренно, не курите даже разрешенное законодательством, делайте прививки и не особенно напрягайтесь насчет грязи. Если вы заглянете в секцию «Здоровье» в ближайшем книжном или в местной библиотеке, вы обнаружите там огромное количество изданий, где все эти пункты разъяснены во всех подробностях.

Что же касается реальных плюсов для самочувствия, то, как я надеюсь, чтение этой книги время от времени будет вызывать у вас смех (который, как показывают клинические эксперименты, полезен). Не исключено даже, что она поможет вам понять некоторые вещи и задумываться о них чуть серьезнее (правда, не знаю, насколько это полезно). Вот, в общем, и всё. Уж извините.

На самом-то деле вы уже и без того неплохо разбираетесь в иммунологии. Да-да, незачем отрицать, я сразу догадался: ведь вы еще дышите. Даже если вы не в состоянии с ходу ответить, в чем разница между антигеном и антителом или для чего нужны цитокины, в вас есть штуки, которые отличным образом умеют определять, что есть что и что с чем соединяется, они прекрасно помнят, что было раньше, и отлично знают, что когда делать. Если бы вы — на некотором глубинном уровне — не разбирались в иммунологии столь блестяще, вы были бы мертвы. Всё просто.

\* \* \*

Почему же мы до сих пор живы?

На столь общий вопрос может существовать несколько типов ответов. Ясно, что вы не мертвы, поскольку вам лично пока удавалось избегать встречи с мчащимися на вас грузовиками или с пулями, свистящими вокруг (все эти штуки создают большие неудобства). Но в данной книге речь не об этом. Я намерен поговорить о заболеваниях (они-то в конечном счете как раз и убивают подавляющее большинство людей), в особенности о заболеваниях *инфекционных*, и задать вопросом, как же так получается, что при всех этих

страшных, ужасных недугов, способных сразить нас наповал, некоторые из нас не только еще живы, но даже могут преспокойно расхаживать туда-сюда и заниматься всякими делами, а не лежать в постели, издавая жалобные стоны.

Ответ на этот вопрос также можно дать на разных уровнях. Каждая глава книги дает свой тип ответа на основной вопрос, обозначенный в заглавии. А вместе, как я надеюсь, они дают более или менее всесторонний взгляд на те взаимоотношения между организмом и средой, которые определяются иммунной системой.

Первая глава, по сути, дает такой ответ: «Мы до сих пор живы благодаря тому, что у каждого из нас есть эта вот иммунная система, которая состоит из нескольких рубежей обороны против инфекции». Я вкратце покажу, какие компоненты и механизмы иммунной системы позволяют нам жить и радоваться.

Ну ладно, может, это и удовлетворит ваше любопытство. Но если мы говорим: «У меня просто *есть* эта штука, вот и всё», таким объяснением могут остаться недовольны некоторые люди в некоторых обстоятельствах (сразу же приходят в голову полицейские, налоговики, родители). Возможно, им захочется выяснить, каким же образом в нашем расстройстве оказался такой объект. Поэтому ответ второй главы сводится к следующему: «Мы до сих пор живы, потому что наша иммунная система постепенно развивалась начиная с момента нашего зачатия, и в этом ей помогали внутренние и внешние стимулы<sup>1</sup>, вот как она пришла к своему теперешнему состоянию». За существенную часть этого процесса отвечают матери, и к концу второй главы у вас появится новый взгляд на материнство. Если что, я вас предупредил.

Следующая глава делает еще один шаг вперед, за границы отдельного организма, в царство видов и нашей эволюционной истории. В большинстве учебников и научно-популярных руководств по здоровому образу жизни

---

<sup>1</sup> Очень милое слово — «стимулы». И такое невинное с виду, правда? Здесь оно маскирует некоторые довольно неприятные вещи, уж поверьте. (*Здесь и далее — примечания автора, если нет других указаний.*)

наша иммунная система показана как *данность*, как функционирующая система, которая просто *есть* у человека. Научно-популярные издания иногда пытаются научить нас, как поддерживать ее в рабочем состоянии. Медицинские пособия учат профессионалов, как поступать, если она застопорилась. В лучшем случае такая книга будет содержать описание того, как иммунная система развивается в течение нашей жизни. Отлично, превосходно: вполне объяснимый подход, настоящее воплощение здравого смысла. Но, мне кажется, мы могли бы с пользой для себя взглянуть на дело шире. Вот почему третья глава дает такой ответ: «Мы до сих пор живы, поскольку наша иммунная система эволюционировала на протяжении веков и тысячелетий, еще с тех пор, как наши дальние предки представляли собой мельчайшие вихляющиеся существа, и эволюционировала она путем бесчисленных взаимодействий с окружающей нас (и тоже постоянно эволюционирующей) средой, в результате чего и появилась ошеломляюще-сложная система, которой мы обладаем сегодня».

Наверное, можно не останавливаться на этом и продолжать как-нибудь так: «Мы до сих пор живы, так как 14 миллиардов лет назад возникла Вселенная и...», но это будет чересчур даже для самого вольного понимания термина «иммунология». Поэтому четвертая глава иначе смотрит на нашу борьбу за жизнь и здоровье. На основной вопрос она дает такой ответ: «Мы до сих пор живы, поскольку ученые выясняют все новые и новые подробности насчет болезней, здоровья и иммунных процессов, тем самым давая человечеству возможность уменьшать заболеваемость и смертность».

Похоже, это более спорный и менее всеобъемлющий ответ, чем предыдущие: в конце концов, человечество отлично выживало и до того, как хотя бы один человек хоть что-то понял о природе здоровья и болезней. Но если мы обратимся к устрашающей статистике смертности на протяжении человеческой истории, то у нас не останется сомнений: большинство из нас, живущих сегодня, не были бы живы, не достигни медицина таких успехов в борьбе с инфекционными

заболеваниями, главным образом благодаря открытию и совершенствованию антибиотиков и вакцин<sup>1</sup>. Я рассмотрю некоторые из наиболее интересных достижений, споров и ошибок (о да, было и это), которые в конечном счете привели иммунологию к ее нынешнему состоянию. Между прочим, это состояние по-прежнему весьма далеко от совершенства.

Эти строки я пишу в одной мельбурнской библиотеке, в нескольких минутах ходьбы от Института медицинских исследований Уолтера и Элизы Холл, где много лет трудился Фрэнк Макфарлейн Бёрнет. С 1949 года он развивал здесь идеи «своего / не своего» в селективном иммунном отклике, которые принесли ему Нобелевскую премию и которые с тех пор играют определяющую роль в иммунологии, обеспечивая эту сферу науки мощнейшим теоретическим инструментарием. Однако сама идея «своего» в иммунной системе подвергается сомнениям в свете недавних открытий. Действительно ли иммунная система разделяет всё, с чем она приходит в соприкосновение, на «свое» и «чужое»? В четвертой главе я как раз и собираюсь поговорить о Бёрнете. Впрочем, о трениях и разногласиях, которые существуют в иммунологических исследованиях (и способствуют им), будет упоминаться на протяжении всей книги.

Пятая глава развивает ответ «мы живы благодаря научным изысканиям» и говорит: «Значительная часть людей до сих пор не умерла, поскольку мы умеем *помогать* друг другу жить дальше». Мы втыкаем в некоторых иглы; мы пересаживаем одним органы других<sup>2</sup>; мы кормим кого-то, целуем кого-то, нарочно на кого-то кашляем; мы убеждаем кого-то, что они чувствуют себя лучше, даже когда они и не должны бы (в итоге они действительно начинают чувство-

---

<sup>1</sup> Примечание для непримиримых участников антипрививочного движения. Привет, как поживаете? По-прежнему неплохо? Очень рад за вас. Знаете, от вашего дальнейшего чтения не будет никакой пользы ни для вас, ни для меня. Если хотите, можете считать меня тупой жертвой промывания мозгов или же расчетливым негодяем, подкупленным Большой Фармой. Ну, или еще кем-нибудь таким. Желаю вам всего самого лучшего. А теперь прощайте.

<sup>2</sup> Нет, не те органы, о которых вы подумали.

вать себя лучше, и это отдельный разговор); и так далее, и тому подобное. Кое-что из этого мы обсудим в пятой главе.

И наконец, в эпилоге я сделаю краткий обзор того, какие шансы на выживание у нас есть в будущем. Разумеется, при условии, что мы до этого будущего вообще доживем. Оставайтесь с нами.

## *Время встречаться*

Считалось, что это очень простая штука.

В древности недуги ниспосылались богами, или Богом, или же — если вы рациональный, трезвомыслящий, прогрессивный, любящий медицинские опыты и научные доказательства человек и/или общество, — происходили от дисбаланса четырех соков (гуморов)<sup>1</sup> тела. Гуморальное объяснение казалось вполне логичным. Оно было практичным и работоспособным. Оно дало возможность разрабатывать способы лечения. И оно было ошибочным во всем.

С тех пор наука несколько продвинулась вперед, как вы наверняка заметили. Об этом прогрессе мы кое-что расскажем дальше, пока же достаточно сообщить, что человечество сегодня обладает по крайней мере частичным пониманием механизмов и причин заболеваний — и, как выяснилось, все это совсем не так просто. Если бы кто-нибудь из ученых далекого прошлого вдруг прочел наш современный учебник медицины, его, пожалуй, больше всего поразило бы то, какими до смешного *сложными*, озадачивающе-запутанными мы считаем здоровье и болезни. На смену демонам, божественному промыслу или избытку желчи пришел удивительный мир бактерий и вирусов, токсинов и свободных радикалов, лейкоцитов, антигенов и антител, цитокинов и хемокинов, молекул ГКГС (главного комплекса гистосовместимости), V(D)J-рекомбинации, гипервариабельных антигенных петель, CD25+-регуляторных Т-лимфоцитов — и прочего, и прочего. От таких штук у всякого закружится голова.

Мало того, заболевания бывают наследственными (генетическими) или инфекционными, а еще они могут возникнуть в результате тех или иных нарушений в работе орга-

---

<sup>1</sup> Черной желчи, желтой желчи, флегмы (слизи) и крови.

низма. Причина же большинства болезней — комбинация любого числа приведенных факторов. К примеру, нельзя заразиться раком, если не считать определенных типов этой страшной болезни (о них я поговорю в главе пятой). Малярию человек подхватывает из-за комариных укусов, если только у него нет врожденного иммунитета к этой болезни благодаря определенному аллелю в его ДНК. И так далее, и так далее. Чем больше мы обнаруживаем, тем менее четкой представляется нам картина.

Наш воображаемый ученый древности, читая все эти описания в сегодняшнем учебнике, мог бы задаться вопросом: отчего Природа действует столь изощренными путями, заставляя недуги порождаться невидимыми существами и передаваться от человека к человеку через других существ (иногда через *два* вида других существ последовательно)? Какой во всем этом смысл?

«Ничто в биологии не имеет смысла, пока мы не рассмотрим это в свете эволюции», — писал Феодосий Добржанский<sup>1</sup>. Чарлз Дарвин дал нам теоретические основы для того, чтобы мы смогли единственным удовлетворяющим нас способом объяснять невероятное разнообразие природы<sup>2</sup>. Вот и иммунологи применили дарвиновский метод к своей области знания, дабы понять, почему иммунная система выглядит и действует именно так. Я к этому еще вернусь.

Пока же передо мной стоит одна проблема. Собственно, с ней сталкивается каждый автор, которому хочется внушить читателю, что нечто устроено *сложно*. Если просто сказать «это штука сложная», не передашь никаких особенностей предмета, да и вообще это какой-то ленивый подход. С другой стороны, моя книга рассчитана на вас — студента или заинтересованного дилетанта. Это не учебник, и хотя мучительно-подробное изложение всех сложностей действительно передало бы нужную мысль, читателю пришлось

---

<sup>1</sup> Ф. Г. Добржанский (1900–1975), советско-американский генетик, один из создателей синтетической теории эволюции. (*Прим. перев.*)

<sup>2</sup> Не забудем и Альфреда Рассела Уоллеса, который был бы Дарвином, не сумей Дарвин оказаться лучшим Дарвином, чем Уоллес.

бы страдать, а читатели в наше время с таким отношением к себе не мирятся. Меня могут запросто отправить обратно на полку, а там очень тесно, знаете ли.

Как же мне объяснить, насколько сложна иммунная система?

\* \* \*

Зайдем-ка с другого конца. Я не буду рассказывать вам, как сложна иммунная система. Я скажу, *какой сложной она должна быть, чтобы мы оставались живыми*, а дальше уж вы сами сообразите. Возьмите карандаш с блокнотом и попытайтесь спроектировать систему, которая защищала бы ваше тело от опасностей и вреда.

При проектировании примите во внимание следующие условия: иммунная система ограждает тело от всего, что могло бы обитать внутри него или на его поверхности. Так что, например, если за вами погнался разъяренный бык, пускай об этом заботится ваша физиологическая реакция «бей или беги», а не ваша иммунная система<sup>1</sup>. Если вас начнет пожирать крокодил, на это тоже не распространяется юрисдикция иммунной системы, ибо крокодил, извините, начинает снаружи и прогрызается внутрь. А вот если бы существовал вид крошечных крокодилчиков, нороящих проникнуть в ваше тело, вторгнуться в кровеносную систему или в какой-нибудь из ваших внутренних органов, обосноваться там, добывая внутри вас пропитание и выращивая потомство, — тогда этим возмутительным фактом, конечно, занялась бы она, иммунная система, и паразитического микрокрокодила пришлось бы добавить в длинный список разнообразнейших видов, с которыми ей приходится иметь дело.

Кроме того, основную защиту от химических токсинов обеспечивает не иммунная система (да, она по-своему помогает, но главным образом эту задачу выполняет печень, а печень не считается органом иммунной системы), так что ей нужно беспокоиться лишь о таких биологических аген-

---

<sup>1</sup> Если только бык не начнет вас бодать: тогда перед вашей иммунной системой возникнет бесчисленное количество интереснейших проблем.



тах, как бактерии, паразиты и вирусы. Вы уже знаете, что каждый кубический сантиметр окружающей нас среды буквально кишит миллиардами микроорганизмов, постоянно ищущих способ в нас проникнуть, так что следует принимать это во внимание. Но речь не только о возбудителях инфекционных заболеваний: к примеру, иммунные «бойцы» выискивают и уничтожают собственные, родные клетки тела, которые почему-либо «испортились». Кроме того, не можете же вы просто отторгать все, что проникает в вас извне. Пища, которую мы едим, охотно принимается нашим телом, как и кислород, которым мы дышим. В самом начале нашего существования каждый из нас стал желанным гостем в утробе собственной матери, поэтому следует планировать, что время от времени внутри женского тела будет вырастать другое человеческое существо и иммунная система женщины не будет приходить в ярость и атаковать это чужеродное тело (каковым оно для нее и является, если подходить к делу буквально). Более того, мы постоянно играем роль гостеприимных хозяев для триллионов бактерий, живущих преимущественно в нашем кишечнике и на поверхности нашей кожи. Так что иммунная система, которую вы проектируете, должна всегда уметь отличать вас самих от друзей, эмбрионов, врагов.

Врагов она тоже должна уметь различать между собой. Существа, от которых она должна отгораживаться, обобщенно именуются *патогенами* (болезнетворными, патогенными микроорганизмами) (от двух греческих слов, означающих «порождающие болезнь»), однако они могут отличаться друг от друга так же разительно, как мы сами отличаемся от них. *Бактерии* — одноклеточные организмы, микроскопические и независимые. Простейшие — тоже независимые и одноклеточные, но они наши более близкие родственники, поэтому иммунной системе куда труднее отличать их клетки от наших (и находить способы уничтожить их, не нанося особого вреда нашему телу). *Вирусы*, с другой стороны, вообще не являются клетками. По сути, это просто умные кусочки генетического материала в белковой обертке. Чтобы размножиться, им нужно проникнуть внутрь клетки-хо-

зяина и захватить ее изнутри, подчинить ее себе, заставив отказаться от ее обычной функции и обратив ее в фабрику, производящую вирусы. Существуют и многоклеточные паразиты, такие как кишечные черви. Существуют грибковые инфекции. Мало того, я уже упоминал о тех клетках человеческого тела, которые могут взбунтоваться, забыв о своих внутренних ограничителях и решив предаться буйному размножению. Если им это удастся, возникнет опухоль.

Иммунная система не может реагировать на все это одинаково, поскольку речь идет о весьма различных созданиях, которые могут находиться в разных местах и с которыми следует справляться при помощи самых разных способов. Скажем, с бактериями, блуждающими в крови, в легких или где-нибудь еще, нужно обращаться не так, как с вирусами, проникшими в клетку-хозяина, и не так, как с червями-паразитами в кишечнике. Иммунная система вынуждена приспособлять свой отклик к каждому типу угрозы. Похожая задача стоит перед медиками, когда они ищут методы лечения, вакцины и препараты для борьбы со всеми существующими заболеваниями.

Итак, иммунная система должна правильно распознавать всевозможных опасных существ и реагировать на каждый вид такой угрозы по-особому<sup>1</sup>. И знаете, что принесло бы большую пользу? Если бы система умела запоминать патогены, с которыми она встречалась прежде, и каким-то образом записывала эту информацию, чтобы сэкономить время, когда ей придется снова с ними сражаться. Кроме того, она должна быть постоянно готова и к отражению тех захватчиков, с которыми никогда не сталкивалась прежде: такова жизнь. А еще иммунная система должна быть готова к борьбе с совершенно новыми, неведомыми инсургентами, с которыми

---

<sup>1</sup> Когда мы называем нечто патогеном (то есть объектом, вызывающим болезнь), мы даем ему имя, основанное не на том, чем является этот объект, а на том, что он делает с нами. Это неудачный способ классификации организмов: совершенно различные существа могут вызывать практически одинаковые болезни; и наоборот, один микроб может быть совершенно безвредным, а его практически идентичный близнец — чрезвычайно опасным. Наша иммунная система, олицетворение прагматизма, постоянно ищет способы, используя которые можно отличать зловерное от невинного.

никто в истории человечества не имел дела прежде, поскольку патогены с течением времени эволюционируют. При этом система должна действовать экономно, чтобы организм в случае необходимости всегда мог ее применить. И не особенно мешать другим системам, чтобы организм мог нормально функционировать. И конечно же, она должна каждый раз проделывать все *очень быстро*, иначе организм заполонят враги, ведь патогены множатся чертовски бурно.

Надеюсь, вы согласитесь, набрасывая схему возможной иммунной системы и прикидывая бюджет и требования к персоналу проекта, что все это — задача чрезвычайно сложная. И в самом деле, наша иммунная система несовершенна. Иногда она отказывает, и мы заболеваем, но затем, к счастью, выздоравливаем. А иногда система не в состоянии справиться со слишком сложной задачей, и пациент не выздоравливает. Довольно часто сама иммунная система дает сбой или реагирует слишком активно, и тогда пациент страдает от так называемых *аутоиммунных заболеваний*. Однако большинству людей основную часть времени все-таки удается пережить огромное число опасностей, с которыми сталкивается иммунная система. По-моему, это замечательное достижение. У вас очень славная иммунная система, правда? Можете одобрительно похлопать ее по тимусу.

## ТАЙНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Не похлопали? Потому что не знаете, что такое тимус, чем он занимается и где он находится? Не вините себя. Иммунная система — уникальная всепроникающая штука, ее органы и функции прячутся в самых разных уголках тела<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> До сих пор помню, какой шок я испытал, узнав, что одна из важнейших стадий развития иммунной системы (как и выработки красных кровяных телец) протекает не где-нибудь, а в костном мозге. Мне хотелось спросить неизвестно кого: «Вот как? Вы решили поместить это дело внутрь костей? Какого, мягко выражаясь, хрена?» Но самая большая моя трудность в отношениях с эволюционной теорией как раз в том и состоит, что данная теория не позволяет отыскать виноватого в таких вот вещах.

Неудивительно, что мы, люди, потратили до смешного много времени, чтобы заметить, что она вообще у нас имеется.

Посмотрим на дело так. Если сердце перестанет работать как полагается, медицина готова предложить, так сказать, замену: кардиостимуляторы или даже пересадку этого органа. Если откажут легкие, пациента подключат к аппарату искусственного дыхания. Работу почек может выполнять диализная система. Существуют протезы рук и ног. Если ваши уши работают плохо, на помощь приходит слуховой аппарат. Если вы плохо видите, к вашим услугам очки и коррекционная хирургия. Мы умеем пересаживать печень (хотя искусственной замены для этого замечательного органа у нас пока нет). И хотя мозг и нервную систему мы еще не скоро научимся протезировать, хирург все-таки может взять скальпель и кое-что там поправить.

Однако никакого механического способа починки или замены неработающей иммунной системы нет! Можно давать такому пациенту лекарства, стимуляторы и вакцины, но ведь все эти внешние воздействия должна обработать сама иммунная система. Мы не умеем заменять или пересаживать никакую часть иммунной системы (примечательное исключение здесь — пересадка костного мозга, которая применяется в некоторых особых случаях). Врачи могут сделать с пациентами, лишенными помощи собственной иммунной системы, лишь одно: поместить их в стерильную среду.

Иммунная система состоит из многочисленных типов молекул, клеток, тканей и органов, распределенных по самым разным участкам тела и находящихся в сложном взаимодействии между собой и с другими системами организма. Ее боевой отряд постоянно курсирует по всему организму, готовый откликнуться на любой сигнал об опасности<sup>1</sup>. Я не

---

<sup>1</sup> Инфекции и иммунитет часто описывают по-военному: тело — как поле битвы, где с мародерствующими легионами бактерий сражаются доблестные иммунные клетки, защищающие крепость, и т. д., и т. п. Такое сравнение напрашивается, и часто оно полезно и уместно, однако у него есть ряд серьезных ограничений, поэтому я попытаюсь относиться к подобным метафорам с некоторой опаской. Во всяком случае, если уж мы предпочитаем

стану вдаваться в детали, описывая все компоненты системы, но полезно взглянуть на эту машину в действии. Возможно, интересно будет попробовать испытать ее работу с *противоположной* стороны.

## ЧТО УВИДЕЛ МИКРОБ

В начале нашей экскурсии по иммунной системе попробуем себе представить, как она воспринимается с точки зрения вторгающегося в нее патогена. Разумеется, мне придется слегка разбавить это описание, поскольку, даже если бы мы могли вообразить себе, как патогены чувствуют себя в своей среде (а мы этого не можем, ибо наша повседневная жизнь, честно говоря, не учит нас думать как кишечные паразиты), микроорганизм, попадающий в наше тело, сталкивается с ошеломляющим залпом самых разных угроз (которые кажутся не связанными друг с другом), и все они нацелены на уничтожение этого пришельца. Так что время от времени я буду пояснять, что происходит. Кроме того, я буду относить различные отклики к различным типам патогенов. А теперь начнем игру.

Присоединимся к бактерии в тот момент, когда она впервые контактирует с возможным организмом-хозяином — человеком. Большинству бактерий плевать на людей, они нас не трогают и с нами не связываются. Однако небольшая часть бактериальных видов со временем специализировалась, приспособившись к жизни в тканях человека. Эти бактерии надеются получить какие-то преимущества, сражаясь с невзгодами, на которые их обрекает такой образ

---

рассуждать об иммунитете на языке «войны», наши современные знания об иммунных процессах показывают, что такая война скорее напоминает конфликт, где огромную роль играет разведка, контрразведка, глушение вражеских каналов связи, благоразумное обращение с гражданским населением, отвлекающие маневры, маскировка, провокации, блеф, логистика и т.п., а не старомодную кровавую битву воинов, машущих мечами. Похоже, современные представления о методах ведения боевых действий наконец приходят в соответствие с особенностями нашей иммунной системы.

жизни<sup>1</sup>. Для тех, кому все-таки удастся прорвать наши оборонительные рубежи, человеческое тело становится невероятно богатой добычей, практически неистощимым источником пищи, тепла, стабильности и вообще всего, что только может пожелать бактерия.

Бактерии могут проникать внутрь организма в любом месте, но, скорее всего, первой точкой контакта будет кожа. С технической точки зрения кожа считается частью иммунной системы, поскольку она представляет собой плотный, многослойный и обычно весьма эффективный физический барьер. Многие виды бактерий здесь и останавливаются. Они либо отказываются от дальнейшей борьбы и гибнут, либо ухитряются разбить лагерь на поверхности кожи; питаются они маслами, которые мы выделяем, а также любыми другими питательными веществами, какие сумеют найти. Иногда такие бактерии становятся причиной сыпи и кожных инфекций, но в нормальном состоянии наша кожа кишит бесчисленными бактериями, которые ползают по ней, не причиняя нам ни малейшего вреда. Проблемы возникают, когда нарушается целостность кожного покрова: ранки, царапины, ссадины, укусы насекомых, ожоги дают болезнетворным агентам возможность проникнуть в глубь тела.

Еще один очень популярный метод проникновения — через рот. Одни захватчики пробираются в легкие и другие части респираторной системы, другие же предпочитают попытаться счастья среди процветающей общины бактерий кишечника (именуемых его *микробиотой* или *бактериями-симбионтами*). Третьи пытаются вторгнуться в орга-

---

<sup>1</sup> Само собой разумеется, что у бактерий (как и у всех прочих паразитов, о которых я буду здесь говорить) нет никакого сознания. Микробы — это вам не люди. Они не «хорошие» и не «плохие», они не «хотят» чего-то, они не способны «учиться» или «планировать». Такие слова относятся к людям или, по крайней мере, к животным с настоящим мозгом. Микроб не умеет выносить суждения, он лишен чувства добра и зла, как и способности мыслить. Он просто существует, он просто действует (в том числе и реагирует на окружение) тем или иным образом. Недавно появились гипотезы о том, что группы микробов могут проявлять способности, которые в каком-то смысле можно назвать «когнитивными», но это другая история, и ее лучше рассказать в другое время.

низм на том или ином участке пищеварительного тракта, используя эпителиальные клетки его слизистой оболочки.

А некоторые бактерии стараются зайти с другого конца и проникнуть внутрь через мочепооловой тракт (бр-р-р). Такой маршрут сопряжен с большим риском, но имеет и свои преимущества, обеспечивая прямую и непосредственную связь между двумя человеческими телами. Для некоторых патогенов сие очень важно (в этом смысле известнее всего ужасный ВИЧ), поскольку они погибают практически сразу же после того, как окажутся на свежем воздухе, а значит, им приходится выжидать, пока организм-хозяин не начнет производить некие маневры, которые мы именуем сексом: тогда у патогенов появляется шанс перейти к новому хозяину, не опасаясь немедленной гибели.

Микробом быть непросто, выживаемость их ничтожна. Лишь очень немногие достигают пункта назначения. Подавляющее большинство гибнет в пути. Гибнет, вообще не приходя в соприкосновение с человеческим организмом-хозяином и в результате оказываясь на земле, на стене, в океане, в носовом платке, сунутом в карман. Гибнет от неблагоприятных температур среды, от неприятных веществ на коже, от кислот и пищеварительных ферментов в желудке и кишечнике, от воздействия других видов бактерий, которым нет никакого дела до благополучия новопривывших и которые конкурируют с ними за пищу, а иногда активно нападают на них. Бактерии-симбионты, обитающие в кишечнике, даже рады донести телу на патогены, посылая химические сигналы слизистой оболочке человеческого кишечника. Эти сигналы заставляют ее укрепляться, тем самым затрудняя проникновение врагов.

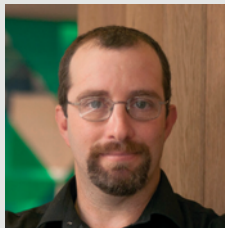
Тех микробов, которые все-таки еще не погибли, отпихивает перистальтика кишечника, смывает моча (если они пытаются вскарабкаться по соответствующему пути), или слезы (в глазах), или слюна (во рту), или же их убирают с дороги бдительные реснички эпителия (крошечные волоски, действующие как своего рода ковшовая цепь и выбрасывающие инородные частицы из дыхательных путей и легких).

[ . . . ]



# UNIVERSUM

*О науке и ее творцах –  
самое интересное и невероятное*



© Zahra Zainab

Инфекционные болезни ежедневно убивают множество людей. Опаснейшие возбудители тяжелых недугов атакуют нас каждую секунду, и то, что мы до сих пор живы, — настоящее чудо. А имя этому чуду — иммунная система.

*Айдан Бен-Барак*, израильский микробиолог, работающий в Сиднейском университете, лауреат нескольких премий за лучшую научно-популярную книгу в США и Австралии, приглашает нас в увлекательное путешествие в мир иммунологии. Из чего состоит наша иммунная система? Как она находит вражеские бактерии и вирусы, как опознает свои же клетки, но превратившиеся в раковые? Что такое иммунитет? Как работают антибиотики и вакцины? И наконец — что сегодня предлагает нам наука для продления нашей жизни? Обо всем этом — книга, которую вы держите в руках.

*Глубоко, полно, увлекательно и просто об очень сложном – иммунной системе.*

*Питер Доэрти*,  
лауреат Нобелевской премии  
по медицине и физиологии  
«За открытия в области иммунной  
системы человека».