

5 Знакомьтесь: ваши враги

Чтобы понять, как работают наши защитные механизмы, очень важно разобраться в том, кто же на нас нападает. Как мы уже говорили, для большинства других живых существ мы — не личности, а континенты, полные лесов, болот и океанов, богатых ресурсами и подходящими уголками для того, чтобы остепениться и создать семью. Мы для них — планета, дом.

С большинством микроорганизмов, которые случайно попадают в наше тело, разговор короткий — они просто не готовы к борьбе с мощными защитными механизмами и лишь попусту докучают нашей иммунной системе.

Настоящие же наши враги — это боевая элита микроорганизмов, которая нашла способы прорваться сквозь оборону. Некоторые любят поражать именно человека или проводить в нашем организме главную часть своего жизненного цикла, например те, что решили изо всех сил действовать нам на нервы вроде вируса кори. Или микобактерии туберкулеза, многие из которых эволюционировали параллельно с нами еще семьдесят тысяч лет назад и до сих пор ежегодно лишают жизни около двух миллионов человек. Другие, вроде нового вируса *SARS-CoV-2*, находят нас случайно и сами не могут поверить своему счастью.

В наши дни, рассуждая о заболеваниях, мы чаще всего говорим о бактериях и вирусах. Хотя в развивающихся странах, например, ко множеству проблем приводят простейшие, этикие одноклеточные «животные», которые провоцируют болезни вроде малярии и убивают по полмиллиона человек в год.

Любой чужак, способный серьезно встряхнуть иммунную систему, называется патогеном; это примерно можно перевести как «порождающий страдания». Любой микроорганизм, который вызывает заболевание, — это патоген, и неважно, какого

он вида или размера. Что угодно при определенных обстоятельствах может быть патогеном. Например, вас может долго не беспокоить какая-нибудь обычная бактерия, давно поселившаяся на коже, но стоит вам подвергнуться химиотерапии и ослабить иммунитет, и она сможет очень легко поразить организм, став патогеном. Когда в следующий раз увидите слово «патоген», просто знайте, что оно означает «то, из-за чего вы заболели».

Иммунная система знает, что существуют разные виды патогенов и избавляться от них нужно разными способами. В процессе эволюции мы обзавелись различными видами оружия и механизмами защиты. Но если обсуждать их разом, то мы быстро запутаемся, а и без того сложная иммунная система станет еще сложнее и непонятнее. А потому мы будем рассматривать сложные защитные механизмы на примере борьбы с конкретными врагами. По очереди, один за другим. Затем ознакомимся с отдельными заболеваниями и узнаем, какими именно способами они портят нам жизнь, а напоследок рассмотрим внутренние угрозы — рак, аллергии и аутоиммунные заболевания.

В этой части книги мы разберемся с бактериями, с которыми приходится бороться иммунной системе. Бактерии — микроорганизмы из числа наиболее древних обитателей планеты, они живут здесь уже миллиарды лет. Это самое мелкое, что мы можем без особых интеллектуальных усилий признать живым. И как мы говорили раньше, если бы клетка была размером с человека, то бактерия — с кролика. Как и наши клетки, бактерии — это одноклеточные протеиновые роботы, обладающие огромным разнообразием форм и размеров, и управляют ими тоже химия и генетический код. Считать бактерии примитивными только потому, что они меньше и несколько проще наших собственных клеток, — распространенная ошибка.

Бактерии долгое время развивались параллельно с нами, а значит, они сложны настолько, насколько нужно. Да и на Земле они устроились просто отлично! Бактерии — мастера выживания. Они обитают везде, где есть что-нибудь питательное. А там, где нет, они придумывают способы питаться излучением, тем, что раньше вообще было несъедобно, и начинают сами создавать что-нибудь съедобное. Бактериями населена почва, по которой мы ходим, поверхность вашего рабочего стола, они летают в воздухе. Они живут на странице книги, которую вы сейчас читаете. Одни умудряются заселить невероятно враждебные к жизни уголки, например гидротермальные источники на



Нейтрофил
10 мкм



Золотистый стафилококк
1 мкм

Макрофаг
21 мкм

Кишечная палочка
2 мкм



Вирус бешенства
0,18 мкм

Коронавирус
0,1 мкм

ВИЧ
0,13 мкм

Эритроцит
7,5 мкм

Иммуноглобулин G
0,015 мкм

Риновирус
0,03 мкм

Вирус Эбола
0,97 мкм

1 микромметр

дне океана, под километрами водной толщи, другие же предпочитают более уютные места, например наши веки.

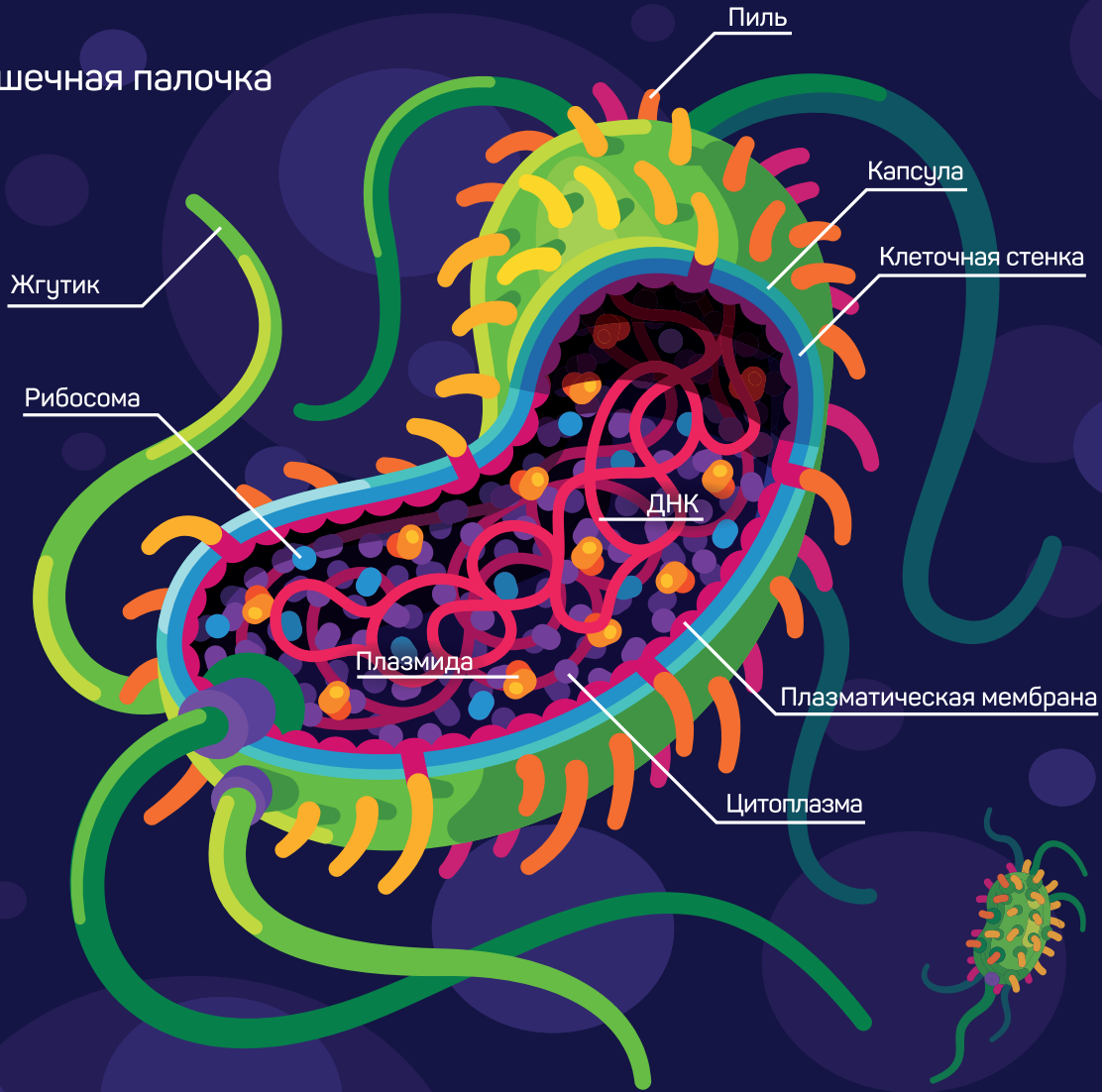
Вопрос относительно того, какова общая бактериальная масса на Земле, пока что открыт; он вызывает в среде ученых бурные обсуждения. Но даже по самым скромным оценкам, эта масса в десять раз больше, чем биомасса всех животных вместе. В одном грамме почвы живут до пятидесяти миллионов бактерий. В грамме зубного налета бактерий больше, чем людей на планете Земля. Расскажите об этом своим детям, и тогда они начнут чаще чистить зубы. Ну, или видеть кошмары (не благодарите).

В благоприятной среде бактерии могут размножаться, то есть делиться на две, примерно каждые двадцать–тридцать минут. При самом быстром варианте через четыре часа их будет восемь тысяч. Еще через несколько часов — миллионы. А через несколько дней их станет столько, что можно будет заполнить все мировые океаны. К счастью, в реальности все происходит несколько иначе, потому что на такое количество бактерий не хватит ни места, ни пищи. Да и не все виды бактерий размножаются с такой скоростью, но теоретически это все же возможно.

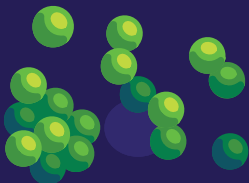
Я веду к тому, что потенциально сверхбыстрый цикл размножения бактерий — это довольно большая сложность для иммунной системы. Поскольку бактерии живут едва ли не везде, мы целиком покрыты ими и не имеем ни единого шанса от них избавиться. А значит, нашему организму пришлось как-то смириться с ними и научиться как можно благополучнее сосуществовать. Жизнь без бактерий невозможна. Тем более что большинство из них не только безвредны для нас, но и давным-давно заключили мир с нашими предками, и все от этого только выиграли. Триллионы этих крошечных существ — наши добрые соседи и соратники, они помогают нам выживать, отгоняют вредителей и расщепляют определенные компоненты пищи, за что получают дом и бесплатное питание. Но эта книга посвящена гораздо менее дружелюбным существам.

Множество враждебных патогенных бактерий пытаются проникнуть в наш организм и спровоцировать недуг. Они вызывают целую массу страшных заболеваний, от диареи и других неприятностей с пищеварительной системой до туберкулеза и пневмонии, а то и совсем уж жуткие бубонную чуму, проказу и сифилис. Бактерии не упустят возможности заразить человеческую плоть, стоит только дать им шанс — пораниться и соприкоснуться с густо заселенной ими окружающей средой.

Кишечная палочка



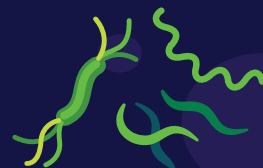
Формы бактерий:



Шаровидная, или кокки



Палочковидная



Извитая

До изобретения антибиотиков даже совсем незначительные раны временами приводили к серьезным заболеваниям и даже смерти¹.

И в наши дни, при современных чудесах медицины, бактериальные инфекции остаются чрезвычайно опасными. Иными словами, это отличное начало для путешествия в мир иммунной системы! Давайте посмотрим, что происходит, когда каким-нибудь бактериям удастся попасть внутрь человека! Первое препятствие, которое им предстоит преодолеть, это пустынное королевство кожных покровов.

¹ Давайте вспомним, насколько это страшно. Еще у наших бабушек и дедушек жизнь была гораздо сложнее нашей. Данные по Бостонской больнице за 1941 год свидетельствуют о том, что в 82 % случаев бактериальное заражение крови заканчивалось смертью. Мы с трудом можем представить себе, что стоит за этим жутким числом: царапина и крошка земли могли означать, что жизни конец. Теперь в развитых странах из общего числа заражений смертельными оказываются меньше процента. Мы об этом почти не думаем, и это говорит о том, как быстро люди все забывают и как нам повезло жить сейчас, а не в прошлом.

6 Пустынное королевство КОЖНЫХ ПОКРОВОВ

Кожа — это обертка для внутренностей, которая, как мы привыкли считать, покрывает всю нашу внешнюю часть. Она напрямую соприкасается с окружающей средой, и потому очень важно, чтобы она служила надежной пограничной стеной и защищала нас от множества различных микробов, которые стремятся проникнуть внутрь. Но дело не только в этом. В процессе жизни кожа постоянно получает повреждения и раны, а значит, ей приходится постоянно регенерировать. К счастью, в пустынном королевстве кожного покрова все это возможно! У этого королевства есть далеко не одно средство, чтобы помешать злоумышленникам его пересечь. Да, кожа постоянно умирает, и сейчас самое время представить себе ее не как защитную стену, а как конвейер смерти. Чтобы понять, что имеется в виду, давайте проникнем в самую глубину, туда, где создается покров нашего тела.

Жизнь клетки кожи начинается на глубине около миллиметра. Здесь расположен кожный промышленный комплекс. В волокнистом слое спокойно и безмятежно делятся стволовые клетки, и это их единственное занятие. Они клонируют себя день и ночь, создавая новые клетки, которые затем направляются из глубины наружу. Новичкам предстоит нелегкая работа. Для прочности (в буквальном смысле) в клетках производится много кератина, плотного белка, который являет собой твердый компонент кожи, ногтей и волос. В общем, клетки кожи — ребята крепкие, полные материала, благодаря которому их не так просто сломать.

Едва появившись на свет, клетки кожи вынуждены покидать свой дом. Стволовые клетки не прекращают производство, и каждое новое поколение выталкивает наружу своих предков. Старые клетки из-за этого постоянно стремятся ближе к поверхности, под давлением более молодого слоя, который нарождается под ними. И во время продвижения они готовятся стать живым щитом. По мере созревания у клеток кожи отрастают шипики, которыми они соединяются между собой, образуя глухой непробиваемый барьер. Затем клетки кожи начинают производить ламеллярные гранулы, крошечные мешочки, выделяющие жир, который создает водоотталкивающее покрытие, надежно защищающее клетки и прикрывающее оставшиеся между ними просветы.

У этого покрытия три функции. Оно служит физическим барьером, который очень сложно преодолеть. Благодаря ему проще избавляться от отмерших клеток кожи. Он полон природных антибиотиков, дефензинов, которые могут своими силами убивать врагов. За миллиметр пути клетки превращаются из беспомощных младенцев в отлично натренированных защитников¹.

По мере того как клетка кожи выталкивается к поверхности, она готовится выполнить свое главное дело: умереть. Она становится больше и уплощается, склеивается с соседями еще прочнее, пока не срастется с ними в один крупный лоскут. Затем все они избавляются от жидкости и погибают.

Клетки кожи убивают себя сами, что совсем не в диковинку для нашего организма: каждую секунду не меньше миллиона наших клеток совершают нечто вроде самоубийства, причем так, чтобы остальным было легко избавиться от их погибшей тушки. С клетками кожи все немного иначе: их «бездыханные тела» очень полезны. Можно даже сказать, что цель всей их жизни — умереть в нужном месте в нужное

¹ Дефензины — очень интересные монстрики. Они делятся на несколько подклассов и производятся клетками эпителия и некоторыми клетками иммунитета непосредственно в бою. Так что же они делают? Ну, вообще они делают дырки. Дефензины можно представить себе как эдакие иголки, прокалывающие враждебные микроорганизмы (например, бактерии или грибок). Образуется маленькая рана, через которую враг вроде как кровоточит. Одна иголка бактерию не убьет, а вот десяток — вполне. Для наших собственных клеток они не опасны, зато могут сами справляться с различными микроорганизмами без посторонней помощи.