

АЛЕКСАНДР ФЛЕМИНГ

Александр Флеминг родился в Шотландии 6 августа 1881 г. в семье фермера-арендатора. В семье было 8 детей. Алек учился в сельской школе, где уроки для ребят всех возрастов вела одна учительница. Каждый день он бегал в школу за несколько километров, в хорошую погоду — босиком, поскольку его семья была очень бедной. Потом он учился в школе-интернате, где в классах было по шестьдесят учеников, так что рассчитывать приходилось в основном на собственные силы. В 13 лет Флеминг уехал в Лондон к брату, который работал в мастерской по изготовлению очков. В Лондоне он устроился служить в пароходную компанию и только после того, как получил наследство от дяди, смог поступить учиться в медицинскую школу — в это время ему было 20 лет.

Поступление в медицинскую школу было не простым, поскольку у Алека не было свидетельства об окончании средней школы и ему пришлось сдавать экзамены за среднюю школу экстерном. В медицинской школе изучали анатомию, физиологию, фармакологию (фармакология — наука о лекарствах). Студенты много занимались практической медициной. Флеминг успешно учился по всем предметам и много занимался спортом. Там же он увлекся лекциями профессора Райта, пошел работать в его лабораторию и трудился в ней всю жизнь.

Ученым, которые работали в лаборатории Райта, не платили зарплату. Райт считал, что занятия наукой так интересны, что сама по себе возможность вести исследования является достаточной платой. Зарабатывать на жизнь приходилось лечением больных. Работа в лаборатории была действительно очень интересной и творческой. Райт и его ученики не считались со временем, трудились днем и ночью. Студенты, возвращаясь часа в два ночи с вечеринки, иногда заходили в лабораторию. Они знали, что застанут там Флеминга за микроскопом или за изготовлением какого-то нового прибора, или за подсчетами. Столь напряженная работа была прежде всего связана с тем, что молодые ученые надеялись сделать медицину более строгой наукой, чтобы она позволяла успешнее лечить больных. Работа была трудной, не сулила славы, но давала надежду помочь людям. Флеминг утром работал в больнице, вечером — в



Александр Флеминг

лаборатории, а ведь надо было еще и учиться! В 1908 г. он с золотой медалью окончил университет.

В лаборатории разрабатывались способы борьбы с инфекционными болезнями. Ее часто посещали известные ученые. Приезжал И. И. Мечников, который рассказывал про фагоциты. Приезжал немецкий ученый П. Эрлих, который искал химические вещества, убивающие бактерии. Лаборатория разрабатывала новые прививки против разных болезней.

В 1914 г. началась первая мировая война, и сотрудники лаборатории поехали в армию бороться с заболеваниями солдат, искать способы лечения раненых.

Вы уже поняли, что Флеминг был способным и трудолюбивым человеком. Кроме того, он был очень наблюдательным. В своих опытах он не оставлял без внимания никаких мелочей. Это и позволило ему в 1921 г. сделать первое большое открытие (в то время ему было 40 лет).

Как-то Флеминг капнул в чашку с бактериями немного слюны. Чашечка долго стояла в лаборатории, ее собирались выбросить. Но Флеминг заметил, что среди цветных кружочков — колоний бактерий — есть участок совершенно прозрачный, свободный от колоний. Он сообразил, что в этом месте бактерии погибли и даже

растворились. Потом он вспомнил про слюну и решил, что вещество, убивающее бактерий, содержится именно в слюне.

Это навело его на интересную мысль. Как бактерии попадают в организм? Либо через раны и царапины, либо при укусах насекомых. Но кроме того, в организме есть такие участки, где кожа очень тонкая и соприкасается с внешней средой. Это участки поверхности рта, носа, глаз и легких.

Все они покрыты влажной тонкой кожей — так называемой слизистой оболочкой. Это слабое место в организме, через которое бактерии могут проникнуть внутрь него. И организм должен уметь защитить уязвимые участки.

❓ Почему поверхность этих органов покрыта тонкой кожей? Внешняя среда очень богата бактериями, и почему бы коже не быть потолще, как на ладонке или на пятке? Через толстую кожу бактерии не смогли бы «пробраться» внутрь организма. Почему для каждого из этих органов соприкосновение со внешней средой, содержащей бактерии, необходимо?

Сейчас выяснено, что все эти места активно защищаются фагоцитами. Например, каждый час из организма человека в полость рта «выбираются» для охоты на бактерий примерно 15 млн. фагоцитов.

Но Флеминг предположил, что в организме есть еще один способ защиты таких участков — химический, т. е. организм вырабатывает какое-то специальное вещество, губительное для бактерий. И он занялся поисками этого вещества.

Он изучил действие слюны и слезной жидкости на бактерии. В лаборатории специально покупали лимоны и лук, чтобы вызвать слезы у сотрудников.

Это вещество, убивающее бактерии, Флеминг назвал *лизоцимом* (от греческого слова «lysis» — лизис — растворение).

Лизоцим был найден не только в слюне, слезной жидкости и слизи, покрывающей полость носа (рис. 36, 1). Флеминг обнаружил лизоцим в некоторых растениях, в женском молоке и особенно много в белке куриных яиц. И это понятно — ведь в скорлупе куриного яйца есть отверстия для дыхания будущего цыпленка; через них могут проникнуть бактерии, а внутри яйца большой запас питательного материала, очень подходящего для развития

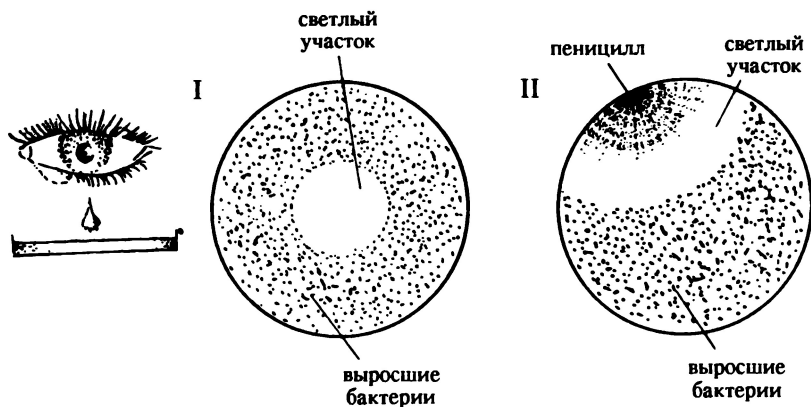


Рис. 36. Действие лизоцима и пенициллина на бактерии:

I — в чашке Петри растут бактерии. Если в нее упадет слезинка, то в этом месте бактерии «растворятся». Останется светлое пятно; *II* — в чашке Петри кроме бактерий вырос гриб — пеницилл. Он выделяет вещество (пенициллин), которое убивает бактерий. Рядом с грибом бактерии не растут — остается светлый участок

бактерий, и нет фагоцитов. Лизоцим был обнаружен также в слизи, покрывающей тело дождевого червя и кожу лягушки. Это вещество оказалось универсальным, широко распространенным в природе.

К сожалению, в лаборатории, где работал Флеминг, не было химиков, поэтому не удавалось выделить лизоцим в чистом виде и узнать, как устроена его молекула. Флеминг плохо знал химию и очень сожалел об этом, когда открыл лизоцим.

Ставя разнообразные опыты с лизоцимом, Флеминг обнаружил, что это вещество не оказывает вредного действия на фагоциты, подобно многим из известных к тому времени антимикробных веществ. И он поставил перед собой цель: найти такое вещество, которое действовало бы на бактерий еще сильнее лизоцима и вместе с тем губило бы фагоциты.

В 1928 г. Флеминг совершил второе замечательное открытие. Оно было сделано почти так же, как и первое, во многом случайно, благодаря его наблюдательности. В лаборатории выращивалось множество бактерий в специальных чашечках с питательной средой. Часто в таких чашечках вырастала плесень и их просто выбрасывали. Однажды, взяв такую чашечку, Флеминг обратил внимание на то, что плесень выросла только на половине чашечки, а на

границе с плесенью не было видно бактерий (рис. 36, II). Ученый сразу подумал, что, может быть, плесень выделяет какое-то вещество, похожее на лизоцим. Если самые разные организмы вырабатывают лизоцим, то и плесень может вырабатывать похожее вещество. Он начал разводить эту плесень в своей лаборатории в питательном бульоне. А потом брал капельки этого бульона, куда плесень выделяла разные вещества, и добавлял их в чашки с разными бактериями. При этом он обнаружил, что вещество, выделяемое плесенью, убивает такие опасные бактерии, как дифтерийная палочка или бактерии сибирской язвы и других возбудителей опасных болезней.

Флеминг начал разводить в лаборатории самые разные виды плесени. Если раньше он просил сотрудников и посетителей поплакать, чтобы собрать побольше слез, то теперь он просил всех приносить заплесневелые вещи и продукты. Он спрашивал: «Нет ли у вас дома какого-нибудь заплесневелого башмака? Если есть, то подарите мне с него немного плесени».

Но что такое плесень? Оказывается, это микроскопические грибы. Они бывают разного цвета и разных видов: коричневые, желтые, зеленые, черные. Размножаются они с помощью спор, которые летают в воздухе, и прорастают, попав в подходящую среду. Тот вид плесени, который убивал бактерии, относился к роду *Penicillium* (читается «пенициллум»). Кстати, вы не успели забыть, что такое «род» и каково его место в «адресе» любого живого существа? Флеминг назвал выделяемое этими грибами вещество пенициллином.

Ученые, изучающие грибы, знают, что плесень и бактерии конкурируют друг с другом за пищу. Споры грибов и бактерий летают в воздухе; и те и другие могут попасть в одно и то же место, в какие-то гниющие остатки, в пищевые отходы. Кто будет быстрее размножиться, кто захватит и использует большую часть пищи? И вот, оказывается, грибы умеют подавлять размножение бактерий и даже убивать их.

Такая же конкуренция существует и между другими организмами. Например, к погибшему животному слетаются птицы, питающиеся падалью. Но их может отогнать и завладеть добычей какой-нибудь более сильный хищник.

Ученые, изучающие грибы, не подумали, что выделяемые грибами вещества могут быть полезными для медицины. Флеминг же, который всю жизнь искал способы борьбы с инфекционными забо-

леваниями, после своих первых наблюдений сразу стал думать, как использовать эти вещества. Он рассуждал так: обычные средства против бактерий, например карболка, убивают не только бактерии, но и клетки человека, поэтому такие вещества нельзя пить, ими можно только обрабатывать раны. Но грибы в течение миллионов лет выработали вещества, которые вредны именно для бактерий — ведь клетки бактерий они убивают, а клетки грибов остаются целыми. Но тогда, может быть, эти вещества окажутся безопасными и для клеток животных, и их можно будет использовать как лекарства.

Флеминг попробовал воздействовать на фагоциты пенициллином и к своей радости убедился, что он не оказывает на них вредного воздействия. Тогда ученый ввел пенициллин кролику. Кролик никак не изменил своего поведения. Однако радость Флеминга оказалась преждевременной. Пенициллин не удавалось выделить в чистом виде, и был он очень нестойким. Как и в случае с лизоцимом, беда заключалась в том, что в лаборатории не было хороших химиков. Из-за этого пенициллин, открытый еще в 1929 г., в течение десятилетия не удавалось использовать как лекарство. Сотни тысяч людей, которых можно было бы спасти, погибли из-за того, что Флеминг и окружающие его люди не владели химическими методами.

Пенициллин был выделен в чистом виде только в 1940 г. Сначала он стоил очень дорого, потому что его производили в лабораторных условиях, но потом были построены целые заводы, и началось массовое производство пенициллина. Это лекарство спасло миллионы людей. В медицине начали применять и другие подобные вещества, которые называли *антибиотиками* («анти» — против, «биос» — жизнь). Это были вещества, которые вырабатывали против бактерий другие организмы, иногда даже и другие виды бактерий. Наверное, правильное было бы назвать эти вещества защитниками жизни, ведь с их помощью спасали людей, обреченных на гибель. Во время второй мировой войны благодаря пенициллину удалось спасти множество раненых.

Флеминг стал знаменит. Его выбрали членом Британского Королевского общества, члены которого 300 лет назад читали письма Левенгука и с интересом рассматривали в микроскоп «зверушек». Флеминга приглашали к себе короли и президенты. В 1945 г. ему и химикам, которые очистили пенициллин, была присуждена Но-

белевская премия. Флеминг стал директором института, в который он когда-то пришел работать еще студентом.

Флеминг, проводший всю жизнь в Лондоне, посещает теперь разные страны. Он побывал в Италии, Греции, Индии, Соединенных Штатах Америки и многих других странах. В Пакистане он прочитал лекцию «Как дети Пакистана могут стать исследователями будущего». Вот что говорил он в этой лекции: «Мы все можем, над чем бы ни работали, заниматься исследованиями, критически наблюдая все, что происходит вокруг нас. Если мы замечаем необычное явление, мы должны обратить на него внимание и выяснить, что оно означает. Будущее человечества, бесспорно, в большей степени зависит от предоставляемой исследователю свободы. Если исследователь стремится к славе, это нельзя считать безрассудным тщеславием, но, если он занимается научной работой ради денег или власти, ему не место в лаборатории».

В 1955 г. Александр Флеминг умер от инфаркта. Смерть этого ученого была довольно необычно отмечена во многих странах мира. Например, в Барселоне все продавщицы цветов высыпали свои цветы у памятной доски, которая была открыта в честь посещения Флемингом Испании, так что получилась целая гора цветов. В Греции был объявлен национальный траур. В связи с этим рассказывают такую историю. Какие-то путешественники ехали по Греции и заметили, что в каждом городе и в каждой деревне, по которым они проезжали, приспущены флаги. Тогда они остановились и спросили у идущего им навстречу старого пастуха: «Что у вас случилось? Почему в стране траур?» «Как, — удивился пастух, — разве вы не знаете? Умер Флеминг».

§ 4. Антибиотики

С времени открытия первого антибиотика — пенициллина — прошло немало лет. Были обнаружены многие другие антибиотики. Как же они работают?

Антибиотики, как вы только что узнали, — это защитные молекулы бактерий, грибов и других организмов. Это мощное оружие против многих микроорганизмов. Между тем не всякая защитная молекула имеет право называться антибиотиком. Во-первых, она должна быть довольно маленькой. Во-вторых, антибиотики — это очень сильные яды. Небольшой концентрации антибиотика хватает, чтобы убить организм бактерии-«врага». Молочную кислоту, кото-

рую выделяют молочнокислые бактерии, нельзя назвать антибиотиком, хотя ее молекулы достаточно малы. Ее нужно слишком много, чтобы другие микроорганизмы не смогли развиваться в молоке, — примерно 2—3%, тогда как антибиотика ампициллина достаточно взять всего 1 г на 50—100 л! В-третьих, антибиотики — очень тонкие яды. Известные яды — цианистый калий или мышьяк — нельзя назвать антибиотиками, поскольку они повреждают очень многие молекулы в клетке без разбора. А антибиотики «ведут прицельный огонь». Они повреждают какие-нибудь определенные молекулы или процессы.

Конечно, мы не учли многие другие особенности антибиотиков. Да это и невозможно сделать в школьном учебнике. Например, есть молекулы, очень похожие на естественные антибиотики, которыми защищаются разные организмы. Эти вещества специально созданы в лабораториях и обладают сходным с антибиотиками действием на микробов. Эти соединения тоже называют антибиотиками. Например, на основе пенициллина получены бензилпенициллин, ампициллин, карбенициллин, бициллин и другие антибиотики. Их называют антибиотиками пенициллинового ряда. Все они работают как пенициллин.

Задача. Как вы думаете, зачем понадобилось видоизменять молекулы природных антибиотиков?

Разберем для примера, как работает пенициллин. Он действует на формирующуюся клеточную стенку бактерий. Когда бактерия собирается разделить, ей необходима новая клеточная стенка, которую она собирает из маленьких молекул-блоков. Вот тут-то и вмешивается пенициллин. Он не дает правильно «сшить» молекулы-блоки. Бактерии с клеточной стенкой устроены наподобие футбольного мяча: у нее есть две оболочки. Жесткая кожаная обшивка — это клеточная стенка. Резиновая камера — это клеточная мембрана. Теперь представьте себе, что в момент сшивки кожаных лоскутков кто-то разрезал нитки (это подействовал пенициллин). Часть лоскутков оказалась не пришитой. Если теперь надуть камеру, то она примет неправильную форму, «вылезет наружу» из незашитой части и в конце концов лопнет. Нечто подобное можно наблюдать и в микроскоп: обработанная пенициллином бактерия при делении принимает уродливую форму и после этого лопается (рис. 37). «Зашить» клеточную стенку как следует бактерии помешал пенициллин.

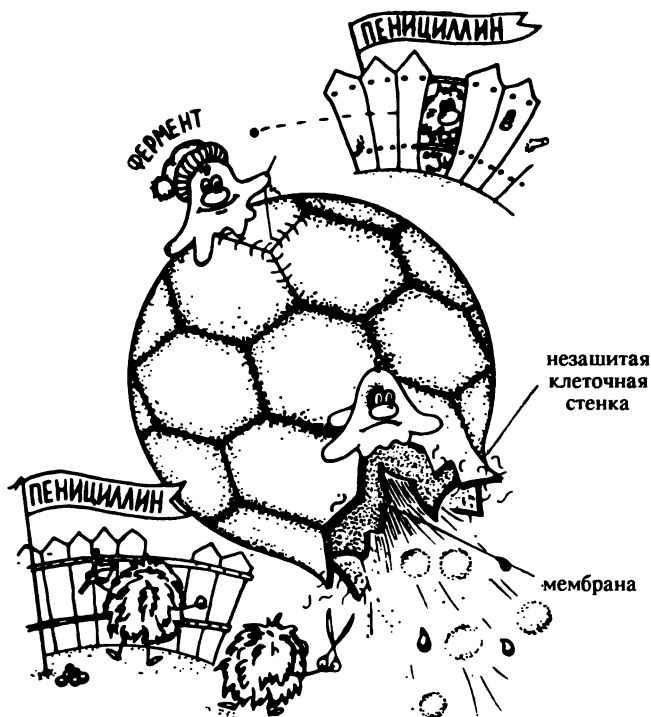


Рис. 37. Действие пенициллина на клетку бактерии

Футбольный мяч — это клетка бактерии. Наверху человек в шапочке — это специальная молекула (фермент), которая сшивает другие молекулы-блоки между собой. Пенициллин нарушает работу по «сшиванию» кусочков клеточной стенки (в нижней части футбольного мяча). В результате кусочки оказываются несшитыми и клетка лопается



Конечно, вы удивитесь: «Как же бактерия может лопнуть? Для того чтобы лопнула футбольная камера, ее нужно долго надувать с помощью насоса. А кто же будет накачивать воду внутрь бактерий? Где спрятан насос?» На эти вопросы вам поможет ответить учитель физики. Он же вам подскажет, что нужно сделать с питательным раствором, чтобы бактерии не лопались даже без клеточных стенок. И действительно, пенициллин не убивает бактерий в питательном растворе, в котором они не лопаются без клеточных стенок.

Но если клетка не собирается делиться, то пенициллин ей не страшен. Ведь все лоскутки, из которых состоит клеточная стенка, заранее надежно «сшиты». Пенициллин не действует на клетки эукариот (помните, что это слово обозначает?), поскольку их клеточные стенки «сшиваются» из совершенно других молекул.

Мы рассказали только о действии пенициллина и других антибиотиков пенициллинового ряда. Но есть и множество других, например, тетрациклин, стрептомицин. Они будут действовать на бактерии по-другому.

Задача. У вас имеется смесь двух видов бактерий: один может расти в сахарном сиропе и в мясном бульоне, но не в молоке. Другой вид может расти в мясном бульоне и в молоке, но не в сиропе. На оба вида действует пенициллин. Как получить чистые культуры этих двух видов бактерий с помощью пенициллина?

Антибиотики — очень мощное оружие в руках медицины. Пользоваться им можно только при крайней необходимости. Мы расскажем вам историю о том, к чему приводит неправильное использование пенициллина.

Каждый знает, что зубная боль — это очень неприятно. Сначала зуб разрушается, в нем образуются трещины, каналы, дупла. А когда процесс разрушения зуба доходит до нервов, он начинает сильно болеть. Всему виной микроорганизмы, обитающие во рту всякого человека. Особенно быстро разрушаются зубы у тех, кто регулярно «подкармливает» своих микроскопических обитателей сахаром и не избавляется от них при помощи зубной щетки. Помните «анималькусов» Левенгука? Они-то и разрушают наши зубы.

Как установили ученые, разрушители наших зубов чувствительны к пенициллину. Когда пенициллин еще только учились выпускать в больших количествах, американские фирмы — производители жевательной резинки — стали выпускать и рекламировать жевательную резинку с добавлением пенициллина. Американцы очень любят что-нибудь жевать. А еще они любят, чтобы зубы были здоровыми. Поэтому новый сорт резинки стали охотно покупать. Еще бы — ведь пенициллин должен уберечь зубы от порчи!

Прошло немного времени, и в больницы стали поступать люди со странными симптомами: на языке появились черные болезненные гнилые пятна. Как выяснилось, все пациенты употребляли жевательную резинку с антибиотиком, и пенициллин убил не только разрушителей зубов, но и множество других микроорганизмов в полости рта.

Познакомившись с бактериями кишечника, вы уже догадались, что произошло. Те бактерии, которые остались живы (пенициллин действует не на всех), размножились. Раньше они были безвредными, ведь другие микроорганизмы не давали им бурно разрастаться. А теперь эти бактерии вызвали загнивание языка. Зубы, конечно, были целы, но микробное сообщество ротовой полости оказалось нарушенным. Язык оказался беззащитным не только перед вторжением посторонних бактерий, но даже перед собственными обитателями. А причина — неумеренное применение пенициллина.

Пенициллин — совсем не такое безвредное вещество, как это может показаться. У некоторых людей он вызывает сильные аллергические реакции: кожный зуд, покраснение кожи или что-нибудь еще более серьезное. Так что перед применением антибиотиков нужно обязательно выяснить, хорошо ли вы его переносите, нет ли у вас аллергии на назначенный антибиотик. Без рекомендации врача антибиотик применять вообще нельзя. Достаточно ли серьезно ваше заболевание, чтобы пускать в ход такие сильные яды, как антибиотики, может определить только опытный врач.

§ 5. Те, кто не любят воздуха

«Если наш организм так надежно защищен, то стоит ли каждый раз смазывать ранку йодом? Не проще ли понадеяться на защитные силы организма? Если бактерий в ранке мало, то все будет в порядке!» — скажете вы. Однако ранки обрабатывают неспроста. Необработанная ранка таит в себе опасность. Сначала в ней разовьются уже знакомые нам стафилококки. (Помните, при каких обстоятельствах мы вам о них рассказывали?) К поврежденному месту «сбегают» фагоциты, рана разбухает. Там скапливается много фагоцитов, размножается масса бактерий, и каждая из этих клеток дышит! Кислорода на всех не хватает, фагоциты гибнут, к тому же снабжение кровью нарушено. И вот тут-то...

В ране поселяются бактерии, способные жить без кислорода. Их относят к роду *Clostridium* (клостридии). Эти микробы не просто

обходятся без кислорода (например, кишечная палочка — *Esherichia coli* — тоже может обходиться без кислорода). Для клостридиев кислород — самый настоящий яд! Микроорганизмы, которые не умеют использовать кислород, называют *анаэробами* (частица «ан» обозначает отрицание, «аэр» — воздух и «биос» — жизнь. Слова «аэроплан», «аэропорт» несут тот же «воздушный» корень. Подберите еще несколько слов с тем же корнем). Но не для всех анаэробов кислород — яд. Есть и такие, которые спокойно растут в присутствии кислорода, но никак его не используют. Это уже известные вам молочно-кислые бактерии.

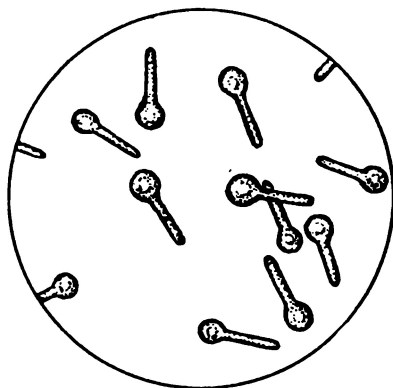


Рис. 38. Возбудитель столбняка — *Clostridium tetani*

Видно, что концы палочек вздуты — это образовались споры

В противоположность анаэробам микроорганизмы, которые могут дышать кислородом, называют *аэробами*. Среди аэробов есть и такие, которые способны довольно долго обходиться без кислорода. Но уж если кислород есть, то они обязательно его используют.

Задание. Вы познакомились со многими микроорганизмами. Попробуйте расклассифицировать их на аэробы и анаэробы. Спросите у учителя, правильно ли вы провели классификацию.

Но вернемся к опасностям, которые таит в себе необработанная вовремя йодом рана. Кто же там поселится вслед за тем, как весь кислород израсходуется стафилококками, стрептококками и фагоцитами? Чем это грозит организму?

Наиболее известное заболевание — столбняк. Возбудитель столбняка — *Clostridium tetani* — такой же анаэроб, как и все клостридии. Он живет в кишечнике людей, а также коров, коз, лошадей и многих других животных (рис. 38). Как и сибиреязвенные палочки, возбудитель столбняка способен образовывать споры. В пробе практически из любой почвы можно обнаружить эти споры. Конечно, если в почву внесли навоз, то спор *Clostridium tetani* будет

гораздо больше, чем в неудобрённой. Вот почему ранку нужно предохранять от попадания земли, а если земля всё-таки попала, то необходимо немедленно промыть ранку. Чтобы заболеть столбняком, не обязательно нужна большая рана. Достаточно даже маленькой занозы или укола гвоздем.

Размножаясь в ране, *Clostridium tetani* выделяет много яда (совсем как дифтерийный микроб). Этот яд попадает в кровь и разносится по всему организму. Действие яда проявится не сразу. Через 5—14 дней клостридии выделяют столько яда, что он начнет действовать на нервные ткани. Нервные волокна ведут к мышцам, вот эти-то мышцы и сводит судорога. Первыми поражаются жевательные мышцы. Бывает совершенно невозможно открыть рот. Затем судорога идет по мышцам лица, вниз по шее, спине, рукам и ногам. Когда яд подействует на нервы, ведущие к дыхательным мышцам, смерть неминуема. Столбняком болезнь названа потому, что сведенные судорогой мышцы невозможно разогнуть, и человек становится неподвижным, как столб.

Кроме нервных тканей яд возбудителя столбняка разрушает красные кровяные тельца — эритроциты. Больной организм хуже снабжается кислородом, а клостридиям только того и надо!

Задача. Как вылечить человека от столбняка, после того как клостридии успели выделить свой яд в кровь? Антибиотики не помогут — от бактериального яда они не спасают.

В целях профилактики проводят прививки против столбняка. Но, к сожалению, прививки не защищают от столбняка на всю жизнь. Поэтому лучше уж смазать ваш порезанный палец йодом, чем умереть от столбняка.

В темных бескислородных недрах нашего кишечника обитают не только возбудитель столбняка, но и многие его близкие родственники, относящиеся все к тому же роду *Clostridium*. Чтобы не погибнуть от кислорода, эти микроорганизмы образуют споры. Внутри заостренных с обоих концов палочек-бактерий образуются пузырьки. Это и есть споры. Иногда бактериальная клетка принимает вид барабанной палочки — на одном конце круглое вздутие (спора), а другой конец по-прежнему острый. Споры, как вы помните, могут пролежать в земле несколько лет. Но в отличие от столбнячных эти споры не станут развиваться в маленькой ранке. Благоприятные условия для них возникают лишь тогда, когда их окажется в ране

очень много или будет сильно нарушено кровоснабжение. Такие условия создаются при обморожении, сильных ушибах, ожогах и серьезных ранениях. Особенно часто «родственники» столбняка нападали на людей во время войны. Вызываемое ими заболевание называется гангреной.

Даже и названия бактерий — возбудителей гангрены — звучат угрожающе: *Clostridium septicum* (Клостридий заражающий), *Clostridium hystolyticum* (Клостридий — разрушитель тканей). Эти анаэробы в процессе жизнедеятельности выделяют газы, которые «раздувают» раны. Из пораженного места выделяется кровавая пена. Но кроме всего эти вредоносные анаэробы ведут невидимую борьбу с человеческим организмом. Они выделяют яды, как и возбудитель столбняка. Если вовремя не проведено лечение, дело кончается совершенно так же, как и при столбняке.



Поскольку возбудители гангрены обитают в нашем кишечнике, после смерти организма они начинают быстро развиваться. Организм больше не защищается от микробов, кровь больше не разносит по сосудам кислород. Труп становится настоящим рассадником для клостридиев. Те бесстрашные медики прошлого, которые отваживались вскрывать трупы различных животных и людей во имя науки, подвергали себя двойной опасности. Во-первых, их могли осудить по церковным законам того времени. (В те времена таких «преступников» сжигали на кострах. Когда это было? Кто преследовал европейских ученых? Узнайте об этом у учителя истории.) Во-вторых, при малейшей неосторожности можно было порезать себе палец, и клостридии из трупа попали бы в кровь исследователя. Заражение «трупным ядом» (т. е. клостридиями) приводило к смертельному исходу. В произведении И. С. Тургенева «Отцы и дети» описана смерть главного героя Е. Базарова именно от пореза при операции.

В древности, если гангрена поражала конечность, ее отрезали, а место операции прижигали. Это был единственный способ спасти человека. После того как стали известны особенности жизни клостридиев, придумали другой способ борьбы с гангреной. Гноящуюся рану рассекли ножом. Это делали для того, чтобы открыть кислороду доступ к ране — в таком случае анаэробные клостридии

прекращали свое развитие, и опасную инфекцию можно было пресечь. Конечно, операция была очень болезненной. После нее в ране могли поселиться все те же стафилококки или другие аэробы. Но шансов выжить все-таки было больше.

Сегодня против этой страшной болезни используют антибиотики и сыворотки крови привитых против гангрены животных.

Другой представитель рода клостридиев обитает в колбасе и различных консервах. Его так и называют: клостридий «колбасный» — *Clostridium botulinum* («botulus» по-латыни означает «колбаса»). Он вырабатывает сильнейший яд — ботулин. Одним граммом этого яда можно отравить 100 миллиардов белых мышей! Нужно очень немного яда, чтобы отравить человека. Такое маленькое количество даже неощутимо на вкус. Если колбаса плохо проварена и к тому же если она очень толстая, то в ней может размножиться этот опасный микроб. Почему мы обращаем внимание на то, что микробу больше нравится толстая колбаса? Как вы совершенно правильно догадались, потому что в этом случае внутрь не попадает воздух, ведь клостридии не могут жить в присутствии кислорода. Испорченные клостридиями продукты могут не отличаться на вкус от доброкачественных. Съев негодный продукт, человек получает тяжелое отравление — ботулизм.

Споры *Clostridium botulinum* можно обнаружить практически везде, достаточно внимательно исследовать образцы почвы. Мельчайшие частички почвы летают повсюду — и в колбасных цехах, и в консервных, и, конечно же, дома. Вы тут же испугаетесь: «Мама готовит на зиму много консервов — компотов, солений, маринадов. А вдруг в них попадет и размножится возбудитель ботулизма? На вкус эти консервы не будут отличаться от неиспорченных, поскольку опасного яда в них будет совсем чуть-чуть. Как бы не получить тяжелого отравления!» Поспешим вас успокоить. *Clostridium botulinum* очень не любит кислоты. А многие овощи и фрукты богаты кислотами. Если при консервировании использовали уксус (т. е. уксусную кислоту), то возбудитель ботулизма не станет развиваться в таких консервах. Но при консервировании каких-нибудь бедных кислотами продуктов будьте предельно внимательны. Мясо, рыбу, грибы и зеленый горошек не рекомендуется консервировать в домашних условиях. Во всех этих продуктах мало кислот, и поэтому в них чаще всего размножается возбудитель ботулизма. Бороться с этим можно несколькими способами. Во-первых, нужно оставлять в банках защитный слой воздуха (1—2 см

от крышки). Этого небольшого количества кислорода будет достаточно, чтобы клостридии не развивались. Во-вторых, консервы нужно достаточно долго кипятить, чтобы погибли все микроорганизмы, а не только споры клостридиев. Целесообразно несколько раз нагреть консервы. Попавшие в продукт споры, которые не удалось убить при первом нагревании, начнут расти. А растущий микроорганизм убить гораздо легче, чем покоящуюся спору. Если не все споры проросли, то можно подождать еще один день при комнатной температуре, а затем нагревать консервы вновь. И так до тех пор, пока все споры не будут уничтожены.

К счастью, сильный яд клостридиев можно обезвредить. Если вы подозреваете неладное, прокипятите консервы или прожарьте колбасу. После 15 мин кипячения яд разрушится.

А что происходит, если вы все-таки проглотили какой-нибудь продукт с ядом клостридиев? Через 6—24 ч вы непременно это почувствуете. Внезапно появится боль в животе, головная боль и тошнота. Яд *Clostridium botulinum* действует так, как и яды всех других клостридиев. Поражается нервная система, появляются судороги различных мышц. Глотательные и глазные мышцы страдают первыми: отравленный человек хуже видит, глотает и говорит. Когда же яд доберется до нервов дыхательных мышц и сердца, наступит смерть.

При первых же признаках отравления вызывайте врача. Хорошо, если осталось немножко продукта, которым вы отравились. Врач возьмет его на анализ и быстро установит, от чего произошло отравление. Это поможет назначить правильное лечение и спасти вашу жизнь.

К роду *Clostridium* относятся не только такие «ужасные» представители, как возбудители столбняка, гангрены и различных отравлений. С одним из клостридиев, куда более безопасным, вы можете встретиться в квашеной капусте. Его споры начинают расти, если в толще капусты недостаточно воздуха. Появляется неприятный привкус и запах прогорклого масла. Чаще всего это случается в больших бочках с квашеной капустой, куда почти не поступает кислород. Там-то эти клостридии находят для себя благоприятные условия обитания. Но никаких отравляющих человека веществ они не выделяют.

Так полезны клостридии или вредны? На этот вопрос ответить трудно. С одной стороны, они причиняют много неприятностей человеку. Но, с другой стороны, они способны жить в бескисло-

родных условиях, где может выжить не всякий микроб. Огромна роль клостридий как микроскопических «могильщиков» в природе. Если растительные или животные останки находятся без доступа воздуха, то кто же разрушит их? Кто вернет живым существам те «атомы жизни», которые попали в такие неблагоприятные условия? Конечно же, клостридии и другие анаэробы.

Род *Clostridium* — один из самых многочисленных в мире бактерий. Впервые с этим родом микроорганизмов столкнулся все тот же Луи Пастер. Это было в 1861 г. С тех пор ученые исследовали множество других анаэробных микроорганизмов. Один из клостридий был назван в честь великого французского бактериолога *Clostridium Pasteurianum*. Его открыл русский ученый С. Н. Виноградский. Клостридий Пастера оказался интереснейшим микроорганизмом. Дело вот в чем.

Ни один живой организм не обходится без атомов азота, которые используются для строительства жизненно важных молекул. Например, атомы азота входят в состав клеточной стенки бактерий (насколько важна клеточная стенка, вы, надеемся, не успели забыть), а также в состав белков. Быть может, вы знаете, что, если человек будет питаться одним сахаром или конфетами, его организм такой диеты не выдержит. Мы с вами обязательно должны получать с пищей белки. Точно так же и любой другой живой организм должен или получать белки с пищей, или «делать» их сам. Атомы азота входят в состав молекул, которые играют важную роль в наследственности. Благодаря особым свойствам «молекул наследственности» дети бывают похожи на родителей. Можно пока не запоминать, в состав каких именно молекул входят атомы азота. Важно понять, что атомы азота жизненно необходимы всем живым существам на Земле.

Азота в природе очень много, даже больше, чем кислорода! Например, воздух содержит молекулы азота, состоящие из двух атомов азота. Казалось бы, зачем нужно есть белковую пищу, когда азот можно брать прямо из воздуха? Для того чтобы использовать азот, нужно «разъединить» атомы азота в молекуле. Это необходимо, чтобы потом соединить их с другими атомами. Но молекула азота очень прочная: атомы «вцепились» друг в друга тремя «руками»-связями. (Вспомните, как Миша придумал «однорукие» и «двухрукие» атомы, «атомы-обезьяны».) Так вот, атомы азота — «трехрукие».

Разорвать три связи в молекуле азота очень трудно. Так что нам с вами приходится «вдыхать» и «выдыхать» молекулы азота.

никак их не используя. А жизненно необходимые атомы азота приходится принимать вместе с пищей.

Вам показалось, что мы слишком увлеклись, и рассказываем о чем-то совсем не относящемся к клостридиям? Вовсе нет. Кло-стридию Пастера, так же как и всем другим организмам, нужны атомы азота. Откуда же он их берет? Оказывается, прямо из воздуха! Этот микроб настолько «силен», что может разорвать все три связи в молекуле азота. После этого он использует азот по своему усмотрению: или на постройку клеточной стенки, или на производство белков, или на что-нибудь еще. *Clostridium pasteurianum* живет в почве, где его клетки могут стать добычей для других микроорганизмов, а то и просто отмереть в неблагоприятных условиях. Тогда и другим обитателям почвы достанется немножко «жизненных» атомов азота, но уже в совершенно другом виде, нежели в воздухе. Вот какой полезный клостридий, названный в честь Пастера.

Как и прочие клостридии, *Clostridium pasteurianum* является анаэробом. «Но позвольте! — скажете вы. — Вы нам рассказывали, что для клостридиев кислород — яд. Молекулы кислорода и азота входят в состав воздуха. Этот ваш клостридий берет из воздуха азот, как же он не отравляется кислородом воздуха?» Все очень просто. В почве живет много аэробных микроорганизмов. Все они используют кислород при дыхании, а азот использовать не могут. В те слои почвы, где живет *Clostridium pasteurianum*, доходит воздух, из которого аэробы успели забрать весь кислород. А азот остался. Именно его-то и использует клостридий Пастера.

Много ли на Земле организмов, которые берут азот для своей жизни прямо из воздуха? Оказывается, не очень. Все они принадлежат к прокариотам, и ни один эукариот не может использовать азот воздуха. Есть еще одно правило: если даже микроорганизм может расти в присутствии кислорода, то азот из воздуха он берет только в анаэробных условиях. Иными словами, для усвоения азота из воздуха в среде не должно быть кислорода. О некоторых таких удивительных организмах и их родичах — следующий наш рассказ.

Задача. Как вы думаете, какие нужно использовать «хитрости» при выращивании бактерий из рода *Clostridium*? Чем их выращивание должно отличаться от выращивания аэробных микроорганизмов?