

ISSN 0130 1640

www.znanie-sila.su

# ЗНАНИЕ-СИЛА®

«Knowledge itself is power» (F. Bacon)

12/2013

6+

ЖИЗНЬ:

В О Ж И Д А Н И И

К О Н Ц А

ИЛИ...





*Насколько высока вероятность удара из космоса? Каков климат на Марсе? Уникальна ли жизнь на Земле? Что нового в изучении экзопланет? Об этом – в Главной теме, объединившей выступления в Лектории «Знание-Сила».*

Стр. **17**

*Еще несколько страниц из истории героического освоения Арктики – в статье «Лагерь трех кораблей».*

Стр. **65**



*Может ли душа «устать»? И почему? Клинические психологи уже полвека говорят о расширении сферы своей деятельности из-за, например, информационных стрессов. Кто виноват и, что делать?*

Стр. **81**



*Четыре тысячи лет назад в степях Южного Урала как из-под земли появились укрепленные поселения – «города» бронзового века. Что мы знаем о них?*

Стр. **99**



# 12/2013 В НОМЕРЕ

## 4 ЗАМЕТКИ ОБОЗРЕВАТЕЛЯ

*А. Волков*  
**Антибиотики: кризис  
среднего возраста**

Полвека назад казалось, что эпоха инфекционных заболеваний, вызываемых бактериями, окончательно отошла в прошлое. Появление антибиотиков стало поворотным пунктом в истории медицины. Так почему же бактерии все чаще становятся невосприимчивы к антибиотикам?

## 13 НОВОСТИ НАУКИ

## 15 В ФОКУСЕ ОТКРЫТИЙ

*Л. Крайнов*  
**Самоускорение эволюции**

## 17 ГЛАВНАЯ ТЕМА

**Жизнь:  
в ожидании конца  
или в поисках начала**

Насколько высока вероятность удара из космоса? Каков климат на Марсе? Уникальна ли жизнь на Земле? Что нового в изучении экзопланет?

## 19 *Л. Рыхлова* **Астероидно-кометная опасность: грозит ли нам «Армагеддон»?**

## 25 *А. Родин* **Погода и климат на Марсе**

## 32 *Л. Зеленый* **Экзопланеты: в поисках второй Земли**

## 38 *Д. Вибе* **К истокам жизни во Вселенной**

## 45 ВО ВСЕМ МИРЕ

## 47 СРЕДНИЙ КЛАСС В ИСТОРИИ

*В. Лапкин,  
В. Пантин*  
**Российский средний  
класс на перепутье:  
быть или не быть?**

## 55 РАЗМЫШЛЕНИЯ К ИНФОРМАЦИИ

*Б. Жуков*  
**Страх как удобрение**

## 56 РАЗГОВОР У КНИЖНОЙ ПОЛКИ

*А. Пилясов*  
**Экономика смыслов**

## 65 ЭКСПЕДИЦИЯ В АРКТИКУ

*В. Саблин*  
**Лагерь трех кораблей**

## 69 ВОЗВРАЩАЯСЬ К НАПЕЧАТАННОМУ

*Е. Молчанов*  
**Снова о меченых  
нейтронах**

## 76 О РОБОТАХ И НЕ ТОЛЬКО О НИХ

## 78 ГЕРОИ СВОЕГО ВРЕМЕНИ

*В. Елисеев*  
**Профессор Граве**

# 12/2013 В НОМЕРЕ

## 81 ПСИХО(ПАТО)ЛОГИЯ ОБЫДЕННОЙ ЖИЗНИ

*С. Тарасова*  
Синдром  
усталости души?

кто были люди, поселившиеся  
здесь? Откуда они пришли? Почему  
осели на Урале? Что нашли в этой  
пустынной прежде стране?

## 87 ЛАВКА ДРЕВНОСТЕЙ

## 88 МАЛЕНЬКИЕ ТРАГЕДИИ ВЕЛИКИХ ПОТРЯСЕНИЙ

*Е. Съянова*  
Анатомия вождя

## 108 БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ РЕПОРТАЖ

*О. Балла*  
Теперь он у нас есть

## 90 AD MEMORIAM

*И. Прусс*  
Разве бывают такие  
академики? Особенно  
в общественных  
науках...

## 112 ВКУС БЫТИЯ

*А. Левинтов*  
Раки

## 94 КАК МАЛО МЫ О НИХ ЗНАЕМ

## 96 «ЛИСА» В ГОСТЯХ У СКЕПТИКА

Послепотопная  
демографическая  
модернизация

## 116 ЗООПАРК НА ПОЛКЕ

*Ю. Угольников*  
Лохматые соседи

## 118 ЕГОЛОЧКИ С ЕЛОЧКИ

*И. Прусс*  
Сделайте мне красивше

## 99 ЗАБЫТЫЕ ГОРОДА

*А. Голяндин*  
Аркаим и другие  
города Урала

## 123 КАЛЕНДАРЬ «З-С»: ДЕКАБРЬ

## 125 Содержание журнала за 2013 год

## III МОЗАИКА

Четыре тысячи лет назад в степях  
Южного Урала сложилась своя раз-  
витая цивилизация. Именно здесь  
были сооружены древнейшие бое-  
вые колесницы, сохранившиеся до  
нашего времени, здесь была придумана новая, необычная сбруя. Но

# Антибиотики: кризис среднего возраста



Полвека назад казалось, что эпоха инфекционных заболеваний, вызываемых бактериями, окончательно отошла в прошлое. Появление антибиотиков стало поворотным пунктом в истории медицины. Впервые в распоряжении врачей оказалось оружие, массово убивающее микробов. «Приговоренный к смерти человек через несколько дней после лечения пенициллином оказался вне опасности», — так биографы британского

ученого Александра Флеминга обычно описывают первый случай спасения им больного с помощью открытого им же самим препарата.

Вслед за пенициллином, допущенным к применению в годы Второй мировой войны, на рынок лекарственных средств хлынул широкий поток антибиотиков. Коварные бактериальные инфекции теперь уже мало пугали врачей. Все их, казалось, можно было извести с помощью антибиотиков, кото-

рые ведь хороши тем, что они — одни из немногих лекарств, что не только избавляют человека от симптомов заболевания, от его характерных проявлений, но и уничтожают сам источник недуга — микробы. Иными словами, в отличие от препаратов, дающих нам лишь временную передышку в борьбе с болезнью, антибиотики, действительно, излечивают.

Справедливости ради признаем, что даже тогда немногие врачи разделяли охватившую общество эйфорию. Скептики были правы. В наши дни в одной только Европе с ее первоклассным медицинским обслуживанием каждый год свыше 25 тысяч человек умирают от внутрибольничных (госпитальных) инфекций. Умирают потому, что, находясь на лечении, заразились особенно стойкими бактериями, которых не берет ни один антибиотик. Речь идет, прежде всего, о больных, перенесших недавно операцию и еще достаточно слабых, а также о тех, кто страдает от иммунодефицита и для кого опасна любая инфекция — особенно та, в борьбе с которой лекарства не помогают и можно рассчитывать разве что на естественные силы организма.

Двадцать пять тысяч! И эта цифра далеко не полна даже для ЕС! Ведь Европейский центр профилактики и контроля заболеваний ведет статистику лишь по пяти самым распространенным госпитальным инфекциям. На самом деле, в Европе число смертельных случаев, вызванных бактериями, неуязвимыми для антибиотиков, заметно превышает указанную цифру. Что уж говорить обо всем мире!

Самый известный возбудитель госпитальных инфекций — MRSA, метициллин-резистентный золотистый стафилококк, или стафилококк с множественной лекарственной устойчивостью. Подобно тем своим «собратям», которые не выдерживают терапии антибиотиками, эта шаровидная бактерия может вызывать воспалительно-гнойные заболевания, например, сепсис, воспаление легких или различные кожные инфекции. Однако в отличие от них метициллин-резис-

тентный стафилококк неуязвим для многих антибиотиков. Заболевания, вызванные им, с трудом поддаются медикаментозному лечению и могут угрожать жизни человека. Ежегодно только в США, по сведениям центров по контролю и профилактике заболеваний, они становятся причиной смерти примерно 18 тысяч человек.

Уже в конце 1990-х годов в США, по статистике, тратили от 4 до 7 миллиардов долларов на лечение пациентов, инфицированных резистентными возбудителями заболеваний. За прошедшие пятнадцать лет число таких заболеваний значительно возросло. В странах Центральной и Южной Европы доля штаммов бактерий, для которых не страшны антибиотики, неуклонно увеличивается, например, в Португалии по золотистым стафилококкам она превысила уже 50%. В Индии, где гигиена сплошь и рядом — дело забытое, зато антибиотики свободно продаются повсюду, особенно широко распространились бактерии, устойчивые к воздействию лекарств. По оценке медиков, от 100 до 200 миллионов индийцев уже сейчас заражены трудно истребимыми возбудителями заболеваний, которые бездействуют, только пока человек здоров.

Почему же бактерии невосприимчивы к антибиотикам? Почему это случается все чаще?

Согласно определению, антибиотики — это особые химические вещества, образуемые микроорганизмами и способные в малых дозах оказывать избирательное токсическое действие на другие микроорганизмы и на клетки злокачественных опухолей (в этой статье мы будем говорить об антибактериальных антибиотиках, не обращаясь специально к тем антибиотикам, которые задерживают размножение клеток злокачественных опухолей. — А. В.).

Существует множество антибиотиков природного происхождения, однако лишь крохотная часть их используется в медицине: несколько десятков стандартных препаратов. Одни из них (пенициллины) нарушают синтез кле-

точной оболочки бактерий. Другие (в том числе тетрациклины и стрептомицины) полностью блокируют синтез бактериями протеинов или же перепутывают порядок чередования аминокислот, и потому синтезированные протеины не могут выполнять свои функции. Третьи препятствуют размножению бактерий. Четвертые (полиены) нарушают целостность цитоплазматической мембраны микробов.

Выжить бактериям позволяют лишь мутации, когда они подвергаются воздействию антибиотиков. Мутации бывают разными. Некоторые бактерии начинают вырабатывать особые ферменты – те расщепляют молекулу антибиотика, и она становится безвредна для них. У других бактерий в мембране клетки срабатывает крохотный «насос», который выкачивает антибиотик, проникший внутрь клетки, и выводит его наружу. Концентрация антибиотика внутри клетки так и не достигает смертельной для бактерии величины. Еще у одной группы микроорганизмов после мутации клеточная оболочка видоизменяется таким образом, что молекулы антибиотика уже не могут «причлываться» к ней, как было с другими бактериями. Мутировавший микроб остается для них непрístupной твердыней.

Сопrotивляемость бактерий антибиотикам – очень древний биологический феномен. Так, в одной из пещер в американском штате Нью-Мексико, которая на протяжении четырех миллионов лет была отрезана от внешнего мира, обнаружили штаммы бактерий, устойчивые к воздействию полутора десятков самых распространенных в наши дни антибиотиков.

Итак, лекарственная устойчивость (мы говорим сейчас только о натуральных антибиотиках) зародилась задолго до появления лекарств. Мир так устроен, отмечают ученые, что все живые организмы в борьбе за существование превращаются в смертельных врагов. Явление антибиоза, когда простейший организм – например, плесень – выделяет вещество, которое убивает микробов, это лишь один из эпизодов единоборства

в этой нескончаемой эволюционной игре. К счастью для нас, это явление можно использовать для борьбы с инфекционными болезнями. К несчастью, для нас игра продолжается, и мяч легко переходит к бактериям. Теперь преимущество у них, у выжившей разновидности микробов.

Смертельная для бактерий доза антибиотика, введенная в организм человека, меняет направление их эволюции. Естественный отбор благоволяет бактериям, которые, например, из-за имеющейся у них случайной мутации оказались невосприимчивы к действию токсина, то есть антибиотика. Все их сородичи обычно гибнут от него, эти выживают. Так они оказываются вынесенными за рамки естественного отбора, сдерживавшего их распространение. Их многочисленные соперники уничтожены лекарствами. Нередко они остаются единственными среди подобных им бактерий, кому довелось уцелеть. Они порождают новый штамм микроорганизмов, которым этот препарат не страшен. Ведь мутация, спасшая им жизнь, передается теперь по наследству. Их потомство занимает нишу, освободившуюся от других бактерий благодаря «выжигающему» действию лекарств.

По оценке экспертов, в среднем эта спасительная для бактерий мутация появляется у одной на миллиард. Но они размножаются путем деления невероятно быстро. Уже через несколько часов количество потомков одной-единственной резистентной бактерии может достичь того же миллиарда, который уже не уничтожить прежним антибиотиком. Для борьбы с инфекцией нужно подыскивать резервный препарат.

Так, принимая антибиотики, мы невольно подстегиваем эволюцию бактерий. Сегодня только в США врачи каждый год более 80 миллионов раз выписывают своим пациентам различные антибиотики (в пересчете это означает примерно 12 тысяч тонн лекарств). В наши дни, если не совершать путешествия куда-нибудь на периферию «третьего мира», трудно найти взрослого челове-

ка, который ни разу в жизни не лечился при помощи антибиотиков. И вот тут начинается проблема.

Массовое применение антибиотиков предопределяет распространение невосприимчивых к ним микроорганизмов. Теперь их еще труднее победить. Они устойчивы к лекарствам, которыми теперь напичкан человеческий организм. Они продолжают, как ни в чем не бывало, жить, размножаться. Рано ли поздно их разросшаяся колония может погубить среду своего обитания — живой человеческий организм. Антибиотики, эти эффективнейшие лекарства всех времен и народов, оказываются против них бессильны. Британский журнал *Lancet* говорит о «пандемии — массовом распространении бактерий, устойчивых к воздействию антибиотиков».

Проблема еще и в том, что антибиотиками в наши дни широко пользуются не только обычные врачи, но и ветеринары. Например, в США 60% всех ежегодно производимых в стране антибиотиков используется не по медицинскому назначению. Чаще всего их скармливают животным на фермах, чтобы те быстрее росли, были крупнее и здоровее.

Как следствие, на фермах и птицефабриках разводят, помимо кур, свиней, коров, еще и — в большом количестве — популяции микробов, не восприимчивых к действию антибиотиков. Так животные, которых готовят на убой, невольно становятся

«живыми лабораториями», где выводятся новые штаммы бактерий, коим уже не страшны наши лекарства. Вместе с мясом они попадают на прилавки магазинов. Насколько же часто они там встречаются?

Вот статистика из Европы. В 2009 году сотрудники Федерального института оценки рисков провели независимую экспертизу — проверили качество мяса в немецких супермаркетах. Метициллин-резистентный золотистый стафилококк присутствовал в 22% проб курятины, 42% проб индейки, 16% проб свинины и 13% проб телятины. Другие бактерии, устойчивые к воздействию антибиотиков, присутствовали во взятых образцах в меньшем количестве, но все равно достаточном, чтобы бить тревогу. И можно только гадать, в какую сторону отличаются реальные цифры зараженности бактериями, невосприимчивыми к антибиотикам, того самого «вкусного, аппетитного мяса», которое продается уже в наших магазинах.

Конечно, пугаться подобных цифр не следует. Эти микроорганизмы в мясе совсем не опасны, если готовить его по всем правилам кулинарного искусства, то есть подвергать должной термической обработке, проще говоря, прожаривать или проваривать его. Тогда они, как и все другие микробы, гибнут.

И все-таки жить в мире, который изобилует популяциями бактерий, не





поддающихся воздействию антибиотиков, и все-таки не заразиться ими – достаточно трудно. Вместе с навозом те же резистентные микробы с животноводческих ферм попадают на поля и в огороды, а потом могут проникнуть в овощи, которые мы едим сырыми.

Кроме того, недавнее исследование американских ученых показало, что присутствие антибиотиков в очень низкой концентрации в почве или воде, куда они случайно попадают, усиливает мутационную изменчивость таких бактерий, как *Escherichia coli* и *Staphylococcus aureus*.

В прошлом году было доказано, что один из штаммов мультирезистентного золотистого стафилококка возник именно из-за применения антибиотиков в животноводстве. Международная группа исследователей реконструировала цепочку событий. Штамм СС398 перешел от человека к домашним животным, а затем приобрел устойчивость к тетрациклинам и метициллинам, двум важнейшим группам антибиотиков. Впоследствии этой бактерией инфицировались люди; в отдельных случаях это привело к летальному исходу. В США этим штаммом, как показало исследование, заражено 47% проб мяса, взятых наудачу в супермаркетах.

Беспечное отношение к антибиотикам, привычка прописывать их пациентам на каждом шагу, закармливать ими животных на фермах лишь способствуют распространению резистентных бактерий. Чтобы хоть как-то изменить ситуацию, надо свести к минимуму применение антибиотиков в том же животноводстве, ведь большая часть бактерий, нечувствительных к лекарствам, попадает к нам из ферм и питомников. Именно там невольно отбираются микробы, наиболее приспособленные к жизни в нашем, перенасыщенном антибиотиками мире.

Рост численности заболеваний, которые не поддаются лечению антибиотиками, вызывает тревогу. Все это – следствие того, что на протяжении многих лет мы пользовались этими препаратами бездумно, используя их и по делу, и без дела. Бес-

контрольное их применение было гигантской ошибкой. Оружие, которое мы долго использовали, дает осечку. Заменить! Чем?

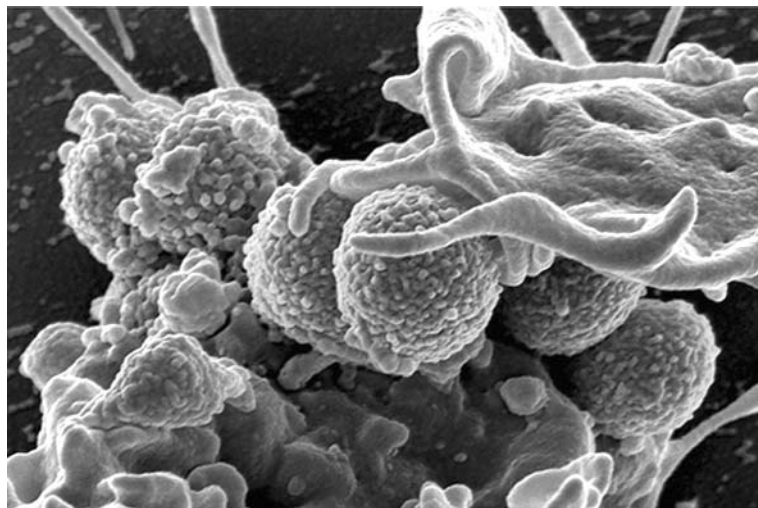
Разнообразие новых антибиотиков достигло максимума еще в 1950-е годы и к 1970-м резко пошло на спад. Но и тогда фармацевтические компании постоянно опережали микробов на несколько лет. Те еще не успевали привыкнуть к новому антибиотику, появившемуся на рынке, как следовал упреждающий удар: в резерве у медиков появлялся другой препарат. Теперь об этом можно только мечтать.

Поиск новых антибиотиков становится все сложнее. Как правило, лекарства, появляющиеся сейчас на рынке и рекламируемые как «новые антибиотики», на самом деле, созданы на основе какого-нибудь хорошо известного антибиотического средства, к которому лишь были добавлены новые химические компоненты, чтобы повысить его действенность.

По признанию самих медиков, фармацевтическая отрасль вовсе не проспала кризис антибиотиков, «просто в других сегментах рынка лекарств зарабатывать деньги проще и прибыль выше». Создавать принципиально новые антибиотики очень трудно, это отнимает необычайно много времени, которое, если посмотреть со стороны, тратится как будто впустую.

Вот пирамида цифр, приводимая немецким журналом *Bild der Wissenschaft*: из 1 000 000 различных компонентов, которые в перспективе могут стать антибиотиками, отбирается 20 перспективных кандидатов; наконец, после 10 лет лабораторных и клинических испытаний остается 1 (одно-единственное) средство, которое пополнит полки аптек. Стоимость его разработки, как правило, превышает в итоге 100 000 000 евро.

Для крупных фармацевтических фирм, отмечают эксперты, лекарство (это касается и антибиотиков) считается успешным, если его оборот составляет не менее миллиарда долларов. Как правило, антибиотики до



Золотистый стафилококк

этой отметки не дотягивают — даже самые эффективные, ведь те особенно быстро подавляют бактериальную инфекцию. Несколько дней, и от приема антибиотика можно отказаться, иначе его эффективность быстро снизится. Соответственно, и объем продаж подобных препаратов заведомо невысок, а деньги, затраченные на их разработку, не так уж скоро окупятся.

Таким образом, для компаний, задающих тон на рынке фармацевтических услуг, куда интереснее торговать лекарствами от хронических заболеваний — теми препаратами, которые, если они хороши, человек, возможно, будет принимать всю оставшуюся жизнь, а жить благодаря им станет гораздо дольше. Поэтому фармацевтические концерны в последние годы отказались от разработки новых лекарств-антибиотиков, считая это пустой тратой денег. Этим занимаются в основном университетские исследователи или небольшие фирмы.

Еще недавно, в конце 1990-х годов, в лагере фармацевтов царил оптимизм. Казалось, новые антибиотики начнут появляться как из рога изобилия. Ведь ученым удалось расшифровать геном отдельных бактерий, а потому, зная последовательность «букв» ДНК, можно разрабатывать препараты, которые могли бы целенаправленно воздействовать на бактерии.

Появились гигантские «библиоте-

ки», насчитывающие до миллиона веществ, которые могли быть использованы как антибиотики в борьбе с теми или иными бактериями. Методом компьютерного анализа можно было бы выбрать из них самое подходящее средство. Так пришла уверенность, что теперь разработка новых антибиотиков будет занимать мало времени, а расходы на сопутствующие ей исследования сведутся к минимуму.

Однако ожидания не сбылись. В большинстве случаев до клинического испытания этих перспективных препаратов дело так и не дошло. Ведь их проверка длится годами, поглощает миллионы евро, и может привести порой лишь к отрицательному результату, который, конечно, тоже результат, но уж слишком дорого приходится платить за неудачу. Поэтому приоритеты исследовательской работы крупных концернов сменились, а небольшие компании не имеют достаточно средств, чтобы довести начатую работу до конца.

Сейчас все силы фармацевтов брошены на борьбу с золотистым стафилококком. Между тем распространяются штаммы таких бактерий, как кишечная палочка (*E.coli*) или клебсиелла (одна из бактерий этого рода вызывает воспаленные легкие), отличающиеся множественной лекарственной устойчивостью. Кстати, эти бактерии и без того очень устойчивы к воздействию многих нату-

ральных антибиотиков. Появления же лекарств-антибиотиков, которые окажутся смертельными для микробов из этого списка, можно ждать долгие годы. Итог таков: мы сегодня не располагаем надежными средствами борьбы с бактериями, которые от этой борьбы пока успешно уклоняются.

Вот так из эпохи антибиотиков, на протяжении десятилетий уверенно подавлявших один очаг заболеваний за другим, мы рискуем быть выброшены в далекое прошлое, когда врачам еще ничего не было известно об антибиотиках. С таким заявлением выступили недавно руководители Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ).

Об этом даже страшно подумать, ведь лучше всего пользу антибиотиков может продемонстрировать статистика. За последние 100 лет ожидаемая продолжительность жизни человека увеличилась примерно на 30 лет. Конечно, во многом этому способствовали и прогресс медицины, и гигиена, непрерываемо вошедшая в наш быт, и значительно улучшенные условия жизни, но и – антибиотики, лекарства, которые спасли очень многих людей, ставших жертвами инфекционных заболеваний.

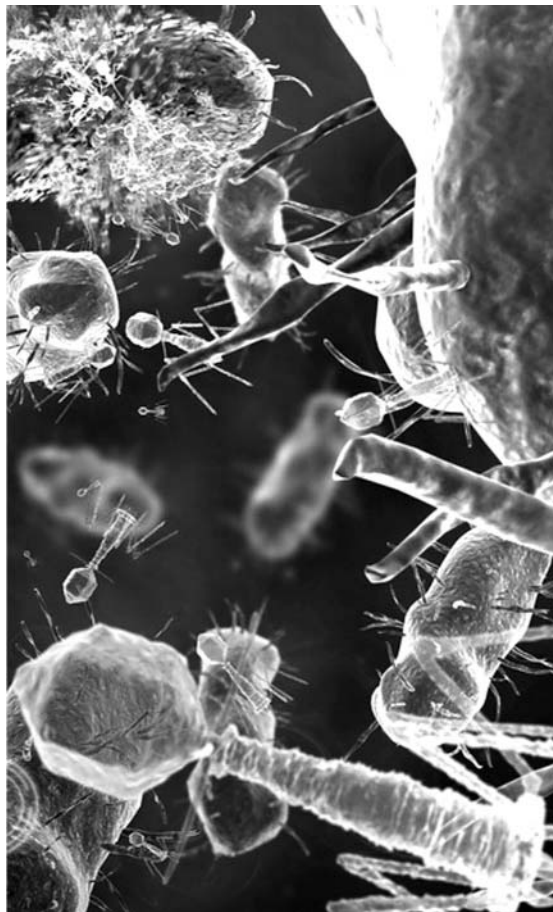
Мир без антибиотиков снова превратился бы в мир, где нас на каждом шагу подстерегал бы смертельный недуг. В этом мире, немедленно напомним статистика, ожидаемая продолжительность жизни должна сократиться чуть ли не на те же тридцать лет, раз антибиотики перестанут нам помогать. В этом мире заболевание менингитом, например, будет означать смертный приговор. Ведь до появления антибиотиков свыше 90% заболевших менингитом были обречены погибнуть. Лишь в последние десятилетия количество летальных исходов при воспалении оболочки мозга удалось сократить до 5–10%. Схожую статистику можно привести и по другим болезням, возбудителями которых являются бактерии.

Итак, лишь благодаря антибиотикам названия одних болезней – например, воспаление легких – перестали нас пугать, названия других (туберкулез) большинством людей

(хоть и напрасно!) забыты, а ведь еще сто лет назад те же пневмония и чахотка входили в тройку самых распространенных причин смертности в западном мире. В наши дни уровень смертности от инфекционных заболеваний в развитых странах не превышает 5%. В странах третьего мира этот показатель и сегодня достигает почти 50%.

Альтернативу антибиотикам, считают некоторые специалисты, могла бы составить «фаготерапия» (см. «З-С», 8/03). Речь о том, что бактерии можно изводить, натравливая на них естественных врагов, бактериофагов, или просто фагов. Это – вирусы, которые «охотятся» на определенные виды бактерий и вводят в них свою ДНК, заставляя плодить новых

*Бактериофаги*



фагов. Они безобидны для человека. Подобно торпедам в морском бою, они поспешат точно к цели и уничтожат лишь ее – вредоносную бактерию, ведь тот же подводный снаряд домчится до линкора, не сворачивая ни к акулам, ни к китам, ставшим невольными очевидцами битвы. Кроме того, вирус напоминает кассетные бомбы. Он размножается, пока есть бактерии, на которых он мог бы паразитировать. Иными словами, вброшенный в организм, как снаряд, он распадается на такие же смертоносные – для бактерий! – осколки. И все они, выбирая свои цели, так же разборчивы, как антитела. Преимущество фагов еще и в том, что запасы этих «лекарств» почти не ограничены. Для каждой бактерии можно найти своих убийц, вирусы, поражающие именно ее. Специалистам не известны пока вредные последствия этой терапии.

Исследовательские лаборатории во всем мире ищут и новые альтернативные методы борьбы с резистентными бактериями, и новые антибиотики, полученные, например, путем химического синтеза или же усилиями гениальных инженеров.

В любом случае, за шлейфом всего негативного, что говорят в последнее время об антибиотиках, как-то легко (и не по праву!) забывается, что они до сих пор остаются самым надежным оружием против бактерий. Они по-прежнему спасение для миллионов людей, эти как будто бесполезные уже антибиотики. Они – по-прежнему самое острое наше оружие, и если это оружие несколько притупилось, то только потому, что им слишком часто пользовались, по поводу и без повода. Это и привело к кризису, но рано или поздно он будет преодолен.

Для этого нужно ограничить применение антибиотиков, призывают руководители ВОЗ. Сделать это не потому, что мы больше в них не нуждаемся, а потому, что без них будем беззащитны. Ограничить, чтобы сохранить их эффективность. В перспективе же нам нужен новый класс лекарственных средств для борьбы с бактериями.

## Как действует минобороны микробов?

Американские микробиологи (руководитель – Джеймс Коллинз) наблюдали кишечные бактерии, которые каждый день подвергались воздействию одного и того же антибиотика, причем его доза день ото дня росла. Повышалась и невосприимчивость колонии к этому препарату, хотя число действительно резистентных бактерий оставалось невелико. Парадокс?

Антибиотики опасны для бактерий тем, что блокируют какие-то жизненно важные функции их организма, например, препятствуют их размножению. Однако из-за случайной мутации отдельные бактерии могут быть нечувствительны к антибиотикам. Именно это и предопределяет появление целой колонии таких микробов, которые все, как один, будут устойчивы к действию смертельного для их брата лекарства. Традиционно считается, что микроорганизмы, не обладающие иммунитетом к антибиотикам, постепенно вымрут, а освободившуюся нишу займут резистентные бактерии, – допустим, неистребимые стафилококки.

Однако картина, открывшаяся Коллинзу и его коллегам, наблюдавшим за колонией бактерий *Escherichia coli*, обреченных, казалось бы, погибнуть от ядовитого для них антибиотика норфлоксацина, оказалась гораздо сложнее. Два неожиданных, не примеченных прежде феномена обращали на себя внимание. Во-первых, доза препарата, которую могли выдерживать бактерии, очень заметно различалась. Одни из этих микробов гибли при самой низкой концентрации антибиотика, другие переносили запредельные дозы. Во-вторых, эта колония не подчинялась элементарным правилам арифметики. Общая порция антибиотика, которая требовалась, чтобы уничтожить всю популяцию микробов, была существенно выше, чем то количество лекарства, которые нужно было, чтобы прикончить всех по отдельности.

Чем обусловлены подобные феномены? Это проявилось во время последующих экспериментов. Очевидно, в колонии бактерий существует своего рода разделение обязанностей. Одни микробы – те, у которых сформировалась невосприимчивость к антибиотикам, – занимаются вопросами

безопасности. Другие находятся под их охраной. «Военные» микробы выделяют в окружающую их среду определенный медиатор (физиологически активное вещество). Их «мирные» сородичи улавливают это вещество, и оно активизирует у них сразу два защитных механизма: молекулярный насос, с помощью которого антибиотик выводится из клетки, а также системы защиты от стресса. Благодаря этим сплоченным действиям колония бактерий в целом оказывается устойчивее к воздействию антибиотиков, чем отдельные микроорганизмы.

Подобные колонии вообще организованы гораздо сложнее, чем мы себе представляли. Но, может быть, их удастся перехитрить, создав препарат, который подавлял бы «общение» бактерий «на языке медиатора»? И тогда в этой крепости будет «пробита брешь»? И «мирные» микробы уже не сумеют защититься от антибиотика?

### Успехи китайских селекционеров

Крупнейший в мире производитель антибиотиков – Китай. В этой стране их и потребляют больше всего. В китайском животноводстве расход антибиотиков вообще никто не контролирует. Остатки препаратов в большом количестве попадают навоз, а оттуда – в почву.

В начале этого года были опубликованы результаты исследования, которое провел Юнгуань Чжу из Китайской академии наук. В пробах почвы и навоза, которые Чжу и его коллеги взяли в окрестности трех крупных свиноферм в различных регионах Китая, были обнаружены 149 разновидностей генов, придающих бактериям устойчивость к антибиотикам. Их концентрация зачастую была очень высока (в одном случае – в 28 тысяч раз выше, чем в контрольной пробе).

Фермы становятся рассадниками подобных генов. Через продукты питания или питьевую воду ими могут заразиться люди, не имеющие никакого отношения к этим фермам. Их бесконтрольное распространение способствует неожиданным вспышкам инфекционных заболеваний, с которыми уже не справиться с помощью традиционных антибиотиков.

### «Нет ничего нового под солнцем»

Бактерии, устойчивые к действию антибиотиков, широко распространены в природе. Все дело в том, что вещества, на основе которых создаются эти лекарственные препараты, встречаются повсюду. Неудивительно, что резистентные гены можно обнаружить даже у микробов, миллионы лет находившихся в полной изоляции от других экосистем. Так, недавно это сумел показать канадский исследователь Гэрри Райт (PLoS One, 2012).

В 1986 году в США, на юге штата Нью-Мексико, была обнаружена громадная пещера Лечугия, простирающаяся на двести с лишним километров и уходящая вглубь более чем на 500 метров. Вход в нее оказался засыпан, и микроорганизмы, населявшие ее, оставались отрезаны от внешнего мира на протяжении, самое меньшее, четырех миллионов лет.

Незадолго до начала экспедиции в эту пещеру Райт вместе с коллегами из Канады и Франции обнаружил в многолетнемерзлых грунтах Аляски бактерии, которые еще 30 тысяч лет назад (все это время грунт не оттаивал) были невосприимчивы к натуральным антибиотикам (генетические особенности делают их стойкими к тетрациклинам и гликопептидным антибиотикам). Однако исследования, проведенные в пещере Лечугия, позволили заглянуть гораздо дальше в прошлое.

Микробиологи взяли из этой пещеры, почти не посещаемой людьми с момента своего открытия, 93 образца бактерий. Как выяснилось, почти все штаммы микроорганизмов нечувствительны хотя бы к воздействию одного антибиотика (чаще – нескольких). Три штамма оказались рекордсменами: им не страшны четырнадцать натуральных антибиотиков. Судя по всему, нечувствительность к антибиотикам – одно из древнейших, фундаментальных свойств бактерий.