

## ГЛАВА 2

# БОРЬБА. ЛЕГКИЕ ПРОТИВ ВНЕШНЕГО МИРА

**Л**егким приходится выполнять большую работу. Для обеспечения жизнедеятельности организма необходимо обогащать кровь кислородом и избавлять от углекислого газа, для этого необходимо ежедневно перерабатывать 11 000 л воздуха. В воздухе часто содержатся чужеродные вещества: загрязненные частицы, дым, вредные газы, а также патогенные микроорганизмы, такие как бактерии, вирусы и грибы. Легкие постоянно сражаются с внешним миром. Им приходится одновременно ограничивать сопутствующий ущерб и обеспечивать газообмен. Как им это удастся? Ответ можно найти в сложной системе физической и иммунологической защиты, понимание которой помогает лучше осознать взаимосвязь между загрязнением, инфекциями и заболеваниями легких.

[Почитать описание, рецензии и купить на сайте МИФа](#)

## ЧУДО ДЫХАНИЯ

Иммунная система организма бывает двух видов. Первый называется *врожденным иммунитетом*. Если использовать военную терминологию, такой вид иммунитета можно было бы назвать морской пехотой: это универсальные «команды», реагирующие первыми и обеспечивающие неспецифическую защиту. Врожденный иммунитет обусловлен специальными клетками иммунной системы, способными атаковать чужеродных захватчиков. Кроме того, немаловажную роль играют физические барьеры. Они подключаются в самом начале — на уровне носа. Задолго до попадания чужеродных частиц в легкие остановить их помогает сложная разветвляющаяся структура носовых ходов. Этому же способствуют клетки, выделяющие слизистый секрет и выстилающие внутреннюю поверхность носа, синусы и верхние дыхательные пути. На самом деле выработка этого гелеобразного вещества стимулируется под воздействием таких вредных факторов, как бактерии и сигаретный дым. Основную часть респираторного тракта выстилают реснички — тончайшие ворсинки в толстом слое перилициарной жидкости, поверх которых наслаивается гелеобразная слизь. Эти реснички синхронно волнообразно колышутся, словно под руководством дирижера оркестра. Все это способствует продвижению слизи, которая выносит увязшие в ней бактерии и чужеродные частицы в ротовую полость, из которой они могут выйти из организма при кашле или попасть в желудок.

Еще одну важнейшую защитную функцию выполняют носовые ходы — согревают и увлажняют вдыхаемый воздух

## ГЛАВА 2. БОРЬБА. ЛЕГКИЕ ПРОТИВ ВНЕШНЕГО МИРА

до его попадания в легкие. На функционирование мукоцилиарного клиренса (очистение слизистой оболочки от осевших на поверхности чужеродных веществ) может существенно повлиять сухость дыхательных путей, повышая восприимчивость к инфекции. Для здоровья легких крайне важны количество и точное соотношение жидкого и слизистого компонентов. Например, такое генетическое заболевание, как муковисцидоз, способствует тяжелому поражению легких и развитию инфекции, так как жидкий слой слишком толстый, а слизистый — тонкий, что приводит к нарушению мукоцилиарного клиренса.

Мелкие частицы, достигающие альвеол, удаляются из легких в первую очередь с помощью клеток врожденного иммунитета, называемых *альвеолярными макрофагами*. В случае с неинфекционными веществами альвеолярные макрофаги не только поглощают их, но и предотвращают ненужную и потенциально вредную активацию иммунной системы. Однако вещества не биологического происхождения, такие как частицы асбеста, кремния и угля, легкие вывести не в состоянии, что может стать причиной хронического воспаления. Развитию хронического заболевания легких могут способствовать многие вдыхаемые вещества, если долгое время присутствуют в большом количестве.

Иммунная система может распознавать инфекционные вещества, так как они помечены особыми маркерами, называемыми *патоген-ассоциированными молекулярными паттернами* (от англ. pathogen-associated molecular patterns, PAMP). Здесь

## ЧУДО ДЫХАНИЯ

некоторую роль играет сурфактант, помогающий легким снижать поверхностное натяжение. Он связывается с РАРР бактерий, вирусов и грибов, облегчая таким образом их определение и поглощение макрофагами. Кроме того, РАРР стимулирует эпителиальные клетки дыхательных путей к выработке химических веществ, которые привлекают клетки другого типа — нейтрофилы. Это наиболее распространенные клетки иммунной системы, настроенные на устранение микробов, помеченных РАРР. Нейтрофилы свободно перемещаются по всему организму и играют важную роль в борьбе с этими чужеродными микроорганизмами.

Второй вид нашей защитной системы легких называется *приобретенным иммунитетом*. Это подразделение иммунной системы, отвечающее за иммунологическую память. Если продолжать аналогию с военными операциями, то приобретенный иммунитет можно сравнить с отрядами особого назначения. К нему относятся высокоспециализированные лейкоциты, включая В- и Т-лимфоциты, которые вызывают иммунный ответ на специфичные патогены. В-лимфоциты производят и выделяют антитела, называемые *иммуноглобулинами*, которые защищают организм — связываются с вирусами и микробами и таким образом инактивируют их. Иммуноглобулины могут находиться на поверхности иммунных клеток или производиться ими. В-клетки созревают в костном мозге. Вследствие случайной перестройки определенных генных сегментов образуется большое число В-лимфоцитов, имеющих на поверхности самые разнообразные

иммуноглобулиновые рецепторы. Теоретически эта армия В-лимфоцитов может связываться буквально с любым молекулярным веществом, которое только можно представить. Однако эти клетки живут недолго, если не взаимодействуют с чужеродным «антигеном» (*генератором антитела*). Обычно он представляет собой белковое вещество на поверхности клеток, вирусов, грибов и бактерий, но также может включать такие неорганические субстанции, как химические и лекарственные вещества, токсины или другие чужеродные частицы, вызывающие иммунный ответ организма. После контакта с антигеном дольше живущие В-клетки памяти могут быстрее реагировать при встрече с тем же микробом. При активации В-клетки памяти делятся на многочисленные клетки плазмы, что при контакте со знакомым микробом позволяет создать большое количество целевых антител. В этом суть вакцинации.

Еще одним членом команды приобретенного иммунитета выступает Т-лимфоцит. Он выполняет множество функций, среди которых — прямое устранение инфицированных клеток до того, как вирус начинает реплицироваться. Кроме того, Т-лимфоциты производят сигнальные молекулы, помогающие стимулировать врожденный иммунитет для уничтожения вредных микробов. После этого Т-лимфоциты делятся на «эффektorные» Т-клетки, которые при контакте со специфическими антигенами образуют армию клеток-убийц, нацеленных на эти антигены. Как и в случае с В-клетками, долгоживущие Т-клетки памяти при повторной встрече

## ЧУДО ДЫХАНИЯ

с определенными антигенами также быстро распространяются. Однако в центре всех этих иммунных процессов находится целая система проверок и уравнивания, включающая как провоспалительный, так и противовоспалительный ответы. Эта система помогает организму не только бороться с инфекцией, но и регулировать воспаление, что позволяет минимизировать сопутствующий ущерб столь тонко организованной структуре легких.

## МИКРОБИОМ ЛЕГКИХ

Начав учиться в медицинском университете, я узнала, что здоровые легкие имеют стерильное окружение. Уже было известно, что на коже, в ротовой полости и пищеварительном тракте живут бактерии. Если в стандартной чашке Петри, используемой в лаборатории, анализировать культуру, взятую из нижних дыхательных путей здоровых людей, то в ней обнаруживаются только бактерии, которые обычно заселяют ротовую полость и применяются в качестве образцов. Однако развитие методов молекулярного анализа, позволяющих определять бактерии и вирусы на основании генетического материала, приносит гораздо более интересные результаты.

Вероятно, представления о том, что в легких не живут бактерии, всегда были несколько наивными с учетом наличия этих бактерий в носовой и ротовой полостях и глотке, а также анатомической связи этих органов с легкими.

В легкие постоянно попадают воздух и секрет из верхних дыхательных путей. Теперь, когда в нашем распоряжении имеются чувствительные методы определения микробов в легких, в научном сообществе начались горячие обсуждения «реальности» этих микробов. Другими словами, возможно, это всего лишь контаминация (загрязнение) при отборе образцов или эти бактерии были занесены в легкие, но были преимущественно мертвыми и на самом деле не жили в легких. Одну из лучших аналогий привел Роберт Диксон, эксперт в этой области, сравнив легкие с приливным бассейном. Наличие живых организмов в приливном бассейне определяется тем, что приносит и уносит океан, и мы не могли бы утверждать, что такой бассейн лишен жизни. В легких, видимо, микробиом отражает те микроорганизмы, которые попадают в них из верхних дыхательных путей, но не размножаются непосредственно в этом органе<sup>1</sup>. Клиническое значение этих бактерий все еще остается под вопросом.

Изучая хронические заболевания легких, мы узнаем многое о сложности микроорганизмов в этом органе, а также то, какую роль они могут играть у больных и здоровых людей. Стало известно, что бактерии, живущие в больных и здоровых легких, различны, даже при заболеваниях, которые, как считалось ранее, не вызваны инфекционными причинами. При нарушении защитных механизмов легких появляются новые экологические ниши, в которых начинают развиваться определенные виды бактерий. Другими словами, в различных

## ЧУДО ДЫХАНИЯ

участках больных легких образуется микроокружение, способствующее росту бактерий, характерных только для этого заболевания. Даже у двух людей с одинаковым хроническим заболеванием легких тип и количество обнаруживаемых бактерий существенно различаются, что может повлиять на их самочувствие. Потенциальная роль этих бактерий в настоящее время активно изучается.

## ИНФЕКЦИИ

Обычно термин *инфекция* используется для обозначения того, что микроорганизм не только проник в организм, но и способствовал развитию заболевания. Легкие постоянно подвергаются атаке множества патогенов, к которым относятся вирусы, бактерии и грибы. Если инфекции приводят к немедленному появлению симптомов, это называется острой инфекцией. Однако некоторые патогены могут оказаться более коварными и активироваться через некоторое время. Такие инфекции называются подострыми или хроническими. Необходимо отметить, что в XXI веке для лечения многих распространенных заболеваний мы используем все больше лекарственных препаратов, подавляющих иммунную систему, что приводит к более частому развитию инфекций, которые раньше наблюдались лишь изредка. Для описания таких случаев у пациентов с ослабленным иммунитетом используется термин *оппортунистические инфекции*.



### Вирусные инфекции

Некоторые вирусы поражают дыхательные пути, в то время как в других случаях легкие страдают в результате более обширной атаки на организм. Мы сосредоточимся на первом варианте. Даже в этом случае некоторые вирусы действуют в большей степени на верхние дыхательные пути и глотку, а другие — на нижние дыхательные пути и иногда на альвеолы. Кроме того, вирусные инфекции могут оказать влияние на микрофлору легких, особенно у пациентов с хроническими заболеваниями легких. Таким образом, первичные вирусные инфекции могут привести к появлению вторичных бактериальных инфекций. Такое часто случается при пневмонии, вызванной вирусом гриппа, когда присоединившаяся бактериальная инфекция оказывает существенное влияние на тяжесть заболевания.

Одна из самых распространенных инфекций — обычная простуда, которая может быть вызвана большим числом вирусов, включая риновирус, аденовирус, вирус гриппа, респираторно-синцитиальный вирус (РСВ), вирус парагриппа и коронавирус. Это отчасти объясняет отсутствие вакцины против простуды. Есть и другие виды вирусов, поражающих дыхательные пути: вирус кори, энтеровирус, хантавирус, вирусы герпеса (включая вирус простого герпеса, вирус Эпштейна — Барра, цитомегаловирус и вирус ветряной оспы), а также вирус иммунодефицита человека (ВИЧ). Структура каждого вируса различна. Например,

## ЧУДО ДЫХАНИЯ

аденовирус содержит молекулу дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК), а коронавирус — молекулу рибонуклеиновой кислоты (РНК). Одни вирусы характерны только для человека, другие (например, коронавирус) обнаруживаются и у многих животных. Эти патогены редко передаются между видами, однако когда это происходит, то может приводить к разрушительным последствиям. Некоторые респираторные вирусы обнаруживаются не только в секрете дыхательных путей, но и в моче, кале, слезной жидкости, грудном молоке и крови. Но есть и такие (например, вирус гриппа), которые характерны в основном для дыхательных путей.

Основной путь передачи зависит от самого вируса. Большое количество частиц респираторных вирусов присутствует в секрете дыхательных путей, может выходить при чихании, кашле и дыхании в виде капель и оседать непосредственно на слизистой оболочке или заражать предметы, с которых вирус передается через руки в ротовую и носовую полости и даже глаза. В то время как подобные капли могут относительно быстро оседать на поверхности, частицы меньшего диаметра, называемые *аэрозольными*, могут задерживаться в воздухе часами и преодолевать значительные расстояния. Когда началась пандемия, вызванная вирусом SARS-CoV-2, то первые официальные рекомендации касались снижения передачи возбудителя посредством мытья рук и соблюдения социальной дистанции, то есть были направлены на ограничение заражения посредством капель. Однако все больше

## ГЛАВА 2. БОРЬБА. ЛЕГКИЕ ПРОТИВ ВНЕШНЕГО МИРА

данных свидетельствуют о том, что этот вирус передается с аэрозольными частицами, и в связи с этим меры профилактики сместились в сторону использования масок и проветривания помещений.

Как только вирус достигает клеток, выстилающих дыхательные пути, он начинает распространяться. Многие респираторные вирусы были обнаружены в клетках носовой полости, глотки и крупных дыхательных путей. В самых тяжелых случаях вирусы могут обнаруживаться в клетках, выстилающих альвеолы. Если возбудитель поражает только носовую полость или глотку, то развиваются симптомы обычной простуды. При определенных видах, таких как вирус простого герпеса, во рту и в глотке могут образоваться весьма болезненные пузырьки. Если инфицируется бронхиальное дерево, то ощущается раздражение, в результате которого появляется кашель. При воспалении мелких дыхательных путей затруднено прохождение воздуха, что приводит к возникновению хрипов, особенно у маленьких детей.

Один из наиболее распространенных и сложных видов вируса у детей — РСВ. В первый год жизни этот вирус наиболее часто вызывает заболевания нижних дыхательных путей и может стать причиной госпитализации и даже смерти. Результаты некоторых исследований позволяют предположить, что наличие РСВ в первые годы жизни может привести к появлению астмы (необходимо отметить, что у многих детей в этих исследованиях уже имелись факторы риска развития этого заболевания<sup>2</sup>). На самом деле почти

## ЧУДО ДЫХАНИЯ

все дети в какой-то степени инфицируются РСВ. У взрослых с ослабленным иммунитетом и хроническими заболеваниями легких при заражении этим вирусом могут возникать тяжелые респираторные нарушения.

У одних пациентов симптомы могут проявляться в легкой форме, а у других течение респираторно-вирусной инфекции может быть тяжелым. Респираторные вирусы могут повреждать дыхательные пути на всем протяжении, вплоть до альвеол, которые воспаляются и наполняются жидкостью, что при рентгеновском исследовании определяется как инфильтрат — другими словами, вирусная пневмония. Частой ее причиной (особенно у взрослых) становится вирус гриппа. Однако кроме него пневмония у взрослых может быть вызвана и другими видами возбудителя, включая РСВ, аденовирус, вирусы парагриппа и ветряной оспы. Многие не отдают себе отчета в том, что к развитию тяжелой пневмонии может привести вирус кори (даже у лиц, не имеющих других заболеваний). Вирус ветряной оспы в более позднем жизненном периоде проявляется как опоясывающий лишай — еще один вид вируса, который может перерасти в пневмонию. Вероятность развития пневмонии после ветряной оспы в 25 раз выше у взрослых, чем у детей.

Нерегулярность появления некоторых видов вируса вызывает удивление. В 1993 году молодая женщина из индейского племени навахо и ее жених из Нью-Мексико внезапно умерли от пневмонии, что для практически здоровых людей очень необычно. Их новорожденный сын остался сиротой.

Затем в этом регионе, преимущественно также среди народа навахо, повторились подобные смертельные случаи. Вскоре Центры по профилактике и контролю заболеваний США начали расследование, в результате которого было установлено, что причиной стал ранее неизвестный вид хантавируса. Так как остальные виды этого возбудителя передавались человеку от грызунов, специалистами Центров по профилактике и контролю заболеваний США были предприняты колоссальные усилия по поимке 1700 животных этого отряда млекопитающих в регионе Четырех углов\* и Юго-Запада США. Резервуаром вируса были признаны белоногие мыши, а новый вид вируса получил название «Син Номбре». Ученые проанализировали архивные образцы тканей легких тех больных, которые умерли от неизвестных причин, и обнаружили, что более 30 лет назад, в 1959 году, от этого вируса погиб 38-летний мужчина из штата Юта. Смертельные исходы 1993 года связали с всплеском популяции белоногих мышей. Сообщения о случаях заражения этим вирусом поступают ежегодно, и большинство из этих случаев (хотя и не все) происходят на Юго-Западе США.

---

\* Четыре угла (англ. Four Corners) — регион США, занимающий территорию юго-запада штата Колорадо, северо-запад Нью-Мексико, северо-восток Аризоны и юго-восток Юты. Название связано с монументом Четырех углов, расположенным на пересечении границ четырех штатов (единственное подобное пересечение границ в США). У монумента Четырех углов проходят границы двух резерваций — индейцев навахо и ютов.  
*Прим. ред.*

## ЧУДО ДЫХАНИЯ

С появлением методов амплификации\* нуклеиновых кислот произошла революция в диагностике вирусных инфекций. Хотя сегодня существуют разные виды этих технологий, в крупных лабораториях используют имеющиеся в продаже тесты, с помощью которых можно определять вирусы путем секвенирования ДНК или РНК. Применение этих тестов позволяет проводить одновременную диагностику большого числа обычных вирусных патогенов в секрете дыхательных путей, чаще всего получаемом при взятии мазка из полости носа. Для меня как практикующего пульмонолога в крупном медицинском центре определение респираторной вирусной панели у пациентов с предполагаемой вирусной инфекцией стало обычной практикой. По сравнению с теми представлениями, которые были у нас в 1990-е годы, когда я училась на врача, сейчас мы гораздо точнее определяем, какой именно у пациента вирус.

Если не брать в расчет профилактическое лечение и поддерживающую терапию, то арсенал лекарственной терапии весьма невелик. Для лечения гриппа Управлением по контролю качества пищевых продуктов и лекарственных средств

---

\* При методах амплификации нуклеиновой кислоты берут очень небольшое количество ДНК или РНК, воспроизводят их много раз, что позволяет обнаружить небольшие следы микроорганизма в образце. Такие методы особенно полезны для выявления возбудителей, которые трудно культивировать или идентифицировать с помощью других методов (например, вирусы, облигатные внутриклеточные болезнетворные микроорганизмы, грибы, микобактерии, некоторые другие бактерии), или для тех организмов, которые присутствуют в малых количествах. *Прим. науч. ред.*

США (Food and Drug Administration, FDA) зарегистрировано несколько противовирусных препаратов. Их применение может способствовать сокращению длительности и тяжести заболевания, однако их эффективность выше при назначении в первые 48 часов после появления симптомов. Для лечения РСВ был зарегистрирован препарат «Рибавирин»\*, но его применение ограничено выраженными побочными эффектами. Что касается других специфических вирусов, то такие препараты обычно используются только при тяжелых инфекциях или у больных с ослабленным иммунитетом. В целом эти средства действуют не так быстро и эффективно, как антибиотики для лечения бактериальных инфекций.

К счастью, против некоторых вирусов разработаны вакцины. Например, против вирусов кори, ветряной оспы (вакцинация против ветряной оспы у детей и опоясывающего лишая у взрослых) и гриппа. Проблема состоит в том, что одновременно может циркулировать несколько штаммов одного вируса. Так, риновирус, причина около 75% случаев простуды у детей и взрослых, насчитывает по меньшей мере 160 штаммов, имеющих различные белки на своей поверхности. Безусловно, разработка вакцины, которая могла бы быть эффективной против всех этих штаммов, — задача очень сложная. К счастью, заболевание, вызванное риновирусом, обычно протекает в довольно легкой форме.

---

\* В Российской Федерации разрешен к применению, доступен в продаже. *Прим. науч. ред.*

## ЧУДО ДЫХАНИЯ

Одна программа вакцинации спасает тысячи жизней, и хороший пример тому — вакцинация от гриппа. Ежегодно во всем мире от этого заболевания умирает от 250 до 500 тысяч человек. И каждый год при разработке вакцины прилагаются большие усилия, чтобы предсказать наиболее распространенный штамм гриппа. Причинами появления новых мутаций может быть небольшое изменение («антигенный сдвиг») в РНК вируса, что приводит к изменению белка, покрывающего вирус, и делает ранее выработанные антитела менее эффективными. Мутации вируса гриппа могут быть более выраженными, если новые гены, кодирующие белок на поверхности вируса, были переданы от животных. Это может произойти, например, если животное заражается человеческим и животным штаммами, что приводит к смешению генетического материала от двух штаммов. С учетом низкого иммунитета или его отсутствия у населения антигенные сдвиги могут становиться причинами пандемий. Возможности производства вакцин против гриппа поражают: каждый год мы можем выпускать новые вакцины, адаптированные под штаммы, представляющиеся наиболее вероятными. Известно, что вакцинация, выполняемая с помощью нанесения препарата на кожу и ее дальнейшего процарапывания, обычно действует несколько лет, оставаясь безопасной и эффективной.

Вызывает крайнее удивление, насколько велико сопротивление вакцинации в случае с гриппом (не говоря о COVID-19). Будучи практикующим врачом, каждый год я слышу всё



те же доводы: «В прошлом году я заболел гриппом от прививки»; «Я никогда не болею гриппом»; «Однажды я вакцинировался и болею гриппом до сих пор».

Я пытаюсь убедить своих пациентов в несостоятельности таких доводов. То, что вы никогда не болели гриппом, — это не показатель того, что вы невосприимчивы к нему. Кроме того, многие пациенты с простудой, утверждающие, что у них «грипп», на самом деле не осознают, насколько серьезен настоящий грипп. Вакцинация может сопровождаться такими побочными эффектами, как болезненность в месте инъекции или утомляемость в течение нескольких дней, но все же они переносятся несравнимо легче, чем само заболевание, которое может протекать в тяжелой форме, приводить к дыхательной недостаточности и даже смерти. Безусловно, это не означает, что при вакцинации не могут развиваться более тяжелые побочные эффекты, однако это происходит очень редко, и преимуществ гораздо больше, чем рисков. Несмотря на то что в какие-то годы вакцины могут быть не столь эффективны, они все равно обеспечивают определенную степень защиты. Я говорю своим пациентам, что если они не хотят прививаться для собственной защиты, то должны это сделать хотя бы для своих близких: пусть вы сами неплохо справляетесь с заболеванием, это не значит, что вы не можете заразить тех, кто его переносит не так хорошо. Чем больше вакцинированных, тем сложнее вирусу распространяться, а следовательно, тем выше защита для тех, кто более уязвим перед заболеванием. Таким образом

## ЧУДО ДЫХАНИЯ

формируется коллективный иммунитет, когда иммунитет к определенному виду вируса вырабатывается по меньшей мере у 70–80% населения. К сожалению, обычно в США от гриппа прививаются слишком мало людей, чтобы говорить о выработке коллективного иммунитета.

### ТОРС, БВРС и COVID-19

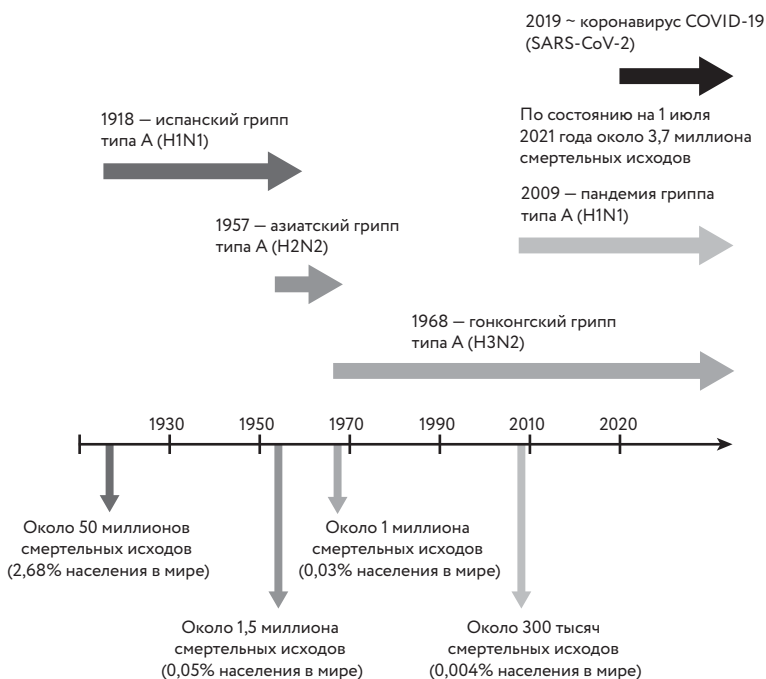
Способные вызывать пандемии коронавирусы заслуживают отдельного упоминания. Такие заболевания, как ближневосточный респираторный синдром (БВРС), тяжелый острый респираторный синдром (ТОРС, англ. Severe acute respiratory syndrome, SARS) и COVID-19, вызваны коронавирусами. В течение многих лет было известно, что эти виды возбудителя становятся причиной простуды и в целом составляют от 4 до 15% всех респираторных инфекций в год. Однако в последнее время появилось несколько новых видов коронавирусов, приводящих к развитию более тяжелых заболеваний. Считается, что первый случай ТОРС зафиксирован в городе Фошань (Китай) в ноябре 2002 года. К февралю 2003 года сообщалось уже более чем о 300 случаях, впоследствии вирус распространился и в других странах, включая Вьетнам и Канаду. В апреле того же года было установлено, что причиной ТОРС был новый вид коронавируса — SARS-CoV-1. К июлю 2003 года сообщалось о 8000 случаях заражения в 27 странах и о 700 смертельных исходах, однако вирус более не распространялся и пандемия была объявлена законченной. В июне

2012 года в Саудовской Аравии от пневмонии и почечной недостаточности умер мужчина, в секрете дыхательных путей которого был обнаружен новый вид коронавируса, MERS-CoV, приводящий к развитию БВРС. В дальнейшем в Иордании было несколько случаев, позже диагностированных как БВРС. Заболевание распространялось спорадически, последний случай был зарегистрирован в США в 2014 году.

Перенесемся в 2019 год, когда в китайском городе Ухань произошла вспышка коронавируса. В течение нескольких недель возбудитель распространился по всему Китаю и затем в другие страны, включая Италию, Испанию и США. По состоянию на июль 2021 года по всему миру вирусом SARS-CoV-2 были инфицированы более 172 миллионов и умерли приблизительно 3,7 миллиона человек. Как и в других странах, в США пандемия началась в конце зимы — начале весны 2020 года, позже, в теплые месяцы, было снижение числа заболевших, а осенью и зимой 2020 года началась вторая волна.

На рис. 1 представлены волны пандемий с 1918 по 2020 год. В результате пандемии испанского гриппа в 1918 году умерли около 50 миллионов человек, что на тот момент составляло приблизительно 2,7% населения мира. Азиатский грипп в 1957 году, гонконгский в 1968 году и пандемия H1N1 были менее катастрофическими и унесли жизни соответственно 1,5 миллиона, 1 миллиона и 300 тысяч человек. Почти не осталось в живых тех, кто помнит о чудовищных последствиях пандемии 1918 года: человечество успокоилось и продолжает жить беспечно.

## ЧУДО ДЫХАНИЯ



**Рис. 1.** Волны пандемий на основании хронологической шкалы с 1918 года

Адаптировано из: Liu Y. C., Kuo R. L., Shih S. R. COVID-19: The first documented coronavirus pandemic in history // *Biomed J.* 2020. Vol. 43. P. 328–333.

Коронавирус — одноцепочечный РНК-содержащий вирус. РНК заключена в мембранную оболочку с белками-шипами, которые при изучении под микроскопом создают эффект «нимба» или «короны». Эти шипы позволяют вирусу прикрепляться к клеточным рецепторам и в дальнейшем сливаться с клеточной мембраной, чтобы проникнуть внутрь клетки.



[Почитать описание, рецензии  
и купить на сайте](#)

Лучшие цитаты из книг, бесплатные главы и новинки:

