

Содержание

Вступительное слово	9
Предисловие к изданию на русском языке	10
Предисловие к изданию на английском языке	12
Список сокращений и условных обозначений	16
1. Введение	17
2. Как распространяется коронавирус?	24
Сколько времени проходит до появления симптомов?	26
Сколько людей может заразить вирус?	27
Как быстро вирус распространяется в популяции?.....	27
Сколько людей умрут от болезни?.....	30
Какой может быть тяжесть заболевания?.....	34
Что такое «сглаживание кривой» и почему это важно?.....	35
Что такое коллективный иммунитет?	37
3. Что представляет собой коронавирус?	41
Что такое вирус?.....	42
Что представляют собой коронавирусы?	44
Где встречаются коронавирусы?	46
Какова структура коронавируса?	47
Как коронавирус проникает в клетки и размножается там?	53
Как новые частицы коронавируса покидают зараженную клетку?	54
4. Как меняется коронавирус?	56
Что такое мутация?	57
Что такое рекомбинация?	61
Как мы можем проследить происхождение SARS-CoV-2? ...	64

5. Как началась и развивалась эпидемия COVID-19?.....	69
Что такое SARS-CoV-2 и что такое COVID-19?	70
Где появились первые сообщения о SARS-CoV-2?	72
Откуда он взялся?	73
Как он связан с другими коронавирусами?.....	76
Как он проникает в клетки человека?.....	79
Как он распространяется?	81
Каковы клинические характеристики?	82
Насколько он смертелен?	83
Влияют ли на смертность возраст, пол и наличие других заболеваний?	87
Заражает ли вирус детей?.....	88
Как быстро распространяется вирус?	89
Растет ли многообразие форм коронавируса?	90
6. Что представляет собой эпидемия COVID-19 в сравнении со вспышкой SARS в 2003 г.?	92
Как началась вспышка SARS?	93
Откуда появился вирус SARS?	95
Были ли при этом суперраспространители инфекции?.....	98
Каковы клинические характеристики SARS и можно ли сравнивать его с COVID-19?	99
Чем отличаются SARS-CoV и SARS-CoV-2 и заболевания, которые они вызывают?	101
Как исчез SARS?.....	102
Почему SARS-CoV-2 смог распространяться, когда SARS-CoV был взят под контроль?	102
7. Можно ли сравнить эпидемию COVID-19 с сезонными вспышками и пандемиями гриппа?	104
Родственен ли вирус гриппа коронавирусам?	105
Что такое пандемия гриппа?.....	106
Что такое сезонный грипп?	112
Как вирус гриппа передается и вызывает заболевание?	114
Сравнение вируса гриппа и вызываемого им заболевания с SARS-CoV-2 и COVID-19	114

Чему научили нас меры общественного здравоохранения, которые использовались в ходе пандемии гриппа в 1918 г.?	116
8. Есть ли возможности лечения?	118
Как диагностируется инфекция, вызванная вирусом?	118
Как лечат инфекции?	121
Есть ли какие-то лекарственные средства, которые используются для лечения коронавирусных инфекций? ...	122
Есть ли вакцины против коронавирусов?	124
Выводы	129
Краткое изложение распространенных ложных представлений	134
Обновления в печати	138
Дополнительная литература	141
Сведения об источниках рисунков и цитат	151
Предметный указатель	154

1. Введение

Единственное, что всерьез угрожает господству человека на планете, — это вирус.

Джошуа Ледерберг (Joshua Lederberg)

Вирусы населяют промежуток между живым и неживым — молекулами, которые способны воспроизводить себя, и теми, которые этого не могут. Природная организация и свойства вирусов...

Арнольд Левин (Arnold Levine)

В конце декабря 2019 г. появились сообщения о вспышке пневмонии неизвестного происхождения в Ухане, городе в провинции Хубэй в Китае. У пациентов отмечались высокая температура тела и затрудненное дыхание. Большинство случаев были связаны с оптовым рынком морепродуктов Хуанань, где, помимо морепродуктов, продавали также разнообразных живых животных. Другие случаи инфекции наблюдались у людей, которые 23–27 декабря останавливались в расположенном рядом отеле. Все тесты, проведенные Китайским центром по контролю и профилактике заболеваний на известные вирусы и бактерии, были отрицательными, что говорило о наличии неизвестного ранее патогена. Был выделен новый вирус и секвенирован его геном, который оказался сходен с SARS-подобными коронавирусами, найденными у летучих мышей. Несмотря на значительное сходство с вирусом, вызвавшим тяжелый острый респираторный синдром (SARS) в 2003 г., он достаточно отличался от него, чтобы рассматриваться как новый, заражающий человека коронавирус. Кластеры зараженных семей вместе с передачей инфекции в медицинских учреждениях говорили о способности вируса передаваться от человека к человеку. Через месяц, к началу февраля 2020 г., вирус был обнаружен в не-

скольких странах мира, и 11 марта 2020 г. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) объявила о его глобальной пандемии. Вызванное новым коронавирусом заболевание получило название «коронавирусное заболевание-19», или COVID-19.

Быстрое развитие событий вызвало значительное смятение. Взгляды и убеждения населения резко поляризовались — от полного отрицания до серьезной озабоченности и паники, копируя разнородные комментарии и действия властей и средств массовой информации. После объявления пандемии и первых серьезных вспышек в Ухане, Северной Италии, Испании и Иране стало ясно, что появление этого вируса — серьезная угроза, которая может привести к значительной перегрузке систем здравоохранения. К концу марта 2020 г. США, Великобритания, Индия и большинство европейских стран сообщили о растущем количестве случаев заболевания и смертей и ввели у себя целый ряд мер в области общественного здравоохранения, включая режим изоляции. Среди многого другого, крайне негативно влияют на экономику запрет на международные передвижения, рыночная неопределенность и значительное снижение спроса на товары и их производство.

К сожалению, смятение первых нескольких месяцев пандемии привело к появлению множества мифов, огромному объему незначущей информации и конспирологическим теориям, которые распространялись в Интернете быстрее, чем вирус — по миру. При попытке осмыслить ситуацию и связно изложить все обрушивающиеся на нас данные возникает целый ряд вопросов: о природе вируса и заболевании, которое он вызывает, о том, как он меняется, и о будущем. Эта книга отвечает на некоторые из таких вопросов. Я решил построить ее в форме диалога, простых вопросов и ответов. Большинство этих вопросов задавали родные, друзья и коллеги.

Книга предназначена для обычного читателя, с минимальными познаниями в биологии, вирусологии, эпидемиологии или медицине в целом. Я пытался сделать главы самостоятельными, и их можно читать в любом порядке, хотя я рекомендую про-

честь сначала первые четыре, чтобы лучше понять биологические и эпидемиологические концепции, которые обсуждаются в главах о конкретных вирусах и вызванных ими вспышках. Поскольку эта книга представляет собой краткое введение в данный вопрос, в ней пропущены некоторые важные детали. Для того чтобы компенсировать поверхностное освещение некоторых тем, в конце книги приводится список рекомендуемого для чтения материала, который поможет заинтересованному читателю глубже разобраться в конкретных темах. Это подборка недавних научных журнальных статей более общего характера из учебных пособий. Интересующийся читатель может ориентироваться на эти работы. Приношу свои извинения тем исследователям, чью работу я не смог обсудить или упомянуть вследствие вводного характера этой книги.

Вирусы — это паразитические организмы, которые пробуждают наши глубочайшие страхи. Буквально всю историю человечества пронизывают постоянные опустошающие эффекты инфекционных заболеваний, и вирусы играют в этом одну из главнейших ролей. Черная оспа убивала одного из каждых трех заразившихся и в прошлом столетии стала причиной примерно 300 млн смертей. Печально знаменитая «испанка», пандемия гриппа в 1918 г., потрясла мир своим быстрым распространением, перед которым пали системы здравоохранения, и своей свирепостью, с которой она косила молодых взрослых людей. Вирус иммунодефицита человека в 1980-х гг. поражал молодое в ту пору поколение и угрожал быстро развивающемуся обществу. Ротавирусная инфекция, которую можно предотвратить вакцинацией, — одна из самых частых причин диареи у маленьких детей и убивает более 100 000 детей ежегодно. Легко вспоминаются и многие другие примеры, как недавние, так и из более давней истории.

Когда появляется возбудитель инфекционного заболевания, нам хочется понять и количественно оценить, как он распространяется, как влияет на население и как можно оценить эффективность различных мер общественного здравоохранения.

С быстрым распространением вируса, вызывающего COVID-19, по миру мы видели и испытали на себе жесткие меры общественного здравоохранения, которые резко изменили нашу социальную жизнь, и наблюдали быстрый рост числа случаев заболевания и смертей, связанных с ним. В главе 2 излагаются основные концепции эпидемиологии — науки, посвященной распространению заболеваний и различным мерам контроля.

Что мы знаем о вирусе, вызывающем COVID-19? Коронавирусная инфекция, или COVID-19, вызывается коронавирусом SARS типа 2, или SARS-CoV-2. Глава 3 посвящена вирусам и, в частности, коронавирусам. Вирусы — это наиболее распространенные организмы на Земле, они присутствуют на поверхности планеты везде. Лишь очень малая их часть взаимодействует с человеком, и лишь малая доля тех, что взаимодействуют, является патогенной. Однако именно патогенные вирусы привлекают к себе почти все внимание научного сообщества. Коронавирусы представляют собой один из типов вирусов, которые встречаются у млекопитающих и птиц. Некоторые коронавирусы вызывают заболевания человека, но большинство их заражает другие виды, например, летучих мышей, без видимых проявлений заболевания. Четыре коронавируса часто встречаются у человека и вызывают типичные симптомы простуды. Другие могут вызывать тяжелые заболевания, например, бронхит у кур или диарею у свиней. Некоторые, как мы видели в случае вируса, вызывающего COVID-19, могут вызвать тяжелое заболевание у человека. Возникает множество вопросов. Это новый вирус? Откуда он взялся? Как он связан с другими коронавирусами? В главе 3 этой книги я излагаю некоторые основные представления о том, что такое вирусы, и отдельно описываю коронавирусы. Я рассказываю о разных типах коронавирусов и о том, где их можно найти. Все коронавирусы обладают сходной, очень характерной структурой. Я также вкратце объясняю, как они проникают в зараженные клетки и как покидают их.

Как коронавирус, вызывающий COVID-19, заражает человека и передается от человека к человеку? Для того чтобы отве-

тить на этот вопрос, нам нужно понимать, как эволюционируют вирусы. Вирусы — это самые крошечные и быстро эволюционирующие организмы, известные нам. Изменения в вирусных геномах происходят почти постоянно. Все изменения вирусов можно прочесть в их крошечных геномах, которые хранят всю информацию о вирусе и его истории. Чтение этого генома похоже на чтение книги по истории, где главные герои — это вирусы. Там записана не только история — по геному можно понять, каковы правила, в соответствии с которыми происходят изменения. Недавний прогресс в геномных технологиях позволил быстро секвенировать вирусные геномы, и наблюдать за их изменениями можно почти в реальном времени. По мере того как вирус, вызывающий COVID-19, распространяется по миру, мы сможем следить за его историей, читая геномы вирусов, собранных в разных регионах мира.

В главе 4 описываются два главных механизма мутаций, которые лежат в основе эволюции коронавирусов. Первый из них — так называемая неточность механизмов репликации. Попав в клетку, вирус производит десятки тысяч копий себя. Но эти копии иногда (часто) несовершенны, с небольшими отклонениями от оригинала. Во многих случаях эти изменения приводят к дефектной копии вируса. Но иногда новый вирус может приобрести новые способности, которые полезны для него, например, способность проникать в новый тип клеток или избегать узнавания иммунной системой организма, который он заражает. Однако у коронавирусов преобладает даже более впечатляющий механизм изменений — рекомбинация. При рекомбинационном событии два разных вируса могут быстро обменяться генетическим материалом, тут же приобретая новые способности. Сочетание двух этих процессов — неточности репликации и рекомбинации — определяет характер эволюции коронавирусов. Мы поговорим об этих двух механизмах и о том, как их следы можно разглядеть в геномах вирусов.

Главы 2–4 описывают основы процесса появления вируса, вызывающего COVID-19, что обсуждается в главе 5. Используя

геномную информацию, мы сопоставляем геном нового вируса, SARS-CoV-2, с геномами других известных вирусов и с местами, где их можно обнаружить. Новый вирус родственен коронавирусу тяжелого острого респираторного синдрома (SARS-CoV), который вызвал вспышку SARS в 2002–2003 гг., и многим другим вирусам, которые встречаются у других видов, в основном у летучих мышей. Я излагаю первые известные события в истории этой вспышки, то, как впервые было выявлено заболевание и как развивалась ситуация. После этого я рассматриваю вызванное вирусом заболевание — COVID-19 и его симптомы и то, как именно вирус вызывает заболевание и смерть. Некоторое внимание уделено демографическим характеристикам популяций риска, почему вирус чаще поражает мужчин, чем женщин, и тому, как он влияет на детей.

Глава 6 посвящена вспышке заболевания, произошедшей в 2002–2003 гг., и вызванной одним из ближайших родственников вируса, вызывающего COVID-19. Это была вспышка SARS (или ТОРС — тяжелого острого респираторного синдрома), а вызвал его коронавирус SARS, близкий родственник SARS-CoV-2. В этом семействе есть только два вируса, которые вызывали вспышки инфекции у человека. Между вспышкой SARS в 2002–2003 гг. и вспышкой COVID-19 в 2019–2020 гг. есть выраженное сходство. Два вируса имеют много общего в своих генах, в типах клеток, которые они заражают, в том, как они проникают в клетки, и в том, как они взаимодействуют с аппаратом клетки и с иммунной системой. Неудивительно, что вызванные этими двумя вирусами заболевания тоже обладают сходными чертами. Для нас интереснее то, что мы можем многое узнать о новом вирусе, вызывающем COVID-19, из работы, проведенной учеными, исследовавшими вирус, являвшийся возбудителем SARS. Основы биологии и полученные в клинических условиях данные по родственным вирусам могут помочь ускорить поиск потенциальных методов лечения COVID-19.

Глава 7 — белая ворона в данной книге. Она о вирусе, но не о коронавирусе. Скорее, она о вирусе, который широко исполь-

зуется для сравнений, — о вирусе гриппа. Элементы для сравнения очевидны. Вирус вызывает респираторные заболевания, распространяется через поверхности и воздушно-капельным путем при кашле и чиханье и вызывает тяжелое заболевание у пожилых людей. Это общие с COVID-19 черты. Но во многих других аспектах SARS-CoV-2 и вирус гриппа сильно отличаются, как и вызванные ими болезни, а также их тяжесть. Важнее всего, что при сезонном гриппе у населения есть, по крайней мере, частичный иммунитет, и у нас есть вакцины и препараты для лечения именно гриппа. О COVID-19 ничего этого сказать нельзя. Отсутствие иммунитета к вирусу, вызывающему COVID-19, застало незащищенное население врасплох, что привело к резкому росту числа случаев, и это поставило системы здравоохранения на грань коллапса. Такие быстрые, неожиданные атаки случались раньше при пандемиях гриппа, особенно в ходе знаменитой пандемии «испанки» в 1918 г. В 1918 г. не было известно, что болезнь вызывает вирус, а часть мира все еще была охвачена опустошительной войной. Этот вирус, однако, не был коронавирусом, а болезнь затронула в большей степени молодые группы населения, и системы здравоохранения сильно отличались от нынешней ситуации. Тем не менее полезно сравнить некоторые исторические события в ходе эпидемии «испанки» в 1918 г. с пандемией COVID-19 в 2020 г., например, то, как разные регионы мира пытались справиться с немислимым ростом числа случаев заболевания.

Последняя глава посвящена тестированию и перспективам в области лечения и создания вакцин. На момент написания этой книги нет ни специфичных препаратов, которые могут резко сократить смертность, ни вакцин, но есть целый ряд идей в этой области. Многие из этих идей восходят к вспышке SARS в 2002–2003 гг., но, поскольку к июлю 2003 г. эта вспышка была взята под контроль, в клинической обстановке их не проверяли. Быстрая эволюция COVID-19 ускорила проверку многих из этих подходов и привела также к появлению и быстрому внедрению новых идей в области методов лечения и вакцинации.