

DOI: <https://doi.org/10.51922/1818-426X.2022.3.30>

Г. Н. Чистенко, И. Н. Вальчук, И. В. Федорова,
М. И. Бандацкая

ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ НОВОЙ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ COVID-19

УО «Белорусский государственный медицинский университет»

В статье представлены наиболее существенные эпидемиологические черты пандемии новой коронавирусной инфекции. Указаны механизмы проникновения SARS-CoV-2 в организм, пути и факторы передачи, иммунологические механизмы взаимодействия вируса с клеточно-рецепторным аппаратом. Рассмотрены вопросы формирования популяционного иммунитета к COVID-19 посредством специфической профилактики: современные биоплатформы вакцин и их сравнительные характеристики, профиль безопасности, вопросы иммунологической и эпидемиологической эффективности вакцинации в условиях непрерывного появления вариантов SARS-CoV-2, вызывающих озабоченность. Изложены прогнозируемые эпидемиологические модели развития пандемии. Раскрыты основные направления комплексной системы профилактики новой коронавирусной инфекции в Беларуси.

Ключевые слова: пандемия COVID-19, эпидемиологический прогноз, устойчивость SARS-CoV-2, эволюция вирусов, вакцины, специфическая профилактика, популяционный иммунитет.

G. N. Chistenko, I. N. Valchuk, I. V. Fedorova, M. I. Bandatskaya

EPIDEMIOLOGICAL ASPECTS OF THE NEW CORONAVIRUS INFECTION COVID-19

The most significant epidemiological features of the pandemic with a new coronavirus infection are presented in the article. The mechanisms of penetration of SARS-CoV-2 into the body, ways and factors of transmission, immunological mechanisms of interaction of the virus with the cellular receptor apparatus are indicated. The issues of the formation of population immunity to COVID-19 through specific prevention are considered. Modern biological platforms of vaccines and their comparative characteristics, safety profile, immunological and epidemiological effectiveness of vaccination in the conditions of continuous emergence of SARS-CoV-2 variants of concern are discussed. The predicted epidemiological models of the pandemic development and the main directions of the complex system of prevention of coronavirus infection in Belarus are presented.

Key words: COVID-19 pandemic, epidemiological prognosis, SARS-CoV-2 resistance, virus evolution, vaccines, specific prevention, population immunity.

В конце 2019 года наша цивилизация встрети-лась с новой коронавирусной инфекцией, которая стремительно распространилась по всему миру. 11 марта 2020 года Всемирная Организация Здравоохранения квалифицировала распространение коронавируса как пандемию. По заявлению Генерального директора ВОЗ Т. Гебрейесуса, это решение было принято в связи с огромной скоростью и масштабами распространения болезни, а также из-за отсутствия со стороны некоторых стран должного реагирования.

Первоначально возбудитель пандемии назывался 2019-nCoV, в настоящее время его определяют, как SARS-CoV-2, вызывающий заболевание коронавирусной инфекцией – COVID-19 [1].

Новая коронавирусная инфекция существенно изменила привычный образ жизни всего населения Земного шара и уже сегодня заняла важное место в истории XXI века.

По данным А. Е. Зобова с соавторами [2], наиболее существенными эпидемиологическими чертами пандемии коронавирусной инфекции являются:

- реассортативные изменения геномной структуры коронавируса, обеспечившие ему способность инфицировать людей и активно передаваться от человека к человеку;

- высокий пандемический потенциал, обусловленный наиболее легко реализуемым в современных социально-экономических условиях аэрозольным механизмом передачи возбудителей инфекции;

- практически всеобщая восприимчивость людей и низкие уровни популяционного иммунитета, а также системные проблемы организации иммунопрофилактики;

- наибольшая пораженность экономически развитых стран за счет определяющего влияния социального фактора эпидемического процесса (трудовая миграция, туризм, бизнес-коммуникации, транснациональная торговля и ряд других);

- выраженная зависимость развития негативных последствий (осложнений, летальных исходов) от возраста людей и наличия хронических заболеваний.

Значительный научный и практический интерес представляют работы по изучению продолжительности инкубационного периода COVID-19. В большинстве случаев исследователи указывают, что инкубационный период составляет от 2 до 14 дней, в среднем для большинства заболевших – 5,2 дня. S. A. Lauer et al. [9], при анализе 99 случаев заболевания коронавирусной инфекцией установили, что средний инкубационный период от начала контакта с зараженным человеком до появления лихорадки составил 5,7 дня (ДИ = от 4,9 до 6,8 дня). Имеются сообщения о самом длительном инкубационном периоде, который составил 24 дня [7].

На продолжительность инкубационного периода при коронавирусной инфекции оказывают влияние ряд факторов: генотип SARS-CoV-2, величина инфицирующей дозы (количество вирусных частиц, проникших в организм человека в момент заражения), вирулентность вируса, путь проникновения вируса в организм, наличие и напряженность специфического иммунитета против коронавирусной инфекции, состояние общей резистентности организма человека. Длительность инкубационного периода отличалась у циркулирующих вариантов. У варианта Delta она была ниже, по сравнению с Alpha, у штамма Omicron сократилась до 2–3 дней.

Механизм передачи коронавируса аэрозольный, что определяется местом первичной локализации этого возбудителя – слизистые оболочки

глотки, бронхов, носа. Вирусы обнаруживаются в бронхоальвеолярной жидкости, мокроте. Из организма больного при кашле, чихании, оживленной речи выделяются содержащие коронавирус капельки слюны и других биологических жидкостей. Такие капельки имеют аэродинамический диаметр более 20 мкм и распространяются на расстояние около одного метра от больного. Следовательно, для заражения коронавирусом посредством капельной фазы аэрозоля требуется близкий контакт восприимчивого человека с источником инфекции. Именно перенос вируса капельками слюны и других биологических жидкостей от человека к человеку при близком контакте, то есть на расстоянии около метра составляет основу аэрозольного механизма передачи при коронавирусной инфекции [3]. Эти данные обосновывают важную профилактическую значимость масок, использование которых предупреждает или резко ограничивает возможность проникновения коронавируса в организм восприимчивых лиц в составе капельной фазы аэрозоля, а также ограничивает попадание вируса в воздух от источника инфекции.

Содержащие коронавирус капельки с аэродинамическим диаметром более 20 мкм являются относительно тяжелыми, быстро оседают на поверхность предметов окружающей среды, которые могут служить дополнительными факторами передачи этого возбудителя.

Наблюдения и экспериментальные исследования показывают, что вирус переносится и мелкодисперсными аэрозолями в воздухе помещений, однако относительный вклад этого пути передачи, по сравнению с предыдущим, пока не оценен количественно.

Если коронавирус прикрепился в воздухе к аэрозолям диаметром менее 10 мкм, то он может переноситься на значительные расстояния, что имеет особо важное значение для распространения в условиях крупных городов. Возможность переноса жизнеспособного вируса SARSCoV-2 аэрозолями на расстояния более 2 м внутри помещений была подтверждена экспериментально [15, 19]. Перенос частиц вируса аэрозолями значительно увеличивает время жизни вируса в воздухе до осаждения, способствуя передаче вируса на большие расстояния и последующему осаждению в респираторном тракте. Наряду с этим, в исследованиях Setti L. et al. [17], показано, что на открытом воздухе наблюдается лишь адсорб-

ция фрагментов РНК вируса SARS-CoV-2 взвешенными веществами, но не собственно жизнеспособного вируса.

Предполагают, что в условиях сильного загрязнения воздуха и медленного рассеивания загрязнений коронавирус образует кластеры с мелкодисперсными взвешенными частицами размером менее 10 мкм в атмосфере и может таким способом распространяться на расстояния до 10 м от источника инфекции. Исследование предыдущего вируса SARS-CoV-1 в 2002–2003 гг. также показало возможность его переноса аэрозолями на расстояния в несколько метров как в экспериментальных условиях [20, 21], так и в условиях стационара с инфицированными пациентами [5].

У многих больных COVID-19 проявляется диарейным синдромом и выделением коронавируса с испражнениями. Так, обследование детей, инфицированных SARS-CoV-2, с легкой формой болезни дало положительные результаты на наличие коронавируса в испражнениях в течение десяти дней. При этом в мазках из дыхательных путей коронавирусы не обнаруживались [6]. Ключевым рецептором для поверхностного белка коронавируса (S-протеина) является ангиотензинпревращающий фермент второго типа (АПФ-2). Рецептор АПФ в большом количестве присутствует в желудочно-кишечном тракте, особенно в тонком и толстом кишечнике детей, что обуславливает высокую тропность SARS-CoV-2 к энтероцитам и высокий удельный вес диарейного синдрома у данных возрастных контингентов [8]. Нахождение SARS-CoV-2 в кале может быть обусловлено и поражением желудочно-кишечного тракта, и перевариванием мокроты. Жизнеспособный вирус выделяется от больных с испражнениями и может попасть на предметы обихода, в том числе с грязными руками.

Объекты окружающей среды, контаминированные возбудителем, могут играть роль факторов передачи в том случае, если возбудитель во внешней среде обладает относительной устойчивостью к физическим и химическим факторам. Исследование устойчивости коронавирусов в аэрозоле, а также на различных поверхностях с оценкой скорости гибели (распада) вирионов с помощью байесовской регрессионной модели показало малую устойчивость SARS-CoV-2. В аэрозоле жизнеспособность вируса сохранялась до 3 часов, на картонной поверхности до 24 часов, на плас-

тике и нержавеющей стали до 72 часов, на медной поверхности до 4 часов [10, 12].

Из объектов окружающей среды вирус может попасть на слизистые глаз и носоглотки прежде всего с загрязненными руками, что приведет к развитию заболевания, если этот путь реализовался в течение нескольких часов. Вероятность заражения через желудочно-кишечный тракт с водой и пищей достаточно низкая в силу малой устойчивости вируса в окружающей среде, а также его быстрой гибели под воздействием агрессивной среды желудка. В большинстве случаев, вероятнее всего, вирус проникает в кишечник с током крови во время вирусемии, так как диарея чаще присоединяется после появления респираторных симптомов и лихорадки. Тем не менее, приведенные данные дают повод уделять внимание соблюдению правил личной гигиены как элементу профилактики заражения коронавирусом.

В условиях глобальной пандемии и непрерывного появления вариантов SARS-CoV-2, вызывающих озабоченность, наиболее безопасным и эффективным средством управления эпидемическим процессом новой коронавирусной инфекции и прекращения пандемии является формирование популяционного иммунитета с помощью вакцинации населения. Вакцины против SARS-CoV-2 обладают высоким профилем безопасности и эффективно снижают смертность, тяжелые и симптоматические случаи инфекции COVID-19 во всем мире. Мета-анализ 32 обсервационных исследований эффективности и 26 исследований безопасности вакцин различных платформ, проведенный департаментом эпидемиологии и биостатистики Пекина, показал, что эпидемиологическая эффективность вакцинопрофилактики в отношении Alpha варианта составила 85 % (CI 80–91 %), Beta – 75 % (CI 71–79 %), Gamma – 54 % (CI 35–74 %), Delta – 74 % (CI 62–85 %). В целом эффективность однократных схем вакцинаций от заболевания симптоматическим COVID-19 составила 52 %, защита от госпитализаций 66 %, от летальных исходов – 53 %. При использовании схемы прайм-буст вакцинации (две дозы) эффективность в отношении симптоматического COVID-19 была выше и составила 97 %, защита от тяжелого течения и госпитализации – 93 % и смерти – 95 % [13].

Со временем после вакцинации наблюдается снижение защиты. Умеренное снижение эффективности вакцин против симптоматической инфекции и легких заболеваний наблюдались с Beta-

и Delta-вариантами, но эффективность против тяжелых заболеваний оставалась высокой в течение как минимум 6 месяцев после первичной иммунизации двумя вакцинами. Третья (бустерная) доза обеспечивала быстрое и значительное усиление защиты как против легких, так и тяжелых исходов заболевания [1, 11].

Эволюция вируса не останавливалась, мутации SARS-CoV-2 представляют собой естественный процесс, который связан с особенностями его биологии. Ключевые изменения, влияющие на способность быстро распространяться и ускользать от иммунных факторов, происходят в рецептор-связывающем домене (RBD) S1-белка, в результате чего улучшается сродство с АПФ-2 рецептором клеток человека, при этом возрастает контагиозность, для развития заболевания нужна меньшая инфицирующая доза, сокращается инкубационный период, снижается аффинитет и avidность поствакцинальных антител. С каждым новым приходящим вариантом вируса, который вызывает озабоченность, происходит потеря эффективности вакцинации в среднем на 10–15 %, по сравнению с защитой, установленной в рамках клинических испытаний вакцин.

Мета-анализ 17 исследований доказательств эффективности вакцины против Delta-варианта показал, что объединенный коэффициент эффективности составил 63 % (95 % ДИ: 40,9–76,9) против бессимптомной инфекции, 76 % (95 % ДИ: 69,3–80,8) против симптоматической инфекции и 91 % (95 % ДИ: 84,5–94,7) в отношении госпитализации [18].

Исследования эффективности вакцинации в отношении штаммов Delta и Omicron, проведенные в Великобритании в ноябре-декабре 2021 г., показали, что риск обращения за неотложной помощью или госпитализация с Omicron был примерно вдвое меньше, чем с Delta (отношение рисков (HR) 0,53 (95 % ДИ: 0,50–0,57)). Риск госпитализации с Omicron был примерно на одну треть меньше, чем у Delta (отношение рисков 0,33, 95 % ДИ: 0,30–0,37). Но эффективность вакцины против симптоматического заболевания с вариантом Omicron значительно ниже, по сравнению с вариантом Delta, и быстро ослабевает. Тем не менее, защита от формы заболевания, требующего госпитализации, намного выше, чем от легкой манифестной формы. В частности, при Delta после введения третьей дозы эффективность вакцины в отношении госпитализации приближалась

к 90 %. Риск быть госпитализированными для пациентов с Omicron был ниже после введения 3 доз на 81 % (ДИ: 77–85 %) по сравнению с невакцинированными, одна доза вакцины снижала риск на 35 %, 2 дозы – на 67 % до 24 недель после второй дозы и на 51 % через 25 или более недель после второй дозы, и третья доза была связана с 68 % снижением риска госпитализации [16].

В настоящее время в мире применяются вакцины против инфекции COVID-19 с использованием следующих технологических платформ: векторные вакцины на основе рекомбинантных репликативно-дефектных вирусных векторов, вакцины на основе нуклеиновых кислот (РНК, ДНК), рекомбинантные субъединичные препараты, инактивированные цельновирионные вакцины, вакцины на основе пептидных антигенов. Проводятся клинические исследования назальных вакцин, стимулирующих местный иммунитет на слизистых оболочках и блокирующих репликацию вируса во входных воротах, что в свою очередь прерывает эпидемические цепочки распространения возбудителя. Разработаны и проходят клинические испытания вакцины на новой технологической платформе, направленной на индукцию клеточного иммунитета с использованием М-белка коронавируса, ведутся разработки в направлении живых вакцин.

В Республике Беларусь для специфической профилактики COVID-19 используются следующие иммунобиологические лекарственные средства: векторные вакцины Гам-COVID-Вак (Спутник V) и Спутник Лайт, Российская Федерация, Гам-COVID-Вак (Спутник V), Республика Беларусь, вакцина против SARS-CoV-2 (клетки Веро), инактивированная, Китайская Народная Республика. Тактика вакцинации против инфекции COVID-19 включает основную (первичную) вакцинацию, бустерную вакцинацию и повторную (сезонную) вакцинацию. Основная (первичная) вакцинация против COVID-19 – это курс вакцинации в соответствии с инструкцией к иммунобиологическому лекарственному средству, проводимый пациенту впервые. Бустерная вакцинация представляет собой курс вакцинации, проводимый пациенту через 6 и более месяцев после основной (первичной) вакцинации. Повторная (сезонная) вакцинация против COVID-19 проводится пациенту через 12 месяцев после основной (первичной) или бустерной вакцинации. Данная тактика вакцинации способствует формированию популяционного иммуни-

тета к вирусу SARS-CoV и поддержанию концентрации защитных вируснейтрализующих антител на высоком уровне.

На сегодняшний день существует более десятка эпидемиологических научных исследований, которые свидетельствуют о том, что дети активно вовлекаются в эпидемический процесс новой коронавирусной инфекции. Мета-анализ 19-ти эпидемиологических исследований показал, что дети младше 10 лет имеют более низкую восприимчивость к заражению COVID-19 по сравнению со взрослыми, тогда как подростки при контактах в быту и старшеклассники при контактах в школе имеют сопоставимый со взрослыми риск заражения, OR = 1,22 (CI 0,74–2,04) [12]. В условиях распространения варианта Omicron дети представляют основную нишу для его циркуляции. В подавляющем большинстве случаев дети переносят коронавирусную инфекцию относительно легко и заболевание часто протекает как сезонная острая респираторная инфекция, соответственно, это затрудняет диагностику и выявление источников инфекции. Тем не менее, у детей также регистрируются и тяжелые формы течения COVID-19 с развитием мультисистемного воспалительного синдрома и ряда осложнений. Европейская техническая консультативная группа экспертов по вопросам иммунизации еще в июне 2021 года заявила о необходимости вакцинации подростков 12–15 лет и предложила свои рекомендации. С 27 декабря 2021 года в нашей стране стартовала вакцинация детей в возрасте 12–17 лет с использованием инактивированной вакцины VeroCell, производитель компания Sinopharm (Китай).

Так как дети до 12 лет в настоящее время не могут получить прививку, важно понимать, что вакцинация родителей и других членов семьи обеспечивает существенную защиту непривитых детей дома. Исследования в Израиле показали, что вакцинация одного из родителей на 26,0 % снижает риск заболевания ребенка вариантом Alfa и на 20,8 % вариантом Delta, а наличие прививки у обоих родителей снижает риск на 71,7 % и 58,1 % соответственно [14].

Прогнозируемые варианты развития пандемии. Прогнозы в эпидемиологии – это очень сложное и ответственное занятие. При разработке прогностических моделей очень трудно учесть влияние на эпидемический процесс в будущем всего многообразия эпидемически значимых факторов. Поэтому во многих случаях прогнози-

руемое развитие эпидемиологических событий не совпадает с их реальным состоянием. В этой связи мы будем говорить не о прогнозах, в основу которых положены определенные методы эпидемиологического прогнозирования, а о возможных вариантах развития пандемии COVID-19.

Нынешний (существующий в настоящее время) вариант развития пандемии характеризуется масштабным распространением коронавирусной инфекции. Значительная часть населения планеты остается не привитой, вследствие проблем с доступностью вакцины, медицинских противопоказаний, низкого иммунного статуса или просто личного нежелания. В этих условиях вирус продолжает стремительно распространяться, и, следовательно, видоизменяться (мутировать). В какую сторону будут направлены мутационные изменения неизвестно. Накопленные научные знания по этому вопросу указывают, что одни вирусы эволюционируют в сторону меньшей вирулентности для человека, другие – большей, а некоторые остаются многие годы на одном уровне. Если исходить из общебиологических позиций, то вирусу «невыгодно» быть очень агрессивным и убивать жертв заболевания, так как в этих случаях он лишает себя среды обитания и энергетических ресурсов. Следовательно, имеется больше оснований полагать, что вирулентность у новых коронавирусов, появившихся в результате мутаций, сохранится на нынешнем уровне или станет меньше.

Второй вариант развития эпидемиологических событий: «Новый мир – без COVID-19». Рассматривая этот вопрос, следует учесть два обстоятельства. Во-первых, история медицины не знает примеров, когда появившаяся среди населения нашей планеты инфекционная болезнь, исчезла бы сама по себе.

Во-вторых, возможно ли полное искоренение COVID-19 в результате целенаправленных усилий мирового сообщества? Увы, в обозримом будущем, при применении доступных на сегодняшний день средств профилактики и лечения, это невозможно. COVID-19 не соответствует большинству критериев, которым должна соответствовать инфекционная болезнь, намеченная к полной ликвидации. Первое несоответствие касается необычайной изменчивости коронавируса. Стабильная антигенная структура возбудителя значительно облегчает задачу ликвидации инфекции.

Полиморфность тяжести клинических проявлений значительно затрудняет возможность наладить

эффективную систему эпидемиологического надзора, обеспечивающую своевременное и исчерпывающее выявление всех случаев заболевания коронавирусной инфекцией. Без эффективной системы эпидемиологического надзора программа ликвидации инфекции оказывается несостоятельной.

В ликвидационной программе центральное место занимает наличие эффективного инструмента управления эпидемическим процессом ликвидируемой инфекционной болезни. В данном случае речь идет о вакцинах. Разработанные к настоящему времени коронавирусные вакцины значительно облегчают тяжесть заболевания, но не создают продолжительный стерильный иммунитет. Остается при этом надежда на продолжающиеся работы по созданию новых типов вакцин, позволяющих создавать защиту ко всем вариантам коронавируса, а также создающим местный иммунитет во входных воротах инфекции.

Существуют и другие обстоятельства, не позволяющие сегодня серьезно обсуждать вопрос о ликвидации COVID-19, поэтому наиболее вероятным представляется третий вариант развития пандемии.

Третьим вариантом является жизнь с коронавирусом. Этот вариант развития пандемии COVID-19 исходит из того, что применение разработанных коронавирусных вакцин и их будущих модификаций приведет к снижению заболеваемости, а также обеспечит защиту от тяжелого течения заболевания и летальных исходов. Снижение заболеваемости коронавирусной инфекцией представляется вопросом чрезвычайно важным. И не только потому, что это приведет к уменьшению нагрузки на системы здравоохранения, а также к снижению вероятности неблагоприятного исхода заболевания. Чем меньше людей болеет, даже легко, тем меньше у коронавируса пространства для мутаций, тем медленнее он меняется. Следовательно, увеличатся периоды «нормальной жизни», то есть, промежутки времени между появлениями новых опасных (эпидемических) вариантов коронавируса (таких как Delta и Omicron). При этом важно сокращать число заражений во всем мире – как за счет вакцинации, так и ограничительных мер. Ограничительные мероприятия требуют к себе постоянного внимания, так как в развитии эпидемического процесса (эпидемии) коронавирусной инфекции большую роль играют события суперраспространения (массовые спортивные соревнования, зрелищные мероприятия

в закрытых помещениях), а также суперраспространители – люди с большой вирусной нагрузкой или с большим количеством социальных контактов.

Для эффективного противодействия распространению коронавирусной инфекции в нашей стране сформировалась и довольно успешно функционирует комплексная система борьбы и профилактики коронавирусной инфекции. Она включает в себя следующие направления:

- клинико-лабораторный мониторинг COVID-19 (в настоящее время для проведения диагностики коронавирусной инфекции в стране функционирует более 70 клинико-диагностических лабораторий, осуществляющих около 30 000 исследований ежедневно);

- перепрофилирование амбулаторно-поликлинических и лечебно-профилактических организаций для оказания специализированной медицинской помощи пациентам с COVID-19 в соответствии с текущей эпидемической ситуацией;

- успешно функционируют дистанционные консультативные центры с применением телемедицинских технологий (консультирование осуществляется профессорско-преподавательским составом, научными работниками, врачами-специалистами государственных организаций, подчиненных Министерству здравоохранения, что позволяет минимизировать риск заражения среди медицинских работников, существенно сократить сроки оказания медицинской консультативной помощи и финансовые затраты);

- оперативные мобильные бригады для своевременного оказания специализированной медицинской помощи пациентам с тяжелым течением заболевания, функционирующие в круглосуточном режиме;

- на базе Республиканского центра организации медицинского реагирования осуществляет свою деятельность рабочая группа оперативного реагирования по анализу текущей эпидемиологической ситуации в Республике Беларусь, основными направлениями работы которой является ежедневный сбор и анализ информации о COVID-19, о новых случаях заражения, в том числе среди медицинских работников, беременных и детей, о контактах 1-го уровня, о пациентах, госпитализированных с пневмониями, об умерших пациентах с подтвержденным диагнозом, о проведенных тестах на COVID-19, определение тенденций распространения COVID-19, прогнозирование заболеваемости;

– мероприятия по санитарной охране территории республики;

– гуманитарная и безвозмездная спонсорская помощь, включая средства индивидуальной защиты, изделия медицинского назначения, медицинское оборудование, лекарственные средства, дезинфицирующие средства, антисептики, тест-системы и многое другое, которая в дальнейшем распределялась в зависимости от потребностей в организации здравоохранения, оказывающих медицинскую помощь пациентам с COVID-19, в клинико-диагностические лаборатории, осуществляющие диагностику коронавирусной инфекции, в РНПЦ, учреждения санитарно-эпидемиологической службы;

– международная поддержка со стороны ВОЗ, ООН (ЮНИСЕФ) и многочисленных представительств различных стран в рамках международного сотрудничества в период пандемии COVID-19;

– информационно-образовательная работа с населением и много другое.

Координатором представленного комплекса мероприятий выступает санитарно-эпидемиологическая служба, которая осуществляет взаимодействие элементов противоэпидемической системы, эпидемиологическое слежение, организует комплекс санитарно-противоэпидемических мероприятий, а также проводит эпидемиологическое расследование всех случаев этой инфекции в эпидемических очагах, формирует базу данных единой информационной системы санитарно-эпидемиологической службы Республики Беларусь.

Комплекс мероприятий позволил минимизировать медико-социальные последствия распространения коронавирусной инфекции и обусловил контроль санитарно-эпидемиологической обстановки в нашей стране.

В течение двух последних лет проведена вероятно большая работа, изучены многие вопросы эпидемиологии, клиники, диагностики и профилактики коронавирусной инфекции. Однако ряд вопросов до сих пор остается без ответа, включая данные о факторах, лежащих в основе преодоления вирусом межвидового барьера, окончательное происхождение вируса, различия в критических точках мутаций в передаче вируса и патогенезе, прогноз тяжести клинических проявлений и исходов заболевания, генез повторных случаев заболевания, коллективный иммунитет в управлении эпидемическим процессом.

Решение перечисленных вопросов потребует огромных интеллектуальных и материальных ресурсов. При этом всем нам необходимо осознать, что конструктивное противостояние пандемии невозможно без слаженных и согласованных действий как всех служб и населения внутри страны, так и всего мирового сообщества.

Литература

1. Бутаев, Т. М., Цирихова А. С., Кабалоева Д. В., Кудухова Д. О. Эпидемиологические аспекты и профилактика новой коронавирусной инфекции (COVID-19): обзор литературы // Анализ риска здоровью. – 2021. – № 3. – С. 167–176.
2. Зобов, А. Е., Карпушенко В. Г., Кобылкин Д. В., Колесников В. В., Свистунов С. А. Сравнительный анализ современных пандемий // Известия Российской Военно-медицинской академии. – 2021. – Т. 40, №S2. С. 99–101.
3. Ревич, Б. А., Шапошников Д. А. Роль аэрозолей в передаче вируса COVID-19 // Проблемы прогнозирования. – 2021. – № 4. – С. 28–37.
4. Andrews, N., Gower C., Stowe J., Tessier E., Kirsebom F., Gallagher E. et al. Duration of Protection of COVID-19 Vaccines Against Mild and Severe Disease // The New England Journal of Medicine. – 2022. – Vol. 386(4). – P. 340–350. – doi: 10.1056/NEJMoa2115481. Epub 2022 Jan 12.
5. Booth, T. F. et al. Detection of airborne severe acute respiratory syndrome (SARS) coronavirus and environmental contamination in SARS outbreak units // Journal of Infectious Diseases. – 2005. – Vol. 191 (9). – P. 1472–1477. – doi: 10.1086/429634.
6. Dhama, K., Khan S., Tiwari R. et al. Coronavirus Disease 2019-COVID-19 // Clinical Microbiology Reviews. – 2020. – Vol. 33, № 4. – P. e00028–20. – doi: 10.1128/CMR.00028-20.
7. Ge, H., Wang X., Yuan X. et al. The epidemiology and clinical information about COVID-19 // European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases. – 2020. – Vol. 39, № 6. – P. 1011–1019.
8. Hao, Xu, Liang Zhong, Jiaxin Deng, Jiakuan Peng, Hongxia Dan, Xin Zeng, Taiwen Li & Qianming Chen. High expression of ACE2 receptor of 2019-nCoV on the epithelial cells of oral mucosa // International Journal of Oral Science. – 2020. – № 12(1). – P. 8. – doi: 10.1038/s41368-020-0074-x.
9. Lauer, S. A., Grantz K. H., Bi Q. et al. The Incubation Period of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) From Publicly Reported Confirmed Cases. Estimation and Application // Annals of internal medicine. – 2020. – Vol. 172, № 9. – P. 577–582.
10. Neeltje, van Doremalen, Trenton Bushmaker, Dylan H. Morris et al. Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1 // The New England Journal of Medicine. – 2020. – Vol. 382. – P. 1564–1567. – doi: 10.1056/NEJMc2004973.
11. Nick, Andrews, Julia Stowe, Freja Kirsebom et al. Effectiveness of COVID-19 vaccines against the Omicron (B.1.1.529) variant of concern [Electronic resource] // MedRxiv the preprint server for health sciences. – Access of mode: <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2021.12.14.21267615v1.full.pdf>. – Access of date: 31.01.2022.
12. Omar, Irfan, Jiang L, Kun Tang, Zhicheng Wang, and Zulfiqar A. Bhutta. Risk of infection and transmission of SARS-CoV-2 among children and adolescents in households,

communities and educational settings: A systematic review and meta-analysis [Electronic resource] // *Journal of Global Health*, 2021; 11: 05013. – Access of mode: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8285769/>. – Access of date: 02.02.2022.

13. Qiao, Liu, Chenyuan Qin, Min Liu, Jue Liu. Effectiveness and safety of SARS-CoV-2 vaccine in real-world studies: a systematic review and meta-analysis // *Infect Dis Poverty*. – 2021. – Vol. 10(1). – P. 132. – doi: 10.1186/s40249-021-00915-3.

14. Samah Hayek, Galit Shaham Yatir Ben-Shlomoeldad Keptennoa Dagan et al. Indirect protection of children from SARS-CoV-2 infection through parental vaccination [Electronic resource] // *Science* – 27 Jan 2022 – First Release. – DOI: 10.1126/science.abm3087. – Access of mode: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.abm3087>. – Access of date: 02.02.2022.

15. Santarpia, J. L., Rivera D. N., Herrera V. L. et al. Aerosol and surface contamination of SARS-CoV-2 observed in quarantine and isolation care [Electronic resource] // *Scientific Reports* volume 10, Article number: 12732 (2020). – Access of mode: <https://www.nature.com/articles/s41598-020-69286-3>. – Access of date: 02.02.2022.

16. SARS-CoV-2 variants of concern and variants under investigation in England Technical briefing: Update on hospitalisation and vaccine effectiveness for Omicron VOC-21NOV-01 (B.1.1.529) 31 December 2021 [Electronic resource]. – Access of mode: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1045619/Technical-Briefing-31-Dec-2021-Omicron_severity_update.pdf. – Access of date: 02.02.2022.

17. Setti, L., Passarini F., De Gennaro G. et al. SARS-Cov-2 RNA Found on Particulate Matter of Bergamo in Northern Italy: First Preliminary Evidence // *Environmental Research*, 188, 109754, 2020. – doi: 10.1016/j.envres.2020.109754.

18. Thomas, Harder, Wiebe Külper-Schiek, Sarah Reda, Marina Treskova-Schwarzbach, Judith Koch, Sabine Vygen-Bonnet, Ole Wichmann. Effectiveness of COVID-19 vaccines against SARS-CoV-2 infection with the Delta (B.1.617.2) variant: second interim results of a living systematic review and meta-analysis, 1 January to 25 August 2021 // *Eurosurveillance* Vol. 26, Iss. 41, 14/Oct/2021 Article [Electronic resource]. – Access of mode: <https://www.eurosurveillance.org/content/10.2807/1560-7917.ES.2021.26.41.2100920/>. – Access of date: 02.02.2022.

19. Van Doremalen, N., Morris D. H., Holbrook M. G. et al. Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1 // *New England Journal of Medicine*. – 2020. – <https://doi.org/10.1056/NEJMc2004973>.

20. Xiao, S., Li, Y., Wong T.-W., Hui D. S. C. Role of fomites in SARS transmission during the largest hospital outbreak in Hong Kong // *PLoS ONE*. – 2017. – № 12(7). – P. e0181558. – doi: 10.1371/journal.pone.0181558.

21. Yu, I. T.-S., Qiu H., Tse L. A., Wong T. W. Severe acute respiratory syndrome beyond amoy gardens: Completing the incomplete legacy // *Clinical Infectious Diseases*. – 2014. – Vol. 58 (5). – P. 683–686. – doi: 10.1093/cid/cit797.

References

1. Butayev, T. M., Tsirikhova A. S., Kabaloyeva D. V., Kudukhova D. O. Epidemiologicheskiye aspekty i profilaktika novoy koronavirusnoy infektsii (COVID-19): obzor literatury // *Analiz riska zdorov'ya*. – 2021. – № 3. – S. 167–176.

2. Zobov, A. Ye., Karpushchenko V. G., Kobylkin D. V., Kolesnikov V. V., Svistunov S. A. Sravnitel'nyy analiz sovremennoy pandemii // *Izvestiya Rossiyskoy Voenno-meditsinskoy akademii*. – 2021. – T. 40, № S2. – S. 99–101.

3. Revich, B. A., Shaposhnikov D. A. Rol' aerorozley v peregache virusa COVID-19. – *Problemy prognozirovaniya*. – 2021. – № 4. – S. 28–37.

4. Andrews, N., Gower C., Stowe J., Tessier E., Kirsebom F., Gallagher E. et al. Duration of Protection of COVID-19 Vaccines Against Mild and Severe Disease. // *The New England Journal of Medicine*. – 2022. – Vol. 386(4). – P. 340–350. – doi: 10.1056/NEJMoa2115481. Epub 2022 Jan 12.

5. Booth, T. F., et al. Detection of airborne severe acute respiratory syndrome (SARS) coronavirus and environmental contamination in SARS outbreak units // *Journal of Infectious Diseases*. – 2005. – Vol. 191 (9). – P. 1472–1477. – doi: 10.1086/429634.

6. Dhama, K., Khan S., Tiwari R. et al. Coronavirus Disease 2019-COVID-19 // *Clinical Microbiology Reviews* – 2020. – Vol. 33, № 4. – P. e00028–20. – doi: 10.1128/CMR.0002820.

7. Ge, H., Wang X., Yuan X. et al. The epidemiology and clinical information about COVID-19 // *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases*. – 2020. – Vol. 39, № 6. – P. 1011–1019.

8. Hao, Xu, Liang Zhong, Jiabin Deng, Jiakuan Peng, Hongxia Dan, Xin Zeng, Taiwan Li & Qianming Chen. High expression of ACE2 receptor of 2019-nCoV on the epithelial cells of oral mucosa // *International Journal of Oral Science*. – 2020. – № 12(1). – P. 8. – doi: 10.1038/s41368-020-0074-x.

9. Lauer, S. A., Grantz K. H., Bi Q. et al. The Incubation Period of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) From Publicly Reported Confirmed Cases. Estimation and Application // *Annals of internal medicine*. – 2020. – Vol. 172, № 9. – P. 577–582.

10. Neeltje, van Doremalen, Trenton Bushmaker, Dylan H. Morris et al. Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1 // *The New England Journal of Medicine*. – 2020. – Vol. 382. – P. 1564–1567. – DOI: 10.1056/NEJMc2004973.

11. Nick, Andrews, Julia Stowe, Freja Kirsebom et al. Effectiveness of COVID-19 vaccines against the Omicron (B.1.1.529) variant of concern [Electronic resource] // *MedRxiv the preprint server for health sciences*. – Access of mode: <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2021.12.14.21267615v1.full.pdf>. – Access of date: 31.01.2022.

12. Omar, Irfan, Jiang L, Kun Tang, Zhicheng Wang, and Zulfiqar A. Bhutta. Risk of infection and transmission of SARS-CoV-2 among children and adolescents in households, communities and educational settings: A systematic review and meta-analysis [Electronic resource] // *Journal of Global Health*. – 2021. – № 11. – P. 05013. – Access of mode: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8285769/>. – Access of date: 02.02.2022.

13. Qiao, Liu, Chenyuan Qin, Min Liu, Jue Liu. Effectiveness and safety of SARS-CoV-2 vaccine in real-world studies: a systematic review and meta-analysis // *Infect Dis Poverty*. – 2021. – № 10(1). – P. 132. – doi: 10.1186/s40249-021-00915-3.

14. Samah, Hayek, Galit Shaham Yatir Ben-Shlomoeldad Keptennoa Dagan et al. Indirect protection of children from SARS-CoV-2 infection through parental vaccination [Electronic resource] // *Science* – 27 Jan 2022 – First Release. – DOI: 10.1126/science.abm3087. – Access of mode: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.abm3087>. – Access of date: 02.02.2022.

15. Santarpia, J. L., Rivera D. N., Herrera V. L. et al. Aerosol and surface contamination of SARS-CoV-2 observed in quarantine and isolation care // *Scientific Reports* volume 10, Article number: 12732 (2020) [Electronic resource]. – Access of mode: <https://www.nature.com/articles/s41598-020-69286-3>. – Access of date: 02.02.2022.
16. SARS-CoV-2 variants of concern and variants under investigation in England Technical briefing: Update on hospitalisation and vaccine effectiveness for Omicron VOC-21NOV-01 (B.1.1.529) 31 December 2021 [Electronic resource]. – Access of mode: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1045619/Technical-Briefing-31-Dec-2021-Omicron_severity_update.pdf. – Access of date: 02.02.2022.
17. Setti, L., Passarini F., De Gennaro G. et al. SARS-Cov-2 RNA Found on Particulate Matter of Bergamo in Northern Italy: First Preliminary Evidence // *Environmental Research*. – 2020. – Vol. 188. – P. 109754. – doi: 10.1016/j.envres.2020.109754.
18. Thomas, Harder, Wiebe Külper-Schiek, Sarah Reda, Marina Treskova-Schwarzbach, Judith Koch, Sabine Vygen-Bonnet, Ole Wichmann Effectiveness of COVID-19 vaccines against SARS-CoV-2 infection with the Delta (B.1.617.2) variant: second interim results of a living systematic review and meta-analysis, 1 January to 25 August 2021 [Electronic resource] // *Eurosurveillance*. – 2021. – Vol. 26, Iss. 41. Article. – Access of mode: <https://www.eurosurveillance.org/content/10.2807/1560-7917.ES.2021.26.41.2100920/>. – Access of date: 02.02.2022.
19. Van Doremalen, N., Morris D. H., Holbrook M. G. et al. Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1 // *New England Journal of Medicine*. – 2020. – doi: <https://doi.org/10.1056/NEJMc2004973>.
20. Xiao, S., Li, Y., Wong T.-W., Hui D. S. C. Role of fomites in SARS transmission during the largest hospital outbreak in Hong Kong // *PLoS ONE*. – 2017. – № 12(7). – P. e0181558. – doi: 10.1371/journal.pone.0181558.
21. Yu, I. T.-S., Qiu H., Tse L. A., Wong T. W. Severe acute respiratory syndrome beyond amoy gardens: Completing the incomplete legacy // *Clinical Infectious Diseases*. – 2014. – Vol. 58 (5). – P. 683–686. – doi: 10.1093/cid/cit797.

Поступила 09.02.2022 г.