

Вакцинация детей против COVID-19: зарубежный опыт (обзор литературы)

А. М. БУФЕТОВА, А. В. ВИШНЯКОВ, Е. Н. ГОРЕЛОВ, Е. С. ЛЕУШИНА, Е. О. УТЕНКОВА

Кировский государственный медицинский университет г. Киров, Россия

Необходимость вакцинации детей в возрасте до 12 лет против COVID-19 на сегодняшний день остается объектом дискуссии. Относительно низкий риск, связанный с инфекцией у детей и неоднозначные выводы при сопоставлении последствий вакцинации и перенесенного заболевания являются основанием полагать, что соотношение риска и пользы вакцинации в данной возрастной группе является спорным решением. Одним из ключевых аргументов в пользу вакцинации здоровых детей является защита их от долгосрочных последствий COVID-19. Кроме того, следует принимать во внимание такие социально значимые факторы, как снижение распространения инфекции, затраты на поставки вакцины или же ущерб, связанный с организацией карантинных мероприятий (в том числе закрытием школ и переводом образовательного процесса в дистанционный формат). Динамика ситуации требует постоянной переоценки риска и пользы специфической профилактики у детей. Целью данного литературного обзора является систематизация объективных данных, касающихся зарубежного опыта вакцинации детей от COVID-19, аргументов за и против вакцинации, которые осложняют принятие решение по исследуемому вопросу на том или ином уровне.

Ключевые слова: вакцинация, COVID-19, дети

Vaccination of children against COVID-19: foreign experience (literature review)

A. M. Bufetova, A. V. Vishnyakov, E. N. Gorelov, E. S. Leushina, E. O. Utenkova

Kirov state medical university Kirov, Russia

The need to vaccinate children under the age of 12 against COVID-19 remains an object of discussion today. The relatively low risk associated with infection in children and the ambiguous conclusions when comparing the effects of vaccination and the transferred disease are grounds to believe that the ratio of risk and benefit of vaccination in this age group is more complex. One of the key arguments in favor of vaccinating healthy children is to protect them from the long-term effects of COVID-19. In addition, socially significant factors such as a decrease in the spread of infection, the cost of vaccine supplies or damage associated with the organization of quarantine measures (including the closure of schools and the transfer of the educational process to a remote format) should be taken into account. The dynamics of the situation requires a constant reassessment of the risk and benefits of specific prevention in children. The purpose of this literature review is to systematize objective data concerning the foreign experience of vaccination of children against COVID-19; arguments for and against vaccination, which complicate the decision-making on the issue under study at one level or another.

Keywords: vaccination, COVID-19, children

Для цитирования: Буфетова А.М., А.В. Вишняков, Е.Н. Горелов, Е.С. Леушина, Е.О. Утенкова. Вакцинация детей против COVID-19: зарубежный опыт (обзор литературы). *Детские инфекции*. 2023; 22(1):45-49. doi.org/10.22627/2072-8107-2023-22-1-45-49

For citation: Bufetova A.M., A.V. Vishnyakov, E.N. Gorelov, E.S. Leushina, E.O. Utenkova. Vaccination of children against COVID-19: foreign experience (literature review). *Detskie Infektsii = Children's Infections*. 2023; 22(1):45-49. doi.org/10.22627/2072-8107-2023-22-1-45-49

Информация об авторах:

Буфетова Анастасия Михайловна (Bufetova A.), студент Кировского государственного медицинского университета; nastya.bufetova@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3865-2234>

Вишняков Алексей Васильевич (Vishnyakov A.), студент Кировского государственного медицинского университета; mishakrossingover@gmail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8760-4306>

Горелов Егор Николаевич (Gorelov E.), студент Кировского государственного медицинского университета; Egor1Gorelov@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8610-7292>

Леушина Елизавета Сергеевна (Leushina E.), студент Кировского государственного медицинского университета; liza.leushina.99@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6849-2572>

Утенкова Елена Олеговна (Utenkova E., MD), д.м.н., профессор кафедры инфекционных болезней Кировского государственного медицинского университета; utelol@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7587-3437>

Несмотря на рост числа стран, где вакцины против COVID-19 одобрены для использования у подростков в возрасте от 12 до 15 лет и даже у детей в возрасте шести месяцев, необходимость вакцинации всех детей этой возрастной группы подвергается сомнению. Данные США показывают, что случаи COVID-19 и показатели госпитализации детей и подростков выросли из-за высококонтагиозного дельта-штамма [1]. Аналогичная тенденция наблюдалась в африканских странах: в Южной Африке Национальный институт инфекционных заболеваний поднял тревогу по поводу возрастного числа детей, которые оказались серопозитивными в отношении SARS-CoV-2 во время третьей волны инфекций в стране. Данные четвертой волны COVID-19 в Юж-

ной Африке свидетельствуют о том, что частота госпитализаций детей в возрасте до 5 лет увеличилась из-за варианта Omicron [1]. Хотя число случаев COVID-19 и госпитализаций детей и подростков росло, дельта-вариант, по-видимому, не был связан с повышенным риском тяжелого течения заболевания в этой популяции. Так в США, в 2021 г., когда дельта-штамм был преобладающим вариантом, число детей в возрасте до 17 лет, умерших от COVID-19, увеличилось до 378, что сопоставимо с количеством детей в возрасте до 17 лет, умерших в сезон гриппа 2018–2019 гг. в США (согласно официальным данным — 372) [2]. Помимо потенциальных долгосрочных последствий, таких как мультисистемный воспалительный синдром и постковидный синдром

(«лонг-ковид»), при принятии решения по поводу вакцинации детей от COVID-19 следует учитывать безопасность самой вакцины (как возможные поствакцинальные реакции, так и серьезные побочные эффекты) и социально значимые факторы: актуальность задачи снижения распространения инфекции, выбор между организационными затратами на иммунизацию или же ущербом, связанным с введением карантинных мероприятий (в том числе закрытием школ и переводом образовательного процесса в дистанционный формат). Целью данного литературного обзора является систематизация объективных данных, касающихся зарубежного опыта вакцинации детей от COVID-19, аргументов за и против вакцинации, которые осложняют принятие решение по исследуемому вопросу на том или ином уровне.

Потенциальные преимущества вакцинации детей

Согласно последним доступным данным, здоровые дети подвергаются гораздо меньшему риску тяжелого течения COVID-19 и менее восприимчивы к инфекции, чем пожилые люди. В отличие от многих других инфекционных болезней, которые можно предотвратить с помощью вакцин, здоровые дети имеют низкий риск тяжелого течения COVID-19, заболеваемости и смертности. Госпитализация детей с COVID-19 происходит редко — менее 2% детей с симптомами [3–11], а частота госпитализаций детей в палаты интенсивной терапии колеблется от 2% до 13% [3, 9, 10, 12, 13]. На рис. 1 приведено сопоставление числа случаев COVID-19 среди детей, потребовавших госпитализации, и числа случаев, когда лечение было амбулаторным (исследование проводилось в Швейцарии по материалам 682 историй болезни за 2021 г.) [9].

При этом новые данные свидетельствуют о том, что дети с тяжелыми сопутствующими заболеваниями подвергаются более высокому риску. Смертность среди здоровых детей от COVID-19 очень редка; например, крупное исследование, проведенное в Германии, не выявило летальных исходов среди детей в возрасте 5–11 лет без

сопутствующих заболеваний [2]. В ноябре 2021 года показатели госпитализации детей в палаты интенсивной терапии и детской смертности стабильно находились на низком уровне — 23% и от 0,4% [12] до 1,8% [13] соответственно. Примечательно, что стабилизация данных показателей наблюдалась в условиях низкого охвата взрослого населения вакцинацией и недостаточных профилактических мер. Нет данных, указывающих на увеличение тяжести протекания COVID-19 у детей с того момента, как дельта-штамм SARS-CoV-2 стал доминирующим. Утверждалось, что, если дети не подвергаются высокому риску тяжелого течения COVID-19 из-за сопутствующей патологии, неясно, имеется ли перевес преимуществ вакцинации над рисками в данной возрастной группе [14]. При этом есть основания рассмотреть возможность проведения вакцинации детей и подростков с повышенным риском госпитализации или тяжелого течения атипичной пневмонии, вызываемой SARS-CoV-2, поскольку для них риски, связанные с COVID-19, существенно выше рисков, связанных с вакцинацией. К этой категории относятся дети с неврологической патологией, синдромом Дауна, иммунодефицитом, злокачественными новообразованиями, а также некоторыми сердечно-сосудистыми, респираторными и нефрологическими заболеваниями, ожирением и неконтролируемым сахарным диабетом [15].

Другим весомым аргументом в пользу проведения вакцинации детей является ограничение распространения COVID-19 и уменьшение количества тяжелых случаев у взрослых. При низком охвате прививками взрослых возрастает роль детской вакцинации. Исследование, проведенное в США, показало, что в тех штатах, где были самые низкие показатели вакцинации взрослых, отмечалось самое высокое число госпитализаций детей и подростков в отделения неотложной терапии. Этот вывод согласуется с данными, свидетельствующими о том, что дети с большей вероятностью могут заразиться SARS-CoV-2 от взрослых, чем стать источником инфекции [1]. Однако в другом исследовании в популяции с низким числом вакцинированных взрослых инфициро-

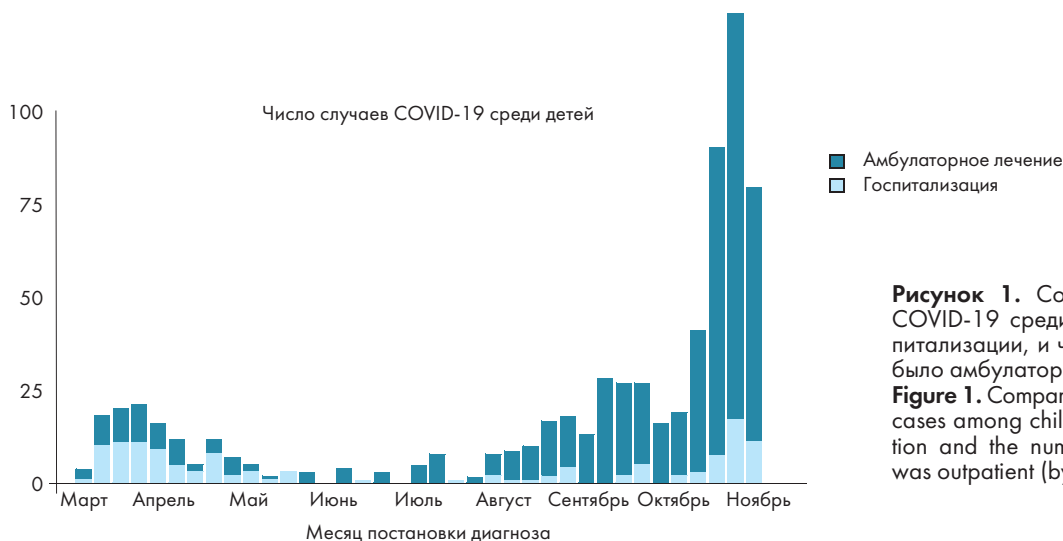


Рисунок 1. Сопоставление числа случаев COVID-19 среди детей, потребовавших госпитализации, и числа случаев, когда лечение было амбулаторным (по Uka A. et al., 2021)
Figure 1. Comparison of the number of COVID-19 cases among children who required hospitalization and the number of cases when treatment was outpatient (by Uka A. et al., 2021)

ванные дети стали источником заражения дельта-штаммом COVID-19 в 70% семей (в 57% случаев все члены семьи были инфицированы) [16].

В любом случае, несомненно, что вакцинация взрослых необходима, так как риск заразиться от не привитых детей снижается. Есть данные, что вакцинированные люди в 2 раза реже [17] передают вирус контактным лицам, что объясняется более низкой вирусной нагрузкой и меньшей продолжительностью выделения возбудителя [17, 18]. Однако этот факт не подтверждается в более поздних исследованиях, проведенных после появления дельта-штамма COVID-19, где утверждается о сходных вирусных нагрузках у вакцинированных и не вакцинированных людей [19–22]. Несомненно, что этот вопрос требует дальнейшего изучения.

Вакцинация взрослых не снимает с повестки дня вопрос о необходимости вакцинопрофилактики детей. В странах с низким и средним уровнем дохода населения дети в возрасте до 12 лет представляют собой достаточно многочисленную группу и, следовательно, могут играть значимую роль в передаче инфекции. С одной стороны, можно было бы считать благоприятным сценарием, когда заболеваемость COVID-19 в легкой форме способствует формированию коллективного иммунитета (как в случае прочих коронавирусов) [23]. Однако этот сценарий не годится для детей и подростков с сопутствующими заболеваниями, в т.ч. с неврологической, онкологической и др. патологией.

Также считается, что вакцинация детей и подростков может помочь уменьшить негативные последствия, связанные с карантином, обязательным тестированием на COVID-19, переводом образовательных учреждений в дистанционный формат работы, а также другими мерами, направленными на ограничение распространения инфекции. Однако затруднительно рассчитать точный целевой процент массовой вакцинации. Кроме того, если карантин вводится в первую очередь для защиты взрослого населения, дополнительная польза от вакцинации детей будет минимальной в случае иммунизации взрослых. Как вариант, вакцинация может стать обязательной для детей, выезжающих в другие страны.

Риск и отдаленные последствия вакцинации

До сих пор информация о долгосрочной безопасности вакцинации против COVID-19 детей неполная и противоречивая. Как и в случае с любой вакциной, существуют потенциальные редкие побочные эффекты вакцинации против COVID-19. Известно, что подходы к созданию вакцины разнообразны. Существуют живые и инактивированные вакцины, субъединичные и на основе адъювантов, ДНК- и мРНК-вакцины и др. Вакцины против COVID-19 имеют небольшой размер выборки и короткий период наблюдения [2]. Производство мРНК-вакцины Moderna быстро стартовало, но шаг тестирования ее на животных был полностью пропущен. Между тем, возникает много вопросов, в т.ч. «Развивается ли у вакцинированного пациента антителы иммунный ответ и как долго он продолжается? Есть ли побочные эффекты?». Так, исследователи из Италии одним из побочных эффектов считают развитие миокардита или перикардита после иммунизации мРНК-вакцинами [24, 25], особенно у мальчиков. Известно, что Швеция и Дания объявили о прекращении использования вакцины Moderna против COVID-19 среди лиц молодого возраста после сообщений о редких сердечно-сосудистых побочных эффектах. Франция и Германия также объявили об отказе от рекомендации вакцины Moderna людям моложе 30 лет из-за повышенного риска развития миокардита [2]. Известно об ограничении применения вакцины «АстраЗенека» в старших возрастных группах из-за нарушений свертываемости крови, выявленных на ранних стадиях испытаний [2].

Таким образом, вопрос о безопасности и эффективности вакцин остается главным при выборе любой терапии, особенно если речь идет о массовой вакцинации. Известно, что даже при вакцинации против сезонного гриппа может умереть примерно 1 на 10 миллионов человек, хотя понятно, что в случае отсутствия вакцинации умрет гораздо больше людей. Несомненно, что отдельного рассмотрения заслуживает вопрос об использовании вакцин у детей. На рисунке 2 перечислены факторы, которые по мнению Zimmermann P. (2021) следует

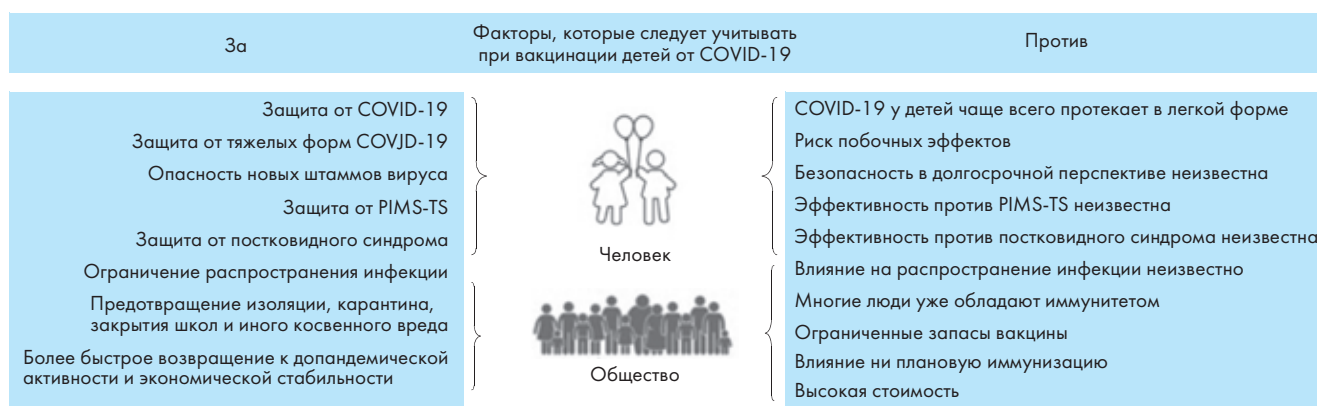


Рисунок 2. Факторы, которые следует учитывать при вакцинации детей от COVID-19
Figure 2. Factors to consider when vaccinating children against COVID-19

учитывать при вакцинации детей от COVID-19 (рис. 2, по Zimmermann P., 2021 [24], пер. Леушиной Е.С.).

В нашей стране используется вакцина «Спутник V» — первая в мире зарегистрированная вакцина на основе хорошо изученной платформы вектора аденовируса человека. Она одобрена в 71 стране с общим населением 4 млрд человек. Эффективность вакцины составляет 97,6% по результатам анализа данных о заболеваемости коронавирусом среди россиян, привитых обоими компонентами препарата в период с 5 декабря 2020 года по 31 марта 2021 года. Вакцина «Спутник V» создана на проверенной и хорошо изученной платформе аденовирусных векторов человека, которые вызывают обычную простуду и с которыми человечество сталкивалось на протяжении тысячелетий [<https://sputnikvaccine.com/rus/about-vaccine>].

Понятно, что инструкция по ее использованию подготовлена на основании ограниченного объема клинических данных по применению препарата и будет дополняться по мере поступления новых данных. В настоящее время заканчивается исследование отечественной вакцины против COVID-10 «Двойное слепое плацебо-контролируемое исследование с периодом открытого подбора дозы по оценке безопасности, переносимости и иммуногенности лекарственного препарата «ГамКОВИД-Вак М, комбинированная векторная вакцина для профилактики коронавирусной инфекции, вызываемой вирусом SARS-CoV-2» у подростков 12—17 лет». Предварительные результаты свидетельствуют о хорошей переносимости и иммуногенности вакцины. Несомненно, что данный вопрос требует дальнейшего изучения.

Еще одним актуальным вопросом в контексте пандемии COVID-19 является производство и распределение вакцины между странами. Во многих странах с низким и средним уровнем дохода охват населения вакцинацией против COVID-19 составляет менее 5%, несмотря на программу COVAX (англ. COVID-19 Vaccines Global Access; Глобальный доступ к вакцинам COVID-19). Улучшение распределения вакцин в странах с ограниченными ресурсами (включая страны Африки) требует расширения международного сотрудничества между всеми странами [1]. ВОЗ в сотрудничестве с другими международными организациями должна стремиться к обеспечению равного доступа к вакцинам против COVID-19 для всех стран и способствовать совершенствованию инфраструктуры внедрения вакцин во всем мире. На сегодняшний день, исходя из имеющихся данных, наиболее приоритетной задачей является вакцинация взрослых из группы риска по тяжелому течению COVID-19, включая медицинских работников [25]. С другой стороны, более высокая иммуногенность мРНК-вакцин у детей обуславливает возможность защиты данной возрастной группы путем введения одной дозы или уменьшенной дозы вакцины [26]. При этом условия для расширения масштабов производства вакцины против COVID-19 уже созданы, в свете чего

были намечены стратегии увеличения глобальных поставок вакцин [27].

Заключение

Подводя итог, можно сказать, что вопрос о необходимости вакцинации против COVID-19 всех здоровых лиц в отношении детей более сложен, чем в отношении взрослых. Такая ситуация обусловлена особым соотношением рисков и преимуществ специфической профилактики в данной возрастной категории. По мнению одних исследователей вакцинацию всех детей, вероятно, не следует делать обязательной [23, 28], так как COVID-19 у детей и вакцинированных взрослых протекает в лёгкой форме. При этом важен дифференцированный подход при определении соотношения риска и пользы вакцинации против COVID-19 в конкретных возрастных группах. Так, следует отдельно рассматривать ситуацию в отношении детей до 5 лет и в возрасте 5—11 лет. Решающее значение имеет постоянный мониторинг тяжести заболевания во всех возрастных группах с учетом того, что соотношение риска и пользы в любой момент может измениться [23]. Вакцинация детей против COVID-19 может быть более актуальной для стран с низким и средним уровнем дохода, где нагрузка на здравоохранение, связанная с COVID-19 у детей, является более высокой ввиду частоты сопутствующих заболеваний. Вакцинация одним компонентом (как в Великобритании и Норвегии) [29, 30] или меньшей дозой вакцины может быть оптимальным вариантом в данной возрастной группе. Такой подход также будет способствовать снижению риска развития миокардита при использовании м-РНК вакцин. Несмотря на то, что массовая вакцинация против COVID-19 лиц всех возрастов в будущем может стать общемировой практикой, в настоящее время радикальное решение этого вопроса не представляется целесообразным. Рассматривая вопрос о вакцинации детей от COVID-19 в России как в развитой стране, следует учитывать современные разработки отечественных исследователей, а также эпидемическую ситуацию в конкретный момент времени. В случае подтверждения эффективности и безопасности новых вакцин в долгосрочной перспективе их широкое применение поможет существенно снизить нагрузку на здравоохранение при возникновении угрозы новой пандемии.

Литература/References:

1. Govender K, Nyamaruze P, McKerrow N, Meyer-Weitz A, Cowden RG. COVID-19 vaccines for children and adolescents in Africa: aligning our priorities to situational realities. *BMJ Glob Health*. 2022 Feb; 7(2):e007839. doi: 10.1136/bmjgh-2021-007839.
2. Kraaijeveld, Steven R. ; Gur-Arie, Rachel & Jamrozik, Euzebiusz (2022). Against COVID-19 vaccination of healthy children. *Bioethics*. 36(6):687–698.
3. Göttinger F, Santiago-García B, Noguera-Julían A, et al. COVID-19 in children and adolescents in Europe: a multinational, multicentre cohort study. *Lancet Child Adolesc Health*. 2020; 4:653–61. doi:10.1016/S2352-4642(20)30177-2
4. Zimmermann P, Curtis N. Coronavirus infections in children including COVID-19: an overview of the epidemiology, clinical features,

- diagnosis, treatment and prevention options in children. *Pediatr Infect Dis J.* 2020; 39:355–68. doi:10.1097/INF.0000000000002660
5. Castagnoli R, Votto M, Licari A, et al. Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) infection in children and adolescents: a systematic review. *JAMA Pediatr.* 2020; 174:882–9. doi:10.1001/jamapediatrics.2020.1467
 6. Ludvigsson JF. Systematic review of COVID-19 in children shows milder cases and a better prognosis than adults. *Acta Paediatr.* 2020; 109:1088–95. doi:10.1111/apa.15270
 7. Zimmermann P, Curtis N. Why is COVID-19 less severe in children? A review of the proposed mechanisms underlying the age-related difference in severity of SARS-CoV-2 infections. *Arch Dis Child.* 2021; 106:429–39. doi:10.1136/archdischild-2020-320338
 8. Zimmermann P, Curtis N. COVID-19 in children, pregnancy and neonates: a review of epidemiologic and clinical features. *Pediatr Infect Dis J.* 2020; 39:469–77. doi:10.1097/INF.0000000000002700
 9. Uka A, Buettcher M, Bernhard-Stirneemann S. Factors associated with hospital and intensive care admission in paediatric SARS-CoV-2 infection: a prospective nationwide observational cohort study. *Eur J Pediatr.* 2021.
 10. Ward JL, Harwood R, Smith C. Risk factors for intensive care admission and death amongst children and young people admitted to hospital with COVID-19 and PIMS-TS in England during the first pandemic year. *MedRxiv.* 2021:2021.07.01.21259785.
 11. Stokes EK, Zambrano LD, Anderson KN, et al. Coronavirus Disease 2019 Case Surveillance — United States, January 22–May 30, 2020. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2020; 69:759–65. doi:10.15585/mmwr.mm6924e2
 12. Lu X, Zhang L, Du H, et al. SARS-CoV-2 infection in children. *N Engl J Med.* 2020; 382:1663–5. doi:10.1056/NEJMc2005073
 13. Bhuiyan MU, Stiboy E, Hassan MZ, et al. Epidemiology of COVID-19 infection in young children under five years: a systematic review and meta-analysis. *Vaccine.* 2021; 39:667–77. doi:10.1016/j.vaccine.2020.11.078
 14. Pegden W, Prasad V, Baral S. Covid vaccines for children should not get emergency use Authorization. *The BMJ opinion,* 2021. Available: <https://blogs.bmj.com/bmj/2021/05/07/covid-vaccines-for-children-should-not-get-emergency-use-authorization/>
 15. Fernandes DM, Oliveira CR, Guerguis S, et al. Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 Clinical Syndromes and Predictors of Disease Severity in Hospitalized Children and Youth. *J Pediatr.* 2021; 230:e10:23–31. doi:10.1016/j.jpeds.2020.11.016
 16. National Centre for Immunisation Research and Surveillance NCIRS. COVID-19 delta variant in schools and early childhood education and care services in NSW, Australia: 16 June to 31 July 2021. Available: https://www.ncirs.org.au/sites/default/files/2021-09/NCIRS%20NSW%20Schools%20COVID_Summary_8%20September%2021_Final.pdf [Accessed 9 Sep 2021].
 17. Harris RJ, Hall JA, Zaidi A, et al. Effect of vaccination on household transmission of SARS-CoV-2 in England. *N Engl J Med.* 2021; 385:759–60. doi:10.1056/NEJMc2107717
 18. Levine-Tiefenbrun M, Yelin I, Katz R. Decreased SARS-CoV-2 viral load following vaccination. *MedRxiv.* 2021. doi:10.1101/2021.02.06.21251283
 19. Riemersma KK, Grogan BE, Kita-Yarbro A. Shedding of infectious SARS-CoV-2 despite vaccination. *MedRxiv.* 2021. doi:10.1101/2021.07.31.21261387
 20. Musser JM, Christensen PA, Olsen RJ. Delta variants of SARS-CoV-2 cause significantly increased vaccine breakthrough COVID-19 cases in Houston, Texas. *MedRxiv.* 2021. doi:10.1101/2021.07.19.21260808
 21. Brown CM, Vostok J, Johnson H, et al. Outbreak of SARS-CoV-2 Infections, Including COVID-19 Vaccine Breakthrough Infections, Associated with Large Public Gatherings — Barnstable County, Massachusetts, July 2021. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2021; 70:1059–62. doi:10.15585/mmwr.mm7031e2
 22. Chia PY, Xiang Ong SW, Chiew CJ. Virological and serological kinetics of SARS-CoV-2 delta variant vaccine-breakthrough infections: a multi-center cohort study. *MedRxiv.* 2021. doi:10.1101/2021.07.28.21261295
 23. Lavine JS, Bjornstad ON, Antia R. Immunological characteristics govern the transition of COVID-19 to endemicity. *Science.* 2021; 371:741–5. doi:10.1126/science.abe6522
 24. Zimmermann P, Pittet LF, Finn A, Pollard AJ, Curtis N. Should children be vaccinated against COVID-19? *Arch Dis Child.* 2022 Mar; 107(3):e1. doi:10.1136/archdischild-2021-323040.
 25. Our World in Data. COVID-19 vaccine doses administered. Available: <https://ourworldindata.org/grapher/cumulative-covid-vaccinations> [Accessed 24 Jul 2021].
 26. Frenck RW, Klein NP, Kitchin N, et al. Safety, immunogenicity, and efficacy of the BNT162b2 Covid-19 vaccine in adolescents. *N Engl J Med.* 2021; 385:239–50. doi:10.1056/NEJMoa2107456
 27. Castillo JC, Ahuja A, Athey S, et al. Market design to accelerate COVID-19 vaccine supply. *Science.* 2021; 371:1107–9. doi:10.1126/science.abg0889
 28. Coleman PG, Perry BD, Woolhouse ME. Endemic stability—a veterinary idea applied to human public health. *Lancet.* 2001; 357:1284–6. doi:10.1016/S0140-6736(00)04410-X
 29. UK joint Committee on vaccination and immunisation. JCVI statement on COVID-19 vaccination of children aged 12 to 15 years: 3 September 2021. Available: <https://www.gov.uk/government/publications/jcvi-statement-september-2021-covid-19-vaccination-of-children-aged-12-to-15-years/jcvi-statement-on-covid-19-vaccination-of-children-aged-12-to-15-years-3-september-2021> [Accessed 4 Oct 2021].
 30. Norwegian Institute of Public Health. 12–15-year-olds will be offered coronavirus vaccination. Available: <https://www.fhi.no/en/news/2021/12-15-year-olds-will-be-offered-coronavirus-vaccination/> [Accessed 4 Oct 2021].

Статья поступила 14.12.2022

Конфликт интересов: Авторы подтвердили отсутствие конфликта интересов, финансовой поддержки, о которых необходимо сообщить. Conflict of interest: The authors confirmed the absence conflict of interest, financial support, which should be reported