

# ЗНАЧЕНИЕ ВИРУСОЛОГИЧЕСКОГО НАДЗОРА ЗА ПРИБЫВШИМИ ИЗ НЕБЛАГОПОЛУЧНЫХ ПО ПОЛИОМИЕЛИТУ ТЕРРИТОРИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЯ СИТУАЦИИ С ЭТОЙ ИНФЕКЦИЕЙ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

О.И. Канаева<sup>1</sup>, Н.И. Романенкова<sup>1</sup>, В.А. Евсева<sup>1</sup>, Н.А. Толстых<sup>1</sup>, Т.Н. Погребная<sup>2</sup>, М.А. Блохинова<sup>1</sup>, К.А. Антоненков<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФБУН НИИ эпидемиологии и микробиологии имени Пастера, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> ФБУЗ Центр гигиены и эпидемиологии в Калининградской области, г. Калининград, Россия

**Резюме.** Проведен анализ результатов вирусологического исследования материала от здоровых детей, прибывших в Российскую Федерацию из неблагополучных по полиомиелиту территорий. Проведен анализ напряженности иммунитета к полиовирусам у детей, прибывших в РФ, и у детей, постоянно проживающих на территории Российской Федерации. За десятилетний период (2014–2023 гг.) в Субнациональной лаборатории ВОЗ в Санкт-Петербурге было исследовано более 3300 проб. Большинство обследованных прибыло в субъекты Российской Федерации из Республик Таджикистан (56,5%), Узбекистан (6,2%) и из Украины (5,8%). Также были обследованы дети, приехавшие из Северо-Кавказского федерального округа, которые составили 22,2% от всех обследованных. При вирусологическом исследовании от 55 детей было выделено 65 полиовирусов (ПВ). Большинство полиовирусов были отнесены к типам 1 и 3, шесть штаммов отнесены к типу 2. Все полиовирусы по результатам внутритиповой дифференциации являлись вакцинными, в том числе полиовирусы типа 2. Один штамм ПВ2 был выделен от ребенка из Киргизии в 2014 г. и пять штаммов ПВ2 — из новой оральной полиовирусной вакцины (нОПВ2) от детей из Республики Таджикистан в 2021 г., когда вакцину нОПВ2 использовали для купирования циркуляции полиовирусов вакцинного происхождения типа 2 в этой стране. Анализ вакцинального статуса детей, приехавших из неблагополучных по полиомиелиту стран и территорий, выявил проблемы с иммунизацией в местах их постоянного проживания. Более трети обследованных не имели сведений о прививках, около 9% детей не были привиты по разным причинам, в том числе в связи с медицинскими отводами и отказами родителей от прививок, 12% детей были привиты не полностью. Сравнительный анализ эффективности вакцинации против полиомиелита детей — резидентов субъекта РФ и детей, прибывших из Республики Таджикистан, свидетельствует о недостатках системы иммунизации в этой стране. Многие обследованные не имели антител к полиовирусам разных типов, а у 11–12% детей не было антител к полиовирусам всех трех или двух типов, включенных в вакцины (согласно схемам вакцинации 2006–2010 или 2014–2020 гг.). Полученные данные подтверждают важное значение и необходимость эпидемиологического и вирусологического надзора за детьми, прибывшими из неблагополучных по полиомиелиту территорий, в системе контроля ситуации по полиомиелиту в Российской Федерации.

**Ключевые слова:** полиомиелит, вирусологический надзор, полиовирусы, вакцинация, иммунитет.

## Адрес для переписки:

Канаева Ольга Ильинична  
197101, Россия, Санкт-Петербург, ул. Мира, 14,  
ФБУН НИИ эпидемиологии и микробиологии имени Пастера.  
Тел.: 8 (812) 644-63-47. Факс: 8 (812) 644-63-10.  
E-mail: kanaeva@pasteurorg.ru

## Contacts:

Olga I. Kanaeva  
197101, Russian Federation, St. Petersburg, Mira str., 14,  
St. Petersburg Pasteur Institute.  
Phone: +7 (812) 644-63-47. Fax: +7 (812) 644-63-10.  
E-mail: kanaeva@pasteurorg.ru

## Для цитирования:

Канаева О.И., Романенкова Н.И., Евсева В.А., Толстых Н.А., Погребная Т.Н., Блохинова М.А., Антоненков К.А. Значение вирусологического надзора за прибывшими из неблагополучных по полиомиелиту территорий для контроля ситуации с этой инфекцией в Российской Федерации // Инфекция и иммунитет. 2024. Т. 14, № 6. С. 1169–1178. doi: 10.15789/2220-7619-IOV-17706

## Citation:

Kanaeva O.I., Romanenkova N.I., Evseeva V.A., Tolstykh N.A., Pogrebnaya T.N., Blokhinova M.A., Antonenkov K.A. Importance of virological surveillance after migrants from polio high-risk territories for poliomyelitis monitoring in the Russian Federation // Russian Journal of Infection and Immunity = Infektsiya i immunitet, 2024, vol. 14, no. 6, pp. 1169–1178. doi: 10.15789/2220-7619-IOV-17706

## IMPORTANCE OF VIROLOGICAL SURVEILLANCE AFTER MIGRANTS FROM POLIO HIGH-RISK TERRITORIES FOR POLIOMYELITIS MONITORING IN THE RUSSIAN FEDERATION

Kanaeva O.I.<sup>a</sup>, Romanenkova N.I.<sup>a</sup>, Evseeva V.A.<sup>a</sup>, Tolstykh N.A.<sup>a</sup>, Pogrebnaya T.N.<sup>b</sup>, Blokhinova M.A.<sup>a</sup>, Antonenkov K.A.<sup>a</sup>

<sup>a</sup> St. Petersburg Pasteur Institute, St. Petersburg, Russian Federation

<sup>b</sup> Center of Hygiene And Epidemiology in Kaliningrad Region, Kaliningrad, Russian Federation

**Abstract.** The results of virologically examined biological material collected from children and poliovirus-specific immunity arrived in the Russian Federation from polio high risk territories were analyzed. Over a ten-year period (2014–2023), more than 3.300 samples were examined at the Subnational WHO Laboratory in St. Petersburg. Most of the examined children arrived in different regions of the Russian Federation from the Republics of Tajikistan (56.5%) or Uzbekistan (6.2%) and from Ukraine (5.8%). Children who arrived from the North Caucasus were also examined comprising 22.2% examined cases. Polioviruses (65 PV) were isolated from 55 children during virological study. Most isolated strains were classified as types 1 and 3 polioviruses, with six strains classified as type 2. Only vaccine polioviruses were found, including type 2 polioviruses according to the ITD results. One PV2 strain was isolated from a child from Kyrgyzstan in 2014, and five PV2 strains from the new nOPV2 vaccine were isolated from Tajik children in 2021 after using nOPV2 vaccine to suppress cVDPV2 circulation in Tajikistan. Analysis of vaccination status in children arrived from high polio risk territories revealed problems poor immunization coverage in relevant place of residence. More than a third of children had no vaccination records, about 9% children had no polio vaccination for various reasons including medical exemptions and refusals of parents to vaccinate, another 12% were vaccinated incompletely. A comparatively analyzed effectiveness of polio vaccination for children resident in the Russian Federation and those who arrived from Tajikistan also evidenced poor polio immunization coverage in the latter. Many children from Tajikistan had no antibodies specific to polioviruses of different types, and 11–12% of children did not have antibodies to all three or two vaccine poliovirus types (according to the 2006–2010 or 2014–2020 vaccination schedules). The data obtained confirm the importance and need for epidemiological and virological surveillance for residents arrived from polio high risk territories in Russia within poliomyelitis control programme in the Russian Federation.

**Key words:** poliomyelitis, virological surveillance, polioviruses, vaccination, immunity.

## Введение

Несмотря на колоссальный успех Глобальной программы ликвидации полиомиелита, инфекция по-прежнему остается актуальной для здравоохранения всех стран. Коллективными усилиями к настоящему времени удалось достичь радикального снижения количества случаев полиомиелита, вызванных «дикими» полиовирусами (ДПВ). На отсутствие циркуляции ДПВ сертифицированы 5 регионов мира из шести. Не сертифицирован только Восточно-Средиземноморский регион, где с 2018 г. остаются эндемичными всего две страны: Афганистан и Пакистан [21]. Глобальное сотрудничество позволило сократить число случаев полиомиелита, вызванного «дикими» полиовирусами, с 350 000 случаев в мире в год принятия Глобальной программы ликвидации полиомиелита (1988 г.) до 12 случаев в 2023 г. только в Афганистане и Пакистане. Тем не менее из других источников (образцы сточной воды, контактные и лица без признаков заболевания) в 2023 г. было выделено 146 штаммов ДПВ1, что говорит о непрекращающейся циркуляции этого вируса в эндемичных странах.

С 2021 г. в Пакистане проводилась масштабная кампания по вакцинации с охватом более 160 000 детей. Она стала самой удачной в стране за все время борьбы с полиомиелитом. Но из-за

политической нестабильности, проблем с безопасностью и отказов пускать вакцинаторов в дома многие дети остаются не привитыми от полиомиелита. Кампании по вакцинации ведутся и в Афганистане, однако в южных районах страны остается около 200 тыс. детей, недоступных для вакцинаторов. Данная популяция в сочетании с активными миграционными потоками между Афганистаном и Пакистаном представляют угрозу дальнейшего распространения «дикого» полиовируса [19].

Вызовом для Программы стали вспышки полиомиелита, вызванные циркулирующими полиовирусами вакцинного происхождения (цПВВП) [15]. За последние шесть лет эти полиовирусы (ПВ) вызвали больше случаев паралитического полиомиелита, чем ДПВ: по данным ВОЗ, с 2017 по 2023 гг. подтверждено 419 случаев, вызванных ДПВ1, тогда как цПВВП только в 2023 г. вызвали 524 случая в 32 странах [21]. Изъятие из оральной полиовирусной вакцины (ОПВ) штамма Сэбина типа 2 в 2016 г. с целью снижения циркуляции полиовирусов, ставших нейровирулентными в процессе трансмиссии в популяции с плохим охватом вакцинацией [14], не дало ожидаемых результатов. Напротив, количество случаев полиомиелита, вызванного цПВВП2, кратно возросло. Было показано, что скорость нуклеотидных (nt) замен для штаммов ПВВП2 составляет  $1,14 \times 10^{-2}$  nt в год, примерно

одна замена в 35 дней [10]. Применение моновалентной оральной полиовирусной вакцины (МОПВ) типа 2 в ходе кампаний по вакцинации в Африке в 2016–2019 гг. привело к возникновению 27 вспышек полиомиелита из 41, вызванных цПВВП2 [14]. Поэтому штамм для новой оральной полиовирусной вакцины (НОПВ) был модифицирован так, чтобы свести к минимуму генетическую изменчивость в процессе репликации в организме [20].

Впервые НОПВ2 применили в Нигерии в 2021 г. для борьбы со случаями полиомиелита, вызванного цПВВП2. Клинико-эпидемиологический анализ показал, что эффективность НОПВ2 и МОПВ одинакова, но эффективность инактивированной полиовирусной вакцины (ИПВ) выше чем обеих моновакцин [12]. Несмотря на высокую эффективность НОПВ2 в клинических испытаниях, ее применение в странах с плохой экономической ситуацией не столь успешно. Причинами этого могут быть воспаления ЖКТ у реципиентов оральной вакцины и распространение неполиомиелитных энтеровирусов, а также других возбудителей кишечных инфекций [16] в этих странах. Поскольку НОПВ2 обладает большей генетической стабильностью чем МОПВ2, именно она является вакциной выбора в очагах полиомиелита, вызванного цПВВП2.

Есть случаи импортирования ПВВП в соседние с Российской Федерацией страны с низким охватом иммунизации против полиомиелита. В 2020 г. в Таджикистане началась вспышка полиомиелита, вызванная цПВВП2. В 2020–2021 гг. в этой стране было зарегистрировано 34 случая паралитических заболеваний. Вирус цПВВП2 был выделен и из проб сточной воды и у контактных лиц без симптомов заболевания [18]. Для прерывания вспышки в стране были проведены Национальные дни иммунизации с охватом детей до 6 лет в три раунда с НОПВ2. В Российской Федерации были приняты противоэпидемические меры: вступил в действие специальный алгоритм обследования детей, прибывших из Таджикистана. Обследованию подлежали все прибывшие из Таджикистана дети до 5 лет без учета даты прибытия на территорию Российской Федерации. В результате реализации этого алгоритма штаммы ПВ типа 2 были выявлены у 106 здоровых детей (2 штамма ПВВП2, 104 штамма НОПВ2) [8].

Аналогичная ситуация зафиксирована в Украине, где в 2021 г. произошла вспышка полиомиелита, вызванная цПВВП типа 2. Этот полиовирус изначально сформированный в Пакистане, затем был выявлен в Таджикистане. В 2021 г. цПВВП2 вызвал паралитический полиомиелит у двух украинских детей и был обнаружен у 19 контактных лиц.

Кампания по подчищающей иммунизации детей от 6 месяцев до 6 лет и усиление надзора за полиомиелитом купировали эту ситуацию. После декабря 2021 г. ПВВП2 не были детектированы в стране, и в сентябре 2023 г. ВОЗ официально объявила об окончании вспышки полиомиелита в Украине. В связи с увеличением потока переселенцев из Украины в субъекты РФ был усилен контроль за прибывающими в Россию детьми.

Важно, что в разных субъектах РФ по-разному складывается эпидемическая ситуация с инфекциями, в том числе с полиомиелитом. В Северокавказском федеральном округе (СКФО) эпидемическая ситуация по полиомиелиту осложнена, поэтому прибывающие из СКФО здоровые дети также подлежат обследованию на полиовирусы.

Российская сеть полиомиелитных лабораторий, которая входит в Глобальную лабораторную сеть ВОЗ по диагностике полиомиелита, осуществляет контроль циркуляции полиовирусов среди населения — в том числе вирусологический надзор за детьми, прибывшими в РФ из неблагополучных по полиомиелиту территорий [3, 4]. Региональный центр эпидемиологического надзора за полиомиелитом и ОВП (СПб РЦ) работает с 1998 г. Он курирует 14 субъектов РФ (11 территорий Северо-Западного федерального округа и 3 территории Центрального и Приволжского округов).

## Материалы и методы

В СПб РЦ исследуются пробы фекалий от здоровых детей в возрасте до 5 лет из семей мигрантов, кочующих групп населения, прибывших из эндемичных или неблагополучных по полиомиелиту стран и территорий [7]. За десятилетний период (2014–2023 гг.) было исследовано 3333 пробы.

Для обработки фекального материала и выделения полиовирусов согласно рекомендациям ВОЗ [6] использовали сертифицированные перевиваемые культуры клеток человека RD, HEp-2 и линию L20V из L-клеток мыши с векторным геном, обеспечивающим экспрессию специфического рецептора к полиовирусу. Для культивирования клеток использовали растворы, питательные среды (ПанЭко, Россия) и инактивированную фетальную сыворотку (Thermo Fisher Scientific, Бразилия). При цитопатогенном эффекте на культуре L20V полиовирус идентифицировали в реакции нейтрализации со специфическими диагностическими сыворотками (ФНЦИРИП им. М.П. Чумакова РАН, Россия).

В 2021–2022 гг. для определения наличия вирусспецифической РНК для части проб параллельно применяли метод ОТ-ПЦР в режиме ре-

ального времени с использованием диагностической тест-системы «АмплиСенс® Enterovirus-FL» (ФБУН ЦНИИ Эпидемиологии Роспотребнадзора, Россия) согласно инструкции производителя. Для выделения вирусной РНК использовался набор «РИБО-Преп» (ФБУН ЦНИИ Эпидемиологии Роспотребнадзора, Россия). Для определения принадлежности полиовируса к вакцинному штамму методом внутритиповой дифференциации (ВТД) [13] изолят направляли в Национальную лабораторию.

## Результаты

### Выделение полиовирусов от детей, прибывших из неблагополучных по полиомиелиту регионов

На территории регионального центра преимущественно приезжают дети трудовых мигрантов из стран СНГ. Среди детей, подлежащих обследованию, больше всего было детей из Республики Таджикистан (56,5%). Также обследованы дети из Республики Узбекистан (6,2%), Украины (5,8%) и другие дети (табл. 1). Среди обследованных 63 ребенка прибыли не из стран — участников СНГ или у них в направлении не была указана страна прибытия. Также были обследованы дети — резиденты СКФО, которые составили 22,2% от всех обследованных.

В результате вирусологического исследования было выделено 55 полиовирусов (табл. 2), что составило 1,7% от общего количества проб. Более всего было выделено полиовирусов типов 1 и 3, менее всего — ПВ типа 2. Все полиовирусы по результатам ВТД относились к вакцинным штаммам, в том числе штаммы ПВ типа 2.

В 2014–2020 гг. полиовирусы были выделены в единичных случаях. Обследовались преимущественно дети, родители которых обращались в медицинские учреждения за оказанием помощи, либо для получения справки о возможности посещать детские коллективы. В 2021 г. из 1176 проб 1018 проб (86,6%) получено от детей из Таджикистана, из которых выделено 15 полиовирусов. Один изолят полиовируса был выделен от ребенка из Дагестана. В 2022 г. в лаборатории СПб РЦ было исследовано 890 проб от здоровых детей, в которых было обнаружено 28 (3,0%) полиовирусов. От детей, прибывших из Украины, ЛНР, ДНР было выделено 22 полиовируса. Еще 9 полиовирусов было выделено от детей из Республики Таджикистан. Полиовирусы с эпидемическим потенциалом («дикие», ПВВП) выделены не были.

Пропорция полиовирусов разных типов среди вирусов, выделенных от детей из СКФО, Таджикистана, Украины, а также других стран СНГ представлена на рисунке. В отношении к количеству исследованных проб полиовирусы чаще выделялись от детей из Украины (9,4%) и Таджикистана (1,5%). Только от прибывших из Таджикистана выделяли полиовирусы всех трех типов. ПВ типа 2 был также выделен от ребенка из Киргизии (2014 г.) до прекращения вакцинация трехвалентной ОПВ. Из 55 детей-выделителей полиовирусов только 3 ребенка были привиты ОПВ менее месяца назад, 8 детей привиты ОПВ менее двух месяцев назад, трое были привиты менее месяца назад, тип вакцины неизвестен. У 12 детей с момента вакцинации ОПВ прошло от двух месяцев до шести

**Таблица 1. География прибытия детей, обследованных в СПб РЦ, 2014–2023 гг.**

Table 1. Geography of arrival of examined children, 2014–2023

| Страна/территория<br>Country/Region | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | Всего<br>Total | %    |
|-------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------------|------|
| <b>СКФО</b><br>Northern Caucasus    | 20   | 19   | 30   | 14   | 10   | 170  | 108  | 116  | 149  | 103  | 739            | 22,2 |
| <b>Таджикистан</b><br>Tajikistan    | 25   | 23   | 32   | 21   | 18   | 14   | 9    | 1018 | 593  | 129  | 1882           | 56,5 |
| <b>Узбекистан</b><br>Uzbekistan     | 31   | 28   | 28   | 26   | 11   | 15   | 3    | 13   | 25   | 26   | 206            | 6,2  |
| <b>Украина</b><br>Ukraine           | 5    | 8    | 45   | 11   | 6    | 4    | 1    | 11   | 98   | 3    | 192            | 5,8  |
| <b>Киргизия</b><br>Kyrgyzstan       | 4    | 7    | 20   | 15   | 6    | 11   | 5    | 8    | 12   | 22   | 110            | 3,3  |
| <b>Казахстан</b><br>Kazakhstan      | 9    | 4    | 6    | 3    | 3    | 5    | 0    | 7    | 4    | 4    | 45             | 1,3  |
| <b>Азербайджан</b><br>Azerbaijan    | 4    | 2    | 5    | 6    | 11   | 4    | 2    | 0    | 0    | 3    | 37             | 1,1  |
| <b>Армения</b><br>Armenia           | 0    | 1    | 4    | 0    | 2    | 3    | 0    | 0    | 6    | 3    | 19             | 0,5  |
| <b>Другие</b><br>Others             | 8    | 27   | 24   | 12   | 4    | 13   | 6    | 3    | 3    | 3    | 103            | 3,1  |

**Таблица 2. Результаты обследования детей из семей мигрантов на полиовирусы (PV)**

Table 2. Results of poliovirus detection of migrant children

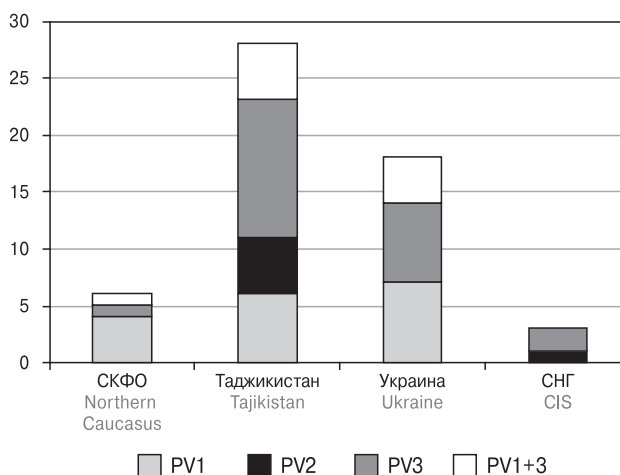
| Год<br>Year           | Число обследованных<br>Number of examined children | Положительные на ПВ пробы (абс./%)<br>Positive samples (number/%) | Типы выделенных ПВ<br>Types of polioviruses |
|-----------------------|--|---|---|
| 2014                  | 106  | 4/3,8%  | PV2, 2PV3, PV1+PV3                          |
| 2015                  | 119  | 1/0,8%  | PV3   |
| 2016                  | 194  | 0   | –   |
| 2017                  | 108  | 0   | –   |
| 2018                  | 71   | 1/1,4%  | PV1+PV3                                     |
| 2019                  | 239  | 3/1,3%  | 3 PV1                                       |
| 2020                  | 134  | 2/1,5%  | 2 PV3                                       |
| 2021                  | 1176   | 16/1,4%   | 3PV1, 5PV2, 5PV3, 3 PV1+PV3                 |
| 2022                  | 890  | 27/3,0%   | 11PV1, 11PV3, 5 PV1+PV3                     |
| 2023                  | 296  | 1/0,3%  | PV3   |
| <b>Всего</b><br>Total | 3333   | 55 (1,7%)   | 17PV1, 6PV2, 22PV3, 10 PV1+PV3              |

лет. Четверо детей не были привиты, 25 не имели сведений о вакцинации. В четырех случаях были выделены смеси полиовирусов (ПВ1+ПВ3) у детей, привитых оральной полиовирусной вакциной менее двух месяцев назад, в одном случае — у непривитого ребенка из Чеченской Республики, в трех случаях — у детей без данных о вакцинации из Таджикистана и в двух — у детей без сведений о вакцинации из Украины, ЛНР, ДНР.

В 2021 г. у пяти детей из Таджикистана, обследованных в СПб РЦ, были обнаружены штаммы нОПВ2. Всего на территориях центра было выделено 11 штаммов нОПВ2 (учтено только первичное выделение), из которых пять было выделено в СПб РЦ, 6 нОПВ2, обнаруженных путем ПЦР лабораториями территорий, были отправлены в Национальную лабораторию. Десять из этих детей были полностью или частично вакцинированы против полиомиелита, один не имел сведений о прививках. Из 11 детей лишь пятеро были официально вакцинированы новой оральной полиовирусной вакциной. От вакцинации до забора проб прошло 45–98 дней. Остальные дети, вероятно, инфицированы вакцинным штаммом при контакте с недавно привитыми, либо их родители не сообщили о факте вакцинации. У ребенка 11 мес. из Санкт-Петербурга штамм нОПВ2 был выделен дважды, пробы отобраны с интервалом в месяц. Через 6 дней после отбора второй пробы ребенок выбыл в Таджикистан. У ребенка из Ленинградской области штамм нОПВ2 выделяли трижды в течение 14 дней до получения отрицательного результата. При повторных заборах проб у остальных носителей штамма нОПВ2 результаты были отрицательными. Пробы отбирали также у членов семей, проживающих совместно с детьми-выделителями, штаммы ПВ типа 2 не были найдены ни в одном случае.

### Анализ вакцинального статуса детей, прибывших из неблагополучных по полиомиелиту регионов

Для выработки защитного иммунитета к полиовирусам необходимо получить не менее трех доз полиовирусной вакцины (первичный цикл вакцинации в 3, 4,5 и 6 месяцев). Среди обследованных детей из неблагополучных по полиомиелиту территорий, только 42,5% детей были иммунизированы тремя и более дозами полиовирусной вакцины (ИПВ или ОПВ) (табл. 3). 12,1% детей получили одну или две дозы вакцины, то есть были привиты не полностью. Более трети детей (36,8%) не имели сведений о вакцинации, такие дети подлежат вакцинации по отечественному календарю прививок, начиная с первой дозы инактивированной полиовирусной вакцины. Дети, не привитые по разным причинам, в том числе в связи медицинскими



**Рисунок. Типы полиовирусов, выделенных от детей, прибывших из неблагополучных территорий, 2014–2023 гг.**

Figure. Poliovirus types, isolated from migrant children, 2014–2023

**Таблица 3. Вакцинальный статус детей, прибывших из неблагополучных по полиомиелиту территорий, обследованных в СПб РЦ, 2014–2023 гг.**

Table 3. Vaccination status of migrant children, examined in Subnational polio laboratory, 2014–2023

| Вакцинальный статус детей<br>Vaccination status           | Прибывших из СКФО<br>Children from Northern<br>Caucasus |      | Прибывших из других<br>стран<br>Children from other countries |      | Всего<br>Total                    |      |
|---|---|------|---|------|-----------------------------------|------|
|   | Число детей<br>Number of children                       | %    | Число детей<br>Number of children                             | %    | Число детей<br>Number of children | %    |
| Нет данных о вакцинации<br>Without data about vaccination | 204   | 27,6 | 1024  | 39,5 | 1228                              | 36,8 |
| Медицинский отвод<br>Medical exemption                    | 33  | 4,5  | 1   | 0,0  | 34                                | 1,0  |
| Не привит<br>Unvaccinated                                 | 98  | 13,3 | 122   | 4,7  | 220                               | 6,6  |
| Отказ от вакцинации<br>Refuse from vaccination            | 32  | 4,3  | 0   | 0    | 32                                | 1,0  |
| Менее 3 доз вакцины<br>< 3 dose of polio vaccine          | 179   | 24,3 | 223   | 8,6  | 402                               | 12,1 |
| 3 и более доз вакцины<br>3 and more dose of polio vaccine | 192   | 26,0 | 1225  | 47,2 | 1417                              | 42,5 |
| <b>Всего</b><br>Total                                     | 738   | 100% | 2595  | 100% | 3333                              | 100% |

отводами (часто не обоснованными) или с отказами от прививок со стороны родителей, составили 8,6% от всех детей. Таким образом, как непривитых следует расценивать 45,4% детей, прибывших из неблагополучных по полиомиелиту стран и территорий.

Следует обратить внимание на значительные проценты детей из обеих категорий, прибывших на территории СПб РЦ, без сертификатов вакцинации (27,6% и 39,5%). При этом большинство детей из СКФО приезжали для консультации и лечения в соматические стационары. В этой категории детей также отмечены медицинские

отводы (4,5%) и отказы от вакцинации (4,3%). Кроме того, немало детей, имеющих менее трех доз полиовирусных вакцин, были старше 12 месяцев. Следовательно, дети из обеих категорий относятся к группе серьезного риска в отношении полиомиелита, и за ними необходим постоянный надзор. Среди стран, из которых на территории РФ прибывали дети, особое внимание было обращено на Республику Таджикистан, поскольку там в разные годы была зафиксирована циркуляция «диких» полиовирусов и цПВВП2. Именно из этой страны в РФ прибыло большинство детей, подлежащих обследованию.

**Таблица 4. Процент лиц, серонегативных к полиовирусам, среди жителей и мигрантов на одной из территорий Российской Федерации**

Table 4. Percentage of persons seronegative for polioviruses among resident and migrant children in one of the territory of Russia

| Категория обследованных детей<br>Examined children groups                    | Число детей<br>Number of children | Процент серонегативных к полиовирусам<br>% of seronegative for polioviruses |          |          |                     |
|--|-----------------------------------|---|----------|----------|---------------------|
|  |                                   | PV1   | PV2      | PV3      | PV1+PV2+PV3/PV1+PV3 |
| <b>2006–2010 гг. (вакцинация тОПВ)</b><br>2006–2010 years (tOPV vaccination) |                                   |   |          |          |                     |
| Дети – резиденты территории<br>Resident children                             | 1012                              | 2,0±0,4   | 1,5±0,4  | 6,0±0,7  | 0,4±0,2             |
| Дети из семей мигрантов<br>Migrant children                                  | 169                               | 20,1±3,0  | 18,7±3,1 | 25,4±3,3 | 12,4±2,6            |
| <b>2017–2022 гг. (вакцинация бОПВ)</b><br>2017–2022 years (bOPV vaccination) |                                   |   |          |          |                     |
| Дети – резиденты территории<br>Resident children                             | 1177                              | 2,3±0,3   | n/a      | 5,6±0,6  | 1,5±0,3             |
| Дети из семей мигрантов<br>Migrant children                                  | 106                               | 17,1±3,2  | n/a      | 29,3±3,6 | 11,3±3,0            |

В Калининградской области на протяжении ряда лет проводили сбор данных о напряженности иммунитета к полиовирусам у детей, проживающих в Калининградской области, и у прибывших туда из неблагополучных по полиомиелиту территорий без сведений о прививках. Исследование сывороток крови выполнено сотрудниками вирусологической лаборатории ФБУЗ Центра гигиены и эпидемиологии в Калининградской области. Данные по сравнению напряженности иммунитета к полиовирусам у детей разных категорий в 2006–2010 и 2017–2022 гг. приведены в табл. 4.

Полученные результаты показывают, что процент серонегативных к полиовирусам разных типов сывороток крови у детей, прибывших в РФ из неблагополучных по полиомиелиту стран (Таджикистан) как в 2006–2010, так и в 2017–2022 гг., значительно превышал процент серонегативных к полиовирусам сывороток детей — резидентов Калининградской области. В 2006–2010 гг. разница между долями серонегативных к трем полиовирусам (ПВ1, ПВ2 и ПВ3) сывороток у детей двух категорий составила 10, 12,5 и 4,2 раза соответственно. В 2017–2022 гг. доли серонегативных к двум полиовирусам (ПВ1 и ПВ3) сывороток у прибывших детей были в 7,4 и в 5,2 раза выше по сравнению с детьми-резидентами. Аналогичная ситуация была зафиксирована в отношении процентов трижды или дважды серонегативных к полиовирусам сывороток крови детей из семей прибывших и детей — резидентов Калининградской области (в 2006–2010 гг. — в 30 раз, в 2017–2022 гг. — в 7,5 раза).

## Обсуждение

Распространение трудовыми мигрантами возбудителей инфекционных заболеваний является одним из современных вызовов системе здравоохранения. Однако в научной литературе встречается не так много исследований, посвященных проблеме носительства патогенных микроорганизмов среди иностранных граждан, прибывающих в нашу страну [1, 2]. Медицинское обследование проходят в основном граждане, устраивающиеся на работу. Хотя члены их семей, в том числе дети, также могут являться носителями возбудителей инфекционных заболеваний. В предыдущем исследовании СПб РЦ были показаны различия в спектре неполиомиелитных энтеровирусов, выделенных от детей, прибывших из неблагополучных по полиомиелиту территорий, и детей, постоянно проживающих на территориях РФ [4].

В популяции, где для вакцинации против полиомиелита используется оральная полиовирусная вакцина, закономерно обнаружение

вакцинных полиовирусов у детей, недавно привитых ОПВ. В странах СНГ для иммунизации активно используется ОПВ, поэтому полиовирусы у прибывших из неблагополучных по полиомиелиту территорий детей разных возрастов выделяют регулярно. Обычно экскреция полиовируса с фекалиями продолжается не более двух месяцев после вакцинации в зависимости от количества полученных доз ИПВ и ОПВ [17]. Как показало наше исследование, вакцинные полиовирусы обнаруживаются не только у детей, привитых оральной вакциной в последние два месяца, но и у детей, вакцинированных ОПВ значительно раньше, а также у непривитых детей. Это свидетельствует о широкой циркуляции полиовирусов среди населения неблагополучных по полиомиелиту территорий. Для сравнения, у детей с энтеровирусной инфекцией, постоянно проживающих в РФ, которые были обследованы на энтеровирусы за аналогичный промежуток времени, полиовирусы в среднем выделяли в 0,2% проб (данные документации для подтверждения свободного от полиомиелита статуса субъектов, курируемых СПб РЦ, не опубликовано). Кроме того, необходимо учитывать различия в национальных календарях прививок. В РФ современная последовательная схема вакцинации против полиомиелита включает четыре начальные дозы ИПВ и две последующие дозы БОПВ. В странах СНГ схемы вакцинации предусматривают не менее одной дозы ИПВ, затем дети получают разное число доз ОПВ. Например, в Республике Таджикистан дети должны получить после одной дозы ИПВ еще три дозы БОПВ. При проведении Национальных дней иммунизации или подчищающей иммунизации охват вакцинацией ОПВ возрастает, и не у всех детей в медицинской истории сохраняются сведения о количестве полученных доз живой полиомиелитной вакцины. Контакт невакцинированного ребенка, например, в детском коллективе, с живым полиовирусом опасен тем, что может привести к развитию вакциноассоциированного паралитического полиомиелита [5].

Время циркуляции полиовирусов среди населения зависит от состояния коллективного иммунитета к полиомиелиту, формируемого вакцинацией. По данным Роспотребнадзора, в субъектах РФ охват вакцинацией и ревакцинацией против полиомиелита за десятилетний период, как правило, был выше 95%. В отдельных районах с малым числом детей, где этот показатель мог быть ниже, проводили подчищающую иммунизацию. В неблагополучных по полиомиелиту странах охват вакцинацией в отдельные годы существенно снижался и был значительно ниже 95%, необходимых для формирования устойчивого коллективного иммунитета. Так, на момент вспышки в октябре 2021 г.

в Украине охват тремя дозами вакцины против полиомиелита составлял лишь 34,5% [18]. Таким образом, в стране создались подходящие условия для длительной трансмиссии полиовирусов.

В 2021 г. материал от детей из Таджикистана в СПб РЦ поступил с 11 из 14 территорий центра. Согласно новому алгоритму, прибывшие с 1 июня по 31 августа обследовались в ФБУЗ Центрах гигиены и эпидемиологии территорий, в любое другое время — в лабораториях региональных центров. В ФБУЗ Центрах гигиены и эпидемиологии территорий и в лаборатории СПб РЦ суммарно было исследовано 1815 проб от здоровых детей из Таджикистана, было обнаружено 11 полиовирусов типа 2, по результатам ВТД принадлежащих к вакцинным штаммам нОПВ2. В двух случаях последующие заборы проб также давали положительный результат. В некоторых случаях повторный забор происходил более чем через месяц после первоначального, поэтому не представлялось возможным получить достоверные данные о длительности выделения штамма нОПВ2 детьми, вакцинированными новой полиовирусной вакциной. Тем не менее полученные данные свидетельствуют о том, что вакцинированные нОПВ2 способны длительно выделять жизнеспособные полиовирусы, которые могут передаваться другим лицам при близких контактах. Наблюдениями за циркуляцией штаммов нОПВ2 в странах, где активно проводят кампании вакцинации новой оральной вакциной, показано, что у штаммов нОПВ2 также возможен возврат нейровирулентности, хотя намного реже, чем у штаммов Сэбина. В связи с этим надзор за детьми из стран, где применяется новая оральная полиовирусная вакцина нОПВ2, является обоснованным и необходимым.

В 2022 г. много полиовирусов было выделено от детей из Украины и новых российских территорий. Это можно объяснить тем, что вынужденные переселенцы контактировали с украинскими детьми, имеющими разный вакцинальный статус. Недавно привитые оральной вакциной дети могли передать вакцинные полиовирусы по контакту другим детям. Кроме того, в ряде случаев забор материала для исследования у детей происходил после вакцинации БОПВ, что является грубым нарушением алгоритма обследования детей. В таких случаях были выделены смеси вакцинных полиовирусов типов 1 и 3, входящие в состав оральной полиовирусной вакцины БОПВ.

Анализ вакцинального статуса детей, прибывших из неблагополучных по полиомиелиту стран и территорий, показал, что у многих детей отсутствуют сведения о вакцинации. Значительное число детей не имело прививок или они были не полностью привиты. Это в равной мере относится к детям из неблагополучных по полиомие-

литу субъектов РФ, входящих в СКФО, и к детям из иностранных государств с неблагополучной по полиомиелиту ситуацией. Данные сравнительного анализа эффективности вакцинации против полиомиелита детей из одного субъекта РФ и детей, прибывших туда из Республики Таджикистан, свидетельствуют о серьезных недостатках системы иммунизации в этой стране.

В странах с хорошим охватом вакцинацией, использующих ИПВ, с 2016 г. не наблюдали вспышек, связанных с передачей полиовируса типа 2 [15]. В настоящее время ВОЗ обеспокоена ростом числа случаев выявления цПВВП2 в Американском и Европейском регионах. Выявлена циркуляция ПВВП2 в странах, применяющих только ИПВ (США, Израиль, Великобритания, Франция, Нидерланды, Германия). Это прежде всего связано с отказами от вакцинации в некоторых религиозных сообществах и с миграционными потоками. Также надо помнить, что при использовании только ИПВ у населения не формируется мукозальный (кишечный) иммунитет, тогда как применение только ОПВ не дает ожидаемой сероконверсии [11]. При завозе в страну жизнеспособных полиовирусов могут возникать проблемы, поскольку ИПВ не предотвращает циркуляцию и трансмиссию завезенных ПВ. В странах, использующих одну дозу ИПВ и БОВП, наблюдается снижение уровня как мукозального, так и гуморального иммунитета к полиовирусу типа 2 [9, 22].

Близость стран с низким охватом вакцинацией против полиомиелита и недостатками системы санитарного надзора является фактором риска заноса полиовирусов, имеющих эпидемическое значение. Для РФ это некоторые страны СНГ, прежде всего Республика Таджикистан, а также Украина. Анализ процентов лиц серонегативных к полиовирусам разных типов на протяжении ряда лет показал, что у прибывших из Таджикистана и Украины значительно чаще не оказывается защитных антител к полиовирусам, что говорит о недостаточном охвате вакцинацией в этих странах. Кроме того, в самой Российской Федерации также есть территории повышенного риска заноса и распространения ПВВП.

## Заключение

Трудовые мигранты из стран СНГ, а также жители южных регионов РФ, неблагополучных по полиомиелиту, ежегодно прибывают на все территории СПб РЦ. ФБУЗ Центрами гигиены и эпидемиологии и региональным центром в 2021 и 2022 гг. была проделана большая работа с целью недопущения завоза и распространения полиовирусов вакцинного происхождения из Республики Таджикистан и Украины. Объем



проведенных исследований наряду с отсутствием регистрации заболеваний паралимпическим полиомиелитом в субъектах РФ, курируемых СПб РЦ позволяет сделать вывод о том, что случаев завоза полиовирусов вакцинного происхождения в эти субъекты не было. Штаммы новой оральной полиовирусной вакцины нОПВ2 были выделены от детей, прибывших на ряд территорий СПб РЦ, но они не получили распространения. Только систематический надзор и вирусологическое обследование таких детей позволяют выявить случаи импортирования и завоза на территории РФ эпидемически зна-

чимых полиовирусов (диких и ПВВП) и вовремя принять меры по предотвращению их трансмиссии среди населения нашей страны. Важнейшее значение имеет поддержание высокого уровня охвата плановой вакцинацией против полиомиелита, а также дополнительная иммунизация против полиомиелита детей, прибывших из неблагополучных по этой инфекции стран и территорий. Комплекс данных мероприятий обеспечит полный контроль эпидемической ситуации и поддержание свободного от полиомиелита статуса 14 территорий СПб РЦ и Российской Федерации в целом.

## Список литературы/References

1. Ланкин А.О., Сокол В.В., Николаев В.А., Фурсова Е.А. Медико-социальные аспекты туберкулеза трудовых мигрантов // Научное обозрение. Медицинские науки. 2022. № 3. С. 86–90. [Lankin A.O., Sokol V.V., Nikolaev V.A., Firsov E.A. Medical and social aspects of tuberculosis in migrant workers. *Nauchnoe obozrenie. Meditsinskie nauki = Scientific Review. Medical Sciences*, 2022, vol. 3, pp. 86–90. (In Russ.)]
2. Рахматулина М.Р., Брико Н.И., Новоселова Е.Ю., Лопухов П.Д. Рост заболеваемости сифилисом в Российской Федерации: иностранные граждане-мигранты как группа риска распространения заболевания // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунологии. 2023. Т. 100, № 6. С. 454–461. [Rakhmatulina M.R., Briko N.I., Novoselova E.Yu., Lopukhov P.D. Increasing incidence of syphilis in the Russian Federation: foreign migrant citizens as a risk group for the spread of the disease *Zhurnal mikrobiologii, epidemiologii i immunologii = Journal of Microbiology, Epidemiology and Immunobiology*, 2023, vol. 6, pp. 454–461. (In Russ.)] doi: 10.36233/0372-9311-382
3. Романенкова Н.И., Бичурина М.А., Розаева Н.Р., Погребная Т.Н. Роль эпидемиологического надзора за мигрантами в системе надзора за полиомиелитом // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунологии. 2012. Т. 89, № 6. С. 27–31. [Romanenkova N.I., Bichurina M.A., Rozaeva N.R., Pogrebnyaya T.N. The role of epidemiologic surveillance of migrants in the system of poliomyelitis control. *Zhurnal mikrobiologii, epidemiologii i immunologii = Journal of Microbiology, Epidemiology and Immunobiology*, 2012, vol. 89, no. 6, pp. 27–31. (In Russ.)]
4. Романенкова Н.И., Канаева О.И., Бичурина М.А., Розаева Н.Р. Детекция неполиомиелитных энтеровирусов у больных острыми вялыми параличами, детей из организованных коллективов и детей из семей мигрантов // Журнал инфектологии. 2014. Т. 6, № 4. С. 43–48. [Romanenkova N.I., Kanaeva O.I., Bichurina M.A., Rozaeva N.R. Detection of Nonpolio Enteroviruses among children with acute flaccid paralysis from institutions and from migrants' families. *Zhurnal infekologii = Journal Infectology*, 2014, vol. 6, no. 4, pp. 43–48. (In Russ.)]
5. Романенкова Н.И., Розаева Н.Р., Бичурина М.А., Канаева О.И., Чхинджерия И.Г. Вакциноассоциированный паралимпический полиомиелит и острые вялые параличи на ряде территорий России за двадцатилетний период // Журнал инфектологии. 2019. Т. 11, № 3. С. 102–109. [Romanenkova N.I., Rozaeva N.R., Bichurina M.A., Kanaeva O.I., Chkhindzheriya I.G. Vaccine-associated paralytic poliomyelitis and acute flaccid paralysis on some territories of Russia during 20 years. *Zhurnal infekologii = Journal Infectology*, 2019, vol. 11, no. 3, pp. 102–109. (In Russ.)] doi: 10.22625/2072-6732-2019-11-3-102-109
6. Руководство по лабораторным исследованиям полиомиелита. 4-е изд. Женева: ВОЗ, 2005. 112 с. [Manual for the virological investigation of polio. 4th ed. Geneva: WHO, 2004. 112 p. (In Russ.)] URL: [http://whqlibdoc.who.int/hq/2004/WHO\\_IVB\\_04.10.pdf](http://whqlibdoc.who.int/hq/2004/WHO_IVB_04.10.pdf)
7. СанПиН 3.3686-21. Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней [Sanitary rules for prevention of infectious diseases 3.1.2951-11. (In Russ.)] URL: [https://www.rosпотребнадзор.ru/files/news/SP\\_infections\\_compressed.pdf](https://www.rosпотребнадзор.ru/files/news/SP_infections_compressed.pdf)
8. Троценко О.Е., Сапега Е.Ю., Бутакова Л.В. Актуальные аспекты этиологии, эпидемиологии и профилактики полиомиелита и энтеровирусной (неполио) инфекции на национальном и глобальном уровне // Дальневосточный журнал инфекционной патологии. 2023. № 45. С. 86–98. [Trotsenko O.E., Sapega E.Yu., Butakova L.V. Current aspects of etiology, epidemiology and prevention of poliomyelitis and enterovirus (non-polio) infection of national and global levels. *Dal'nevostochnyj zhurnal infektsionnoy patologii = Far Eastern Journal of Infectious Pathology*, 2023, vol. 45, pp. 86–98. (In Russ.)]
9. Asturias E.J., Bandyopadhyay A.S., Self S., Rivera L., Saez-Llorens X., Lopez E., Melgar M., Gaensbauer J.T., Weldon W.C., Oberste M.S., Borate B.R., Gast C., Clemens R., Orenstein W., O’Ryan M.G., Jimeno J., Clemens S.A.C., Ward J., Rüttimann R.; Latin American IPV001BMG Study Group. Humoral and intestinal immunity induced by new schedules of bivalent oral poliovirus vaccine and one or two doses of inactivated poliovirus vaccine in Latin American infants: an open-label randomised controlled trial. *Lancet*, 2016, vol. 388, no. 10040, pp. 158–169. doi: 10.1016/S0140-6736(16)00703-0
10. Burns C.C., Shaw J., Jorba J., Bukbuk D., Adu F., Gumede N., Pate A.M., Abanida E.A., Gasasira A., Iber J., Chen Q., Vincent A., Chenoweth P., Henderson E., Wannemuehler K., Naeem A., Umami R.N., Nishimura Y., Shimizu H., Baba M., Adeniji A., Williams A.J., Kilpatrick D.R., Oberste M.S., Wassilak S.G., Tomori O., Pallansch M.A., Kew O. Multiple independent emergences of type 2 vaccine-derived polioviruses during a large outbreak in northern Nigeria. *J. Virol.*, 2013, vol. 87, no. 9, pp. 4907–4922. doi: 10.1128/JVI.02954-12
11. Connor R.I., Brickley E.B., Wieland-Alter W.F., Ackerman M.E., Weiner J.A., Modlin J.F., Bandyopadhyay A.S., Wright P.F. Mucosal immunity to poliovirus. *Mucosal Immunol.*, 2022, vol. 15, no. 1, pp. 1–9. doi: 10.1038/s41385-021-00428-0

12. Cooper L.V., Erbetto T.B., Danzomo A.A., Abdullahi H.W., Boateng K., Adamu U.S., Shuaib F., Modjirom N., Gray E.J., Bandyopadhyay A.S., Zipursky S., Okiror S.O., Grassly N.C., Blake I.M. Effectiveness of poliovirus vaccines against circulating vaccine-derived type 2 poliomyelitis in Nigeria between 2017 and 2022: a case-control study. *Lancet Infect. Dis.*, 2023, vol. 24, no. 4, pp. 427–436. doi: 10.1016/S1473-3099(23)00688-6
13. Kilpatrick D.R., Yang C.F., Ching K., Vincent A., Iber J., Campagnoli R., Mandelbaum M., De L., Yang S.-J., Nix A., Kew O.M. Rapid group-, serotype-, and vaccine strain-specific identification of poliovirus isolates by real-time reverse transcription-PCR using degenerate primers and probes containing deoxyinosine residues. *J. Clin. Microbiol.*, 2009, vol. 47, no. 6, pp. 1939–1941. doi: 10.1128/JCM.00702-09
14. Macklin G.R., O'Reilly K.M., Grassly N.C., Edmunds W.J., Mach O., Santhana Gopala Krishnan R., Voorman A., Vertefeuille J.F., Abdelwahab J., Gumede N., Goel A., Sosler S., Sever J., Bandyopadhyay A.S., Pallansch M.A., Nandy R., Mkanda P., Diop O.M., Sutter R.W. Evolving epidemiology of poliovirus serotype 2 following withdrawal of the serotype 2 oral poliovirus vaccine. *Science*, 2020, vol. 368, no. 6489, pp. 401–405. doi: 10.1126/science.aba1238
15. Macklin G.R., Peak C., Eisenhawer M., Kurji F., Mach O., Konz J., Gast C., Bachtiar N.S., Bandyopadhyay A.C., Zipursky S., nOPV2 Working Group. Enabling accelerated vaccine roll-out for Public Health Emergencies of International Concern (PHEICs): Novel Oral Polio Vaccine type 2 (nOPV2) experience. *Vaccine*, 2023, vol. 41, no. 6, pp. 122–127. doi: 10.1016/j.vaccine.2022.02.050
16. Mangal T.D., Aylward R.B., Mwanza M., Gasasira A., Abanida E., Pate M.A., Grassly N.C. Key issues in the persistence of poliomyelitis in Nigeria: a case-control study. *Lancet Glob. Health*, 2012, vol. 2, no. 2, pp. 90–97. doi: 10.1016/S2214-109X(13)70168-2
17. Minor P.D., Dunn G., Ramsay M.E., Brown D. Effect of different immunisation schedules on the excretion and reversion of oral poliovaccine strains. *J. Med. Virol.*, 2005, vol. 75, no. 1, pp. 153–160. doi: 10.1002/jmv.20250
18. Special report on the 36th meeting of the European Regional Certification Commission for Poliomyelitis Eradication: Copenhagen, Denmark, 19–20 October 2022: twenty years of polio-free status in the WHO European Region. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2022. *Copenhagen: WHO Regional Office for Europe*, 2022. URL: <https://www.who.int/europe/publications/i/item/WHO-EURO-2023-6967-46733-68044>
19. Statement following the Thirty-seventh Meeting of the IHR Emergency Committee for Polio. URL: <https://www.who.int/news/item/22-12-2023-statement-following-the-thirty-seventh-meeting-of-the-ih-er-emergency-committee-for-polio>
20. Te Yeh M., Bujaki E., Dolan P.T., Smith M., Wahid R., Konz J., Weiner A.J., Bandyopadhyay A.S., Van Damme P., Coster I.D., Revets H., Macadam A., Andino R. Engineering the live-attenuated polio vaccine to prevent reversion to virulence. *Cell. Host Microbe*, 2020, vol. 27, no. 5, pp. 736–751. doi: 10.1016/j.chom.2020.04.003
21. Weekly Epidemiological Record. Progress towards polio eradication worldwide, January 2022–December 2023, vol. 99, no. 21, pp. 274–283. URL: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/376866/WER9921-eng-fre.pdf>
22. Wright P.F., Connor R.I., Wieland-Alter W.F., Hoen A.G., Boesch A.W., Ackerman M.E., Oberste M.S., Gast C., Brickley E.B., Asturias E.J., Rüttimann R., Bandyopadhyay A.S. Vaccine-induced mucosal immunity to poliovirus: analysis of cohorts from an open-label, randomised controlled clinical trial in Latin American infants. *Lancet Infect. Dis.*, 2016, vol. 16, no. 12, pp. 1377–1384. doi: 10.1016/S1473-3099(16)30169-4

**Авторы:**

**Канаева О.И.**, к.б.н., старший научный сотрудник лаборатории этиологии и контроля вирусных инфекций ФБУН НИИ эпидемиологии и микробиологии имени Пастера, Санкт-Петербург, Россия;

**Романенкова Н.И.**, к.м.н., старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник лаборатории этиологии и контроля вирусных инфекций ФБУН НИИ эпидемиологии и микробиологии имени Пастера, Санкт-Петербург, Россия;

**Евсеева В.А.**, научный сотрудник лаборатории этиологии и контроля вирусных инфекций ФБУН НИИ эпидемиологии и микробиологии имени Пастера, Санкт-Петербург, Россия;

**Толстых Н.А.**, к.б.н., научный сотрудник лаборатории этиологии и контроля вирусных инфекций ФБУН НИИ эпидемиологии и микробиологии имени Пастера, Санкт-Петербург, Россия;

**Погребная Т.Н.**, зав. вирусологической лабораторией ФБУЗ Центр гигиены и эпидемиологии в Калининградской области, Калининград, Россия;

**Блохинова М.А.**, лаборант-исследователь лаборатории этиологии и контроля вирусных инфекций ФБУН НИИ эпидемиологии и микробиологии имени Пастера, Санкт-Петербург, Россия;

**Антоненков К.А.**, лаборант-исследователь лаборатории этиологии и контроля вирусных инфекций ФБУН НИИ эпидемиологии и микробиологии имени Пастера, Санкт-Петербург, Россия.

**Authors:**

**Kanaeva O.I.**, PhD (Biology), Senior Researcher, Laboratory of Etiology and Control of Viral Infections, St. Petersburg Pasteur Institute, St. Petersburg, Russian Federation;

**Romanenkova N.I.**, PhD (Medicine), Senior Researcher, Leading Researcher, Laboratory of Etiology and Control of Viral Infections, St. Petersburg Pasteur Institute, St. Petersburg, Russian Federation;

**Evseeva V.A.**, Researcher, Laboratory of Etiology and Control of Viral Infections, St. Petersburg Pasteur Institute, St. Petersburg, Russian Federation;

**Tolstykh N.A.**, PhD (Biology), Researcher, Laboratory of Etiology and Control of Viral Infections, St. Petersburg Pasteur Institute, St. Petersburg, Russian Federation;

**Pogrebnyaya T.N.**, Head of the Virological Laboratory, Center of Hygiene and Epidemiology in Kaliningrad Region, Kaliningrad, Russian Federation;

**Blokhinova M.A.**, Research Laboratory Assistant, Laboratory of Etiology and Control of Viral Infections, St. Petersburg Pasteur Institute, St. Petersburg, Russian Federation;

**Antonenkov K.A.**, Research Laboratory Assistant, Laboratory of Etiology and Control of Viral Infections, St. Petersburg Pasteur Institute, St. Petersburg, Russian Federation.