

<https://doi.org/10.31631/2073-3046-2025-24-5-97-104>

# Грудное молоко и оценка риска вертикальной передачи вирусов при грудном вскармливании

М. И. Сучков<sup>1,2</sup>, С. К. Пылаева<sup>1,3</sup>, Е. И. Сучкова<sup>2</sup>, С. П. Бордовский<sup>2</sup>,  
А. А. Семина<sup>4</sup>, Л. И. Козловская\*<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ФГАНУ «Федеральный научный центр исследований и разработки иммунобиологических препаратов имени М.П. Чумакова РАН» (Институт полиомиелита), Москва, Россия

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), Москва, Россия

<sup>3</sup>ФГАОУ ВО "Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова" Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия

<sup>4</sup>Биобанк, Институт регенеративной медицины, ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), Москва, Россия

## Резюме

**Актуальность.** Грудное молоко представляет собой жизненно важный источник питания и иммунной защиты новорожденных. Потенциальная угроза передачи различных вирусных инфекций от матери к новорожденному в процессе грудного вскармливания делает проблему вирусного заражения грудного молока актуальной областью исследований. **Цель.** Представить на основе зарубежных научных публикаций данные о вирусах, обнаруживаемых в грудном молоке, и, в связи с этим, о риске для здоровья ребенка. **Заключение.** Несмотря на возможность присутствия определенных вирусов в грудном молоке, существующие научные данные подтверждают, что в большинстве случаев преимущества грудного вскармливания значительно превышают потенциальные риски, особенно при соблюдении профилактических мер. Таким образом, комплексный подход к оценке рисков и пользы грудного вскармливания является необходимым условием для обеспечения здоровья матери и ребенка.

**Ключевые слова:** грудное вскармливание, грудное молоко, лактогенный путь, вирус, вертикальная передача  
Конфликт интересов не заявлен.

**Для цитирования:** Сучков М. И., Пылаева С. К., Сучкова Е. И. Идр. Грудное молоко и оценка риска вертикальной передачи вирусов при грудном вскармливании. Эпидемиология и Вакцинопрофилактика. 2025;24(5):97-104 <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2025-24-5-97-104>

## Breast Milk and Risk Assessment of Vertical Transmission of Viruses During Breastfeeding

MI Suchkov<sup>1,2</sup>, SK Pylaeva<sup>1,3</sup>, EI Suchkova<sup>2</sup>, SP Bordovsky<sup>2</sup>, AA Semina<sup>4</sup>, LI Kozlovskaya\*\*<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Chumakov Federal Scientific Center for Research-and-Development of Immune-and-Biological products (Institute of poliomyelitis), Moscow, Russia

<sup>2</sup>First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

<sup>3</sup>N.I. Pirogov Russian National Research Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

<sup>4</sup>Biobank, Institute of regenerative medicine, First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

## Abstract

**Relevance.** Breast milk is a vital source of nutrition and immune protection for newborns. The potential risk of transmitting various viral infections from the mother to the newborn during breastfeeding makes the issue of viral contamination in breast milk a relevant area of research. **Aim.** To present data on viruses found in breast milk and the associated health risks based on foreign scientific

\* Для переписки: Козловская Любовь Игоревна, д. б. н., заведующая отделом актуальных и вновь возникающих инфекций с пандемическим потенциалом ФГАНУ «ФНЦИРИП им. М.П. Чумакова РАН» (Институт полиомиелита), 108819, Москва, Новомосковский АО, Филимонковский район, посёлок Института Полиомиелита, д. 8, корп. 1. +7 (495) 841-90-54, kozlovskaya\_li@chumakovs.su. ©Сучков М. И. и др.

\*\* For correspondence: Liubov I. Kozlovskaya, Dr. Sci. (Biol.), Head of Department of Emerging and Reemerging infections with pandemic potential of Chumakov Federal Scientific Center for research-and-Development of Immune-and-Biological products (Institute of poliomyelitis), Building 1, Village of Institute of Poliomyelitis 8, Intra-City Area Municipal District Filimonkovskiy, Moscow, 108819, Russia. +7 (495) 841-90-54, kozlovskaya\_li@chumakovs.su. ©Suchkov MI, et al.

*publications. Conclusion.* Despite the possibility of certain viruses being present in breast milk, existing scientific evidence confirms that, in most cases, the benefits of breastfeeding significantly outweigh the potential risks, especially when preventive measures are taken. Therefore, a comprehensive approach to assessing the risks and benefits of breastfeeding is essential for ensuring the health of both the mother and the child.

**Keywords:** breastfeeding, breast milk, lactogenic route, virus, vertical transmission

No conflict of interest to declare.

**For citation:** Suchkov MI, Pylaeva SK, Suchkova EI, et al. Breast milk and risk assessment of vertical transmission of viruses during breastfeeding. *Epidemiology and Vaccinal Prevention.* 2025;24(5):97-104 (In Russ.). <https://doi:10.31631/2073-3046-2025-24-5-97-104>

Грудное молоко, обладая богатым составом питательных веществ и биоактивных компонентов, представляет собой жизненно важный источник питания новорожденного и его иммунной защиты, играющей ключевую роль в профилактике различных заболеваний в период новорожденности. Кроме того, оно содержит уникальный микробиом, включающий полезные бактерии, которые способствуют колонизации кишечника новорожденного, тем самым поддерживая здоровье пищеварительной системы и улучшая усвоение питательных веществ [1–4].

Современные исследования свидетельствуют, что грудное молоко выполняет функцию защитного фактора при различных иммуноопосредованных заболеваниях, в сахарном диабете, а также обеспечивает защиту новорожденных от некротического энтероколита [5,6]. Грудное молоко способствует формированию устойчивой защиты слизистой оболочки кишечника, что, в свою очередь, снижает риск инфекционных гастроэнтеритов [1,6]. Микробиота, передаваемая с грудным молоком, играет важнейшую роль в формировании иммунной системы новорожденных, влияя на их развитие и снижая риск воспалительных заболеваний, а биоактивные олигосахариды грудного молока и внеклеточные везикулы способствуют развитию иммунной системы новорожденного, защищая его, в частности, от респираторных заболеваний в течение первых 6 месяцев грудного вскармливания [4,7].

Потенциальная угроза передачи различных вирусных инфекций от матери к новорожденному в процессе грудного вскармливания делает проблему вирусного заражения грудного молока актуальной областью исследований. Грудное вскармливание может служить способом передачи определенных вирусов, при этом уровень риска различается в зависимости от типа вируса и общего состояния здоровья кормящей матери и младенца. В частности, ВИЧ-1 и HTLV-1 характеризуются высоким риском передачи, тогда как вирус Зика ассоциируется с минимальным уровнем риска [8–10]. С учетом преимуществ грудного вскармливания требуется тщательный анализ всех аспектов данной проблемы для разработки средств минимизации риска передачи вируса с целью сохранения грудного вскармливания.

**Цель** – представить на основе зарубежных научных публикаций данные о вирусах, обнаруживаемых

в грудном молоке, и, в связи с этим, о возможном риске для здоровья ребенка.

При написании обзора использовали базу данных PubMed и базу полнотекстовых статей PubMedCentral, а также базу данных и поисковую систему Google Scholar (Академия Google).

#### Вирусы, обнаруживаемые в грудном молоке

Вирусы могут передаваться новорожденному при грудном вскармливании в случае хронической или острой инфекции у матери. Это могут быть вирусы с различными геномами и репликативными циклами.

#### Ретровирусы (сем. *Retroviridae*)

Вирус иммунодефицита человека (ВИЧ) представляет собой один из наиболее тщательно исследованных патогенов, передающихся при грудном вскармливании, особенно в условиях отсутствия надлежащего контроля вирусной нагрузки у матери. Высокая вирусная нагрузка в плазме крови матери и в грудном молоке, превышающая 100 копий вирусной РНК/мл, коррелирует с увеличением риска передачи вируса ребенку в процессе грудного вскармливания [8,11]. При увеличении вирусной нагрузки в грудном молоке в 10 раз вероятность инфицирования ребенка удваивается [8], и при вирусной нагрузке более 30 000 копий вирусной РНК/мл в грудном молоке происходит 100 % передача ВИЧ в случае длительного вскармливания (более 6 месяцев) [8]. На фоне антиретровирусной терапии (АРТ) в грудном молоке может сохраняться латентный резервуар ВИЧ-инфекции, что потенциально способно привести к передаче вируса, несмотря на низкую вирусную нагрузку в плазме крови матери. При АРТ-сниженной вирусной нагрузке риск передачи ВИЧ через грудное молоко составляет менее 1 % [12]. Сводные рекомендации Всемирной организации здравоохранения относительно применения антиретровирусных препаратов для лечения и профилактики ВИЧ-инфекции утверждают, что женщины, живущие с ВИЧ, могут безопасно осуществлять грудное вскармливание при условии соблюдения режима АРТ [13]. В то же время Американская академия педиатрии (AAP) не рекомендует в развитых странах матерям с ВИЧ кормить грудью. Однако в развивающихся странах, где наблюдается повышенная смертность среди младенцев, не получающих грудное молоко,

вследствие сочетания недоедания и инфекционных заболеваний, грудное вскармливание может представлять собой более значимую пользу, чем риск передачи ВИЧ через грудное молоко [7].

Значительную роль в процессе передачи ВИЧ-инфекции при грудном вскармливании играют как внеклеточная вирусная РНК, например, ассоциированная с вирионами, так и ДНК провируса, встроенная в геномы клеток. При этом провирусная ДНК ВИЧ-1 имеет более выраженную корреляцию с передачей вируса от матери к ребенку, по сравнению с внеклеточной вирусной РНК. Это позволяет предположить, что клеточный компонент может способствовать передаче вируса через слизистую оболочку полости рта ребенка [14].

Также выявлена связь между присутствием герпесвирусов (цитомегаловируса, ЦМВ и вируса Эпштейна-Барр) в грудном молоке и постнатальной передачей ВИЧ-1. Такая ассоциация может способствовать длительному выделению ВИЧ-1 с грудным молоком у женщин, получающих АРТ. При этом десятикратное увеличение концентрации ДНК ЦМВ в грудном молоке коррелирует с 2,5-кратным увеличением вероятности передачи ВИЧ-1, что остается актуальным независимо от уровней ВИЧ-1 как в грудном молоке, так и в плазме [15–17].

Т-лимфотропный вирус человека типа 1 (HTLV-1) является этиологическим агентом острой Т-клеточной лимфомы взрослых. Наибольший риск развития рака у взрослых ассоциирован синфекцией, полученной в раннем возрасте. Грудное молоко инфицированных HTLV-1 матерей содержит в среднем до 1000 антиген-положительных, т.е. инфицированных мононуклеарных клеток, что может служить источником заражения младенцев при грудном вскармливании [9]. Непосредственно возможность перорального заражения через инфицированное грудное молоко показана в экспериментах на обезьянах мармозетах [9]. Ретроспективные и проспективные эпидемиологические исследования продемонстрировали, что уровень вертикальной передачи вируса от матери к ребенку составляет около 20 % [9,18] при грудном вскармливании в течение более шести месяцев. Напротив, кратковременное грудное вскармливание, продолжительностью менее шести месяцев, не ассоциируется с повышенным риском передачи этого вируса ребенку [19]. С 2010 г. в Японии был внедрен общенациональный скрининг беременных женщин на наличие инфекции HTLV-I с целью предотвращения передачи вируса при грудном вскармливании, что способствовало значительному снижению уровня передачи HTLV-I от матери к ребенку с 20,3 % до 2,5 % [9]. На современном этапе изучения вируса ААП не рекомендует матерям с положительными результатами теста на HTLV типов 1 или 2 грудное вскармливание с целью предотвращения лактогенного инфицирования [7].

#### Герпесвирусы (сем. *Orthoherpesviridae*)

Передача цитомегаловируса (ЦМВ, HHV-5) через грудное молоко вызывает серьезную обеспокоенность, особенно когда это касается недоношенных детей и новорожденных с очень низкой массой тела (ОНМТ) при рождении. Младенцы с ОНМТ, рожденные от матерей, серопозитивных к ЦМВ, подвергаются высокому риску постнатального приобретения симптоматической ЦМВ-инфекции через грудное молоко, что может быть обусловлено реактивацией вируса у матери в период лактации [20]. При этом вирус может передаваться даже в отсутствие явных симптомов заболевания у матери [21]. Риск передачи определяют такие факторы, как вирусная нагрузка у матери и наличие патологий молочной железы, которые могут способствовать миграции вируса в грудное молоко. Следует отметить, что ЦМВ может передаваться при грудном вскармливании, даже если мать уже получает лечение. ЦМВ (геномная ДНК и инфекционный вирус) был выявлен в молоке 40 % серопозитивных матерей, при этом 35 % младенцев, получавших ЦМВ-положительное молоко в течение 1,5–2,5 месяцев после рождения, были инфицированы [22]. Передача ЦМВ через грудное молоко может негативно влиять на клиническое течение инфекции у недоношенных новорожденных с уже имеющимися заболеваниями печени. Это может приводить к развитию гепатомегалии, нейтропении, тромбоцитопении и сепсису [20,23]. В ряде исследований также установлена связь между приобретенной ЦМВ-инфекцией и повышенным риском структурных и функциональных изменений в головном мозге, что может приводить к последующим неврологическим и когнитивным нарушениям [24,25]. У детей, рожденных с нормальной массой тела, симптомы, ассоциированные с постнатальной ЦМВ-инфекцией, как правило, имеют преходящий характер и не оказывают значительного влияния на развитие младенцев [26]. ААП не считает серопозитивность матери по ЦМВ противопоказанием к грудному вскармливанию, однако у новорожденных весом менее 1500 г решение следует принимать после оценки соотношения пользы от грудного вскармливания и риска передачи инфекции [7,27].

Несмотря на редкие случаи передачи вируса ветряной оспы (Варицелла-Зостер, ВВЗ, HHV-3) при грудном вскармливании, в частности, через ВВЗ-инфицированные мононуклеарные клетки периферической крови или эпителиальные клетки молочной железы, ААП рекомендует предоставлять младенцам сцеженное грудное молоко в условиях отсутствия контакта с инфицированной матерью [7,27,28].

Повышенное содержание вируса Эпштейна-Барр (ВЭБ, HHV-4), определяемого как вирусная ДНК или ДНК, упакованная в вирионы, в грудном молоке наблюдается при субклиническом мастите с низкой продукцией IL-8, что может быть следствием

повышенной проницаемости молочной железы при субклиническом мастите и проникновением компонентов плазмы и лейкоцитов в грудное молоко [29]. Тем не менее ВЭБ в виде ДНК, упакованной в вирионы, может попадать в грудное молоко при реактивации герпесвирусной инфекции у матери. При этом процесс может усугубляться наличием малярии [30]. Содержание ВЭБ уменьшается со временем, в среднем с 4000 копий/мл на 6-й неделе до 300 копий/мл на 18-й неделе после родов. Присутствие ВЭБ в грудном молоке может быть источником инфицирования младенцев до 6 месяцев [30].

Отсутствие ДНК вируса саркомы Капоши (HHV-8) в грудном молоке серопозитивных матерей предполагает, что контакт с грудным молоком не является вероятным механизмом передачи этого вируса новорожденному [31]. В отличие от ЦМВ и ВЭБ, грудное вскармливание оказывает защитное действие на детей, снижая вероятность инфицирования HHV-8 на 70 % [32].

### Вирусы гепатитов

Несмотря на обнаружение ДНК и HBsAg вируса гепатита В (ВГВ, сем. *Neradnaviridae*) в высоких концентрациях (до 1 млн копий/мл) в грудном молоке, а также возможность его контаминации материнской кровью при грудном вскармливании [33], реальный риск передачи вируса с молоком матери является минимальным. В большинстве случаев инфицирования ВГВ новорожденных происходит в процессе родов от матерей с хронической формой гепатита В, а не в результате грудного вскармливания [34]. Грудное молоко содержит лактоферрин, который связывается с вирионами ВГВ и подавляет его инфекционность, что может объяснить низкий риск передачи вируса лактогенным путем [33]. Тем не менее, матерям с высокой вирусной нагрузкой (более 1 млн копий ДНК/мл сыворотки крови) рекомендуется проявлять осторожность, особенно в случаях наличия трещин на сосках или язв в ротовой полости младенца [35].

Совместная иммунопрофилактика, осуществляющаяся с использованием вакцины против гепатита В и иммуноглобулина против гепатита В при рождении, эффективно предотвращает передачу ВГВ от матери ребенку [36]. Преимущества грудного вскармливания, включая его питательные и иммунологические свойства, значительно превышают теоретические риски, связанные с возможной передачей ВГВ, особенно в условиях проведения вышеописанной иммунопрофилактики [35,37–39].

Риск передачи вируса гепатита С (ВГС, сем. *Flaviviridae*) при хронической инфекции от матери к ребенку при грудном вскармливании также считается минимальным. Несмотря на то, что РНК ВГС можно обнаружить в грудном молоке, ее концентрация (в среднем, 125 копий/мл) значительно ниже, чем в материнской сыворотке крови (в среднем, 12 500 копий/мл), и нет убедительных

доказательств того, что грудное вскармливание является способом передачи вируса от матери к младенцу [40]. Противовирусная активность грудного молока связана с эндогенной, липазозависимой генерацией свободных жирных кислот, которые разрушают липидную оболочку ВГС. Фракционирование грудного молока показало, что противовирусная активность присутствует во фракции сливок, содержащей жир, а его длительное хранение при 4 °C повышало противовирусную активность. Предварительная обработка ингибитором липазы подавляла противовирусную активность, а специфические свободные жирные кислоты грудного молока обладали противовирусной активностью [40]. Ведущие организации здравоохранения, такие как Центры по контролю и профилактике заболеваний (CDC) и ААП, не рекомендуют воздерживаться от грудного вскармливания матерям, инфицированным ВГС, за исключением случаев наличия трещин или кровоточивости сосков [40,41]. Однако вероятность передачи ВГС может повышаться в случаях коинфекции ВИЧ, что подчеркивает необходимость тщательного мониторинга и индивидуального подхода [42].

Инфекция вирусом гепатита Е (ВГЕ, сем. *Neroviridae*) ассоциирована с высокой (до 20 %) смертностью беременных женщин (особенно в третьем триместре) в результате эклампсии, геморрагических осложнений и острой печеночной недостаточности [43]. РНК ВГЕ может быть обнаружена в молозиве матерей при острой инфекции; однако, несмотря на это, факты передачи вируса младенцам в процессе грудного вскармливания не были подтверждены. Исследование, проведенное с участием 93 ВГЕ-инфицированных матерей, продемонстрировало, что, хотя антитела к вирусу и вирусная РНК (менее 250 копий РНК/мл) присутствовали в молозиве, их концентрация была значительно ниже, чем в материнской крови, а само молоко являлось безопасным для младенца [44]. Тесный контакт между матерью и младенцем, особенно в период острого заболевания матери, представляет собой более высокий риск передачи инфекции, чем само грудное вскармливание, что подчеркивает необходимость учета других путей передачи инфекции от матери к ребенку [45]. Несмотря на потенциальное присутствие ВГЕ в грудном молоке, в настоящее время общепринятой является позиция – грудное вскармливание остается безопасным для младенцев, рожденных от матерей, инфицированных ВГЕ, особенно при стабильном состоянии здоровья матери.

ТТ-вирус (TTB, сем. *Anelloviridae*) демонстрирует высокую эффективность передачи от матери к новорожденному, особенно в период беременности. Встречаемость геномной ДНК TTB в сыворотке крови беременных женщин составляет 11,0–47,8 %. При этом 23,3–73,9 % проб грудного молока матерей с виремией содержит ДНК TTB [46]. Тем не менее, общий риск передачи TTB новорожденному

при грудное вскармливание остается на низком уровне, поскольку большинство новорожденных уже имеют виремию к моменту начала грудного вскармливания. Следует отметить, что ТТВ, как правило, не вызывает серьезных заболеваний у младенцев. Таким образом, преимущества грудного вскармливания, по-видимому, перевешивают потенциальные риски, ассоциированные с ТТВ [46,47].

Типы вируса папилломы человека (ВПЧ, сем. *Papillomaviridae*) высокого риска онкогенности по данным популяционного исследования выявляются в 10,1–28,8 % образцов грудного молока и у 5,5 % кормящих матерей [66]. Наличие этих типов вируса в грудном молоке предполагает возможность передачи при грудном вскармливании, однако не выявлено строгой закономерности между наличием ДНК ВПЧ в грудном молоке и возникновением инфекции у младенцев. Тем не менее, с учетом низкой частоты вирус-ассоциированных злокачественных новообразований у молодых людей, такая передача, хотя и возможна, считается маловероятной [66].

В свете распространения новых генотипов вируса оспы обезьян (МРox, сем. *Orthopoxviridae*) за пределы Африканского континента и объявления глобальной вспышки этой инфекции возможность инфицирования новорожденных при грудном вскармливании приобрела актуальность. Однако риск вертикальной передачи вируса от матери к ребенку через грудное молоко остается неопределенным. Существующие данные свидетельствуют о наличии вирусной ДНК и инфекционных вирусных частиц вируса осповакцины в молоке зараженных коров, но нет достоверных данных об обнаружении МРox в грудном молоке человека и факт прямой передачи вируса лактогенным путем не был достоверно установлен [67]. Вместе с тем, заражение может происходить горизонтальным путем в результате контакта «кожа к коже» [68].

Грудное вскармливание представляет собой потенциальный путь передачи арбовирусов от матери к ребенку. Вирус может проникать в грудное молоко через инфицированные клетки крови или эпителиальные клетки молочной железы [48]. Грудное молоко может рассматриваться как потенциально инфекционная жидкость в контексте передачи вируса Зика. Однако виремия у инфицированных матерей недолгосрочная и резко падает через 7 дней заболевания, что снижает вероятность попадания вируса в молоко. Анализ результатов нескольких исследований показал, что только 17,5 % проб грудного молока от инфицированных вирусом Зика матерей содержат вирусную РНК [49]. Следует отметить, что грудное молоко обладает собственной противовирусной активностью по отношению к вирусам Зика и Усуту, и эта активность частично обусловлена наличием внеклеточных везикул и гликозаминонгликанов [50]. В настоящее время отсутствуют

данные о долгосрочных последствиях для младенцев в возрасте 0–32 месяцев, инфицированных вирусом Зика через грудное молоко, а также данные о патофизиологии инфекции, приобретенной лактогенным путем [10,50]. Таким образом, грудное вскармливание рекомендуется продолжать даже в случае подозрения или подтверждения инфекции у матери [7].

РНК вируса Денге (ДЕНВ) выявляется в 75 % образцов грудного молока от инфицированных матерей [51]. 90 % детей, рожденных от матерей, инфицированных ДЕНВ, проявляли клинические симптомы заболевания. В пробах грудного молока инфицированных матерей обнаруживаются как вирусная РНК, так и инфекционные вирусные частицы на 1–14-й дней после начала заболевания у матери [48]. Тем не менее вопрос о инфекционности вируса в грудном молоке остается актуальным, поскольку в образцах грудного молока не удалось выявить жизнеспособный вирус [52].

Наличие вируса желтой лихорадки (ВЖЛ) в грудном молоке инфицированных матерей указывает на возможность передачи вируса младенцам как при инфицировании матерей, так и после вакцинации живой вакциной [53]. Вирусная РНК выявляется в грудном молоке матерей, прошедших вакцинацию, а также затем может быть обнаружена в цереброспинальной жидкости младенцев с последующим развитием менингоэнцефалита [55], что обуславливает необходимость тщательного анализа сроков вакцинации кормящих матерей [54,55].

РНК вируса Западного Нила (ВЗН) в грудном молоке инфицированных женщин обнаруживается редко (менее 4,4 % проб) [56]. У младенцев получавших грудное молоко от матерей с положительным результатом на ВЗН и выявлением РНК ВЗН в грудном молоке, были зарегистрированы случаи заболевания, однако нельзя исключить внутриутробное заражение вирусом. В зарегистрированных случаях, как правило, не фиксировались негативные последствия для здоровья младенцев [56]. С учетом редкости детекции ВЗН в грудном молоке, предполагается, что преимущества грудного вскармливания превышают теоретические риски, связанные с возможной передачей этого вируса [56].

Вирус клещевого энцефалита (ВКЭ) может быть обнаружен в грудном молоке, что создает риск передачи инфекции от матери к ребенку, что было показано в экспериментах на животных [57]. В одном из случаев клинического наблюдения была высказана гипотеза о вероятной передаче ВКЭ от непривитой матери к ее ребенку при грудном вскармливании [58], однако такое предположение не нашло подтверждения в более широких исследованиях [59]. Следует отметить, что употребление непастеризованного молока от мелкого рогатого скота рассматривается как путь передачи клещевого энцефалита. Эффективная профилактика

алиментарных инфекций, вызванных ВКЭ, возможна посредством употребления пастеризованного молока и вакцинации [59].

### Другие РНК-вирусы

В настоящее время отсутствуют убедительные доказательства передачи вируса SARS-CoV-2 (сем. *Coronaviridae*) через грудное молоко. Вирусная РНК обнаруживается в образцах грудного молока, но нестабильно, и повторные обследование одних и тех же женщин не всегда давали положительные результаты [60]. Важно подчеркнуть, что инфекционный вирус не был выделен из РНК-положительных образцов грудного молока, а также частота выявления РНК SARS-CoV-2 из назофарингеальных мазков младенцев, которых кормили РНК-положительным молоком, не отличалась от таковой у младенцев, которых кормили РНК-отрицательным молоком инфицированных матерей или вели на искусственном вскармливании [60]. Взятые вместе, эти факты позволяют сделать вывод о том, что грудное вскармливание не представляет значительного риска передачи вируса младенцам. Грудное молоко матерей, инфицированных SARS-CoV-2 и H1N1, содержит антитела классов IgA и IgG, которые могут обеспечить пассивный иммунитет новорожденных. Таким образом, по мнению ВОЗ, преимущества грудного вскармливания значительно превышают риски инфицирования [7,60,61].

Вирус Эбола (сем. *Filoviridae*) был идентифицирован в грудном молоке матерей как в острой, так и в реконвалесцентной (58 и 500 дней после выписки из больницы) фазах заболевания, а также при бессимптомном течении инфекции (до 70 %). При этом четверо из пяти младенцев (возраст 0–13 месяцев), которые получали грудное молоко, содержащее вирус, и один из двух младенцев, которые получали РНК-отрицательное молоко, впоследствии скончались от инфекции [62]. В настоящее время в Демократической Республике Конго действуют рекомендации по грудному вскармливанию, разработанные Министерством здравоохранения и поддержанные ЮНИСЕФ. Эти рекомендации предполагают, что в семьях, затронутых эпизоотической вирусной диареей, матери и младенцы с симптомами заболевания, но с отрицательными результатами анализа на вирус Эбола, могут продолжать грудное вскармливание [63]. Данные рекомендации вызывают обеспокоенность

у медицинского сообщества в связи с непредсказуемым и недостаточно изученным характером передачи вируса [62].

Вирус Андес (сем. *Hantaviridae*) был идентифицирован в грудном молоке во время острой инфекции матери (хантавирусного кардиопульмонального синдрома), что свидетельствует о потенциальном возможности передачи инфекции от матери к ребенку [64]. Несмотря на то, что передача вируса при грудном вскармливании была документально подтверждена в ряде клинических случаев, реальные последствия для здоровья новорожденных остаются неопределенными. В некоторых случаях у младенцев, получавших грудное молоко от инфицированной матери, не наблюдалось признаков заражения. В других случаях инфицирование новорожденных, подтвержденное наличием РНК вируса Андес в крови, приводило к развитию лихорадки, респираторных симптомов, тромбоцитопении и тяжелого кардиопульмонального синдрома [64,65].

### Заключение

Оценка риска передачи вирусных заболеваний через грудное молоко представляет собой сложную задачу, требующую глубого изучения. Несмотря на возможность присутствия определенных вирусов в грудном молоке, существующие научные данные подтверждают, что в большинстве случаев преимущества грудного вскармливания значительно превышают потенциальные риски, особенно при соблюдении профилактических мер. Важно учитывать индивидуальные характеристики здоровья матери и ребенка, включая иммунный статус. Грудное вскармливание увеличивает время тесного контакта матери с ребенком, что, в свою очередь, может повысить риск передачи респираторных вирусных инфекций [69].

Грудное вскармливание имеет значительные преимущества для здоровья младенца, однако оно также может непреднамеренно способствовать передаче некоторых вирусных инфекций. Это подчеркивает необходимость тщательного мониторинга здоровья родителей, особенно ВИЧ-положительных матерей, и важность соблюдения антиретровирусной терапии для минимизации риска передачи вируса через грудное молоко [12].

Таким образом, изучение рисков передачи вирусов при грудном вскармливании является необходимым условием для обеспечения здоровья матери и ребенка.

### Литература/ References

- Walker, A. Breast milk as the gold standard for protective nutrients. *The Journal of pediatrics*, 2010.156 2 Suppl, S3-7. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2009.11.021>
- Cacho, N., & Lawrence, R. J. Innate Immunity and Breast Milk. *Frontiers in Immunology*, 2017. 8. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2017.00584>.
- Toscano, M., De Grandi, R., Grossi, E., et al. Role of the Human Breast Milk-Associated Microbiota on the Newborns' Immune System: A Mini Review. *Frontiers in Microbiology*. 2017. 8. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.02100>.
- Doare, K., Holder, B., Bassett, A., et al. Mother's Milk: A Purposeful Contribution to the Development of the Infant Microbiota and Immunity. *Frontiers in Immunology*. 2018. 9. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2018.00361>.
- Alothiby, A. J. The role of breastfeeding as a protective factor against the development of the immune-mediated diseases: A systematic review. *Frontiers in Pediatrics*. 2023. 11. <https://doi.org/10.3389/fped.2023.1086999>.

6. Nolan L, Parks O, Good M. A Review of the Immunomodulating Components of Maternal Breast Milk and Protection Against Necrotizing Enterocolitis. *Nutrients*. 2019;12. <https://doi.org/10.3390/nu12010014>.
7. Breastfeeding and the Use of Human Milk. Доступно на: Available at: <https://publications.aap.org/pediatrics/article/129/3/e827/31785/Breastfeeding-and-the-Use-of-Human-Milk>
8. Rousseau C, Nduati R, Richardson B, et al. Longitudinal analysis of human immunodeficiency virus type 1 RNA in breast milk and of its relationship to infant infection and maternal disease. *The Journal of infectious diseases*. 2003; 187(5): 741–7. <https://doi.org/10.1086/374273>.
9. Hino S. Establishment of the milk-borne transmission as a key factor for the peculiar endemicity of human T-lymphotropic virus type 1 (HTLV-1): the ATL Prevention Program Nagasaki. *Proc Jpn Acad Ser B Phys Biol Sci*. 2011;87(4):152–166. doi: 10.2183/pjab.87.152.
10. Cavalcanti MG, Cabral-Castro MJ, Gonçalves JLS, et al. Zika virus shedding in human milk during lactation. An unlikely source of infection? *Int J Infect Dis*. 2017;57:70–72. doi: 10.1016/j.ijid.2017.01.042.
11. Bansacal N, Van der Linden D, Marot JC, Belkhir L. HIV-Infected Mothers Who Decide to Breastfeed Their Infants Under Close Supervision in Belgium: About Two Cases. *Front Pediatr*. 2020;8:248. doi: 10.3389/fped.2020.00248.
12. Abuogi L, Smith C, Kinzie K, et al. A Development and Implementation of an Interdisciplinary Model for the Management of Breastfeeding in Women With HIV in the United States: Experience From the Children's Hospital Colorado Immunodeficiency Program. *J Acquir Immune Defic Syndr*. 2023;93(5):395–402. doi: 10.1097/QAI.0000000000003213.
13. Infant feeding for the prevention of mother-to-child transmission of HIV. Доступно на: Available on: <https://www.who.int/tools/elenia/interventions/hiv-infant-feeding>
14. Slyker JA, Chung MH, Lehman DA, et al. Incidence and correlates of HIV-1 RNA detection in the breast milk of women receiving HAART for the prevention of HIV-1 transmission. *PLoS One*. 2012;7(1):e29777. doi: 10.1371/journal.pone.0029777.
15. Shapiro RL, Ndung'u T, Lockman S, et al. Highly active antiretroviral therapy started during pregnancy or postpartum suppresses HIV-1 RNA, but not DNA, in breast milk. *J Infect Dis*. 2005;192(5):713–9. doi: 10.1086/432489.
16. Viljoen J, Tuillaon E, Nagot N, et al. Cytomegalovirus, and possibly Epstein-Barr virus, shedding in breast milk is associated with HIV-1 transmission by breastfeeding. *AIDS*. 2015;29(2):145–53. doi: 10.1097/QAD.0000000000000527.
17. Gant S, Carlsson J, Shetty AK, et al. Cytomegalovirus and Epstein-Barr virus in breast milk are associated with HIV-1 shedding but not with mastitis. *AIDS*. 2008;22(12):1453–60. doi: 10.1097/QAD.0b013e32830184f2.
18. Lawrence RM, Lawrence RA. Breast milk and infection. *Clin Perinatol*. 2004 Aug;31(3):501–28. doi: 10.1016/j.clp.2004.03.019.
19. Boostani R, Sadeghi R, Sabouri A, Ghabeli-Juibary A. Human T-lymphotropic virus type I and breastfeeding: systematic review and meta-analysis of the literature. *Iran J Neurol*. 2018 Oct 7;17(4):174–9. doi: 10.30476/IJNL.2018.44378.
20. Maschmann J, Hamprecht K, Dietz K, et al. Cytomegalovirus infection of extremely low-birth weight infants via breast milk. *Clin Infect Dis*. 2001;33(12):1998–2003.
21. Prendergast AJ, Goga AE, Waitt C, et al. Transmission of CMV, HTLV-1, and HIV through breastmilk. *Lancet Child Adolesc Health*. 2019;3(4):264–273. doi: 10.1016/S2352-4642(19)30024-0.
22. Capretti M, G, Lanari M, Lazzarotto T, et al. Very Low Birth Weight Infants Born to Cytomegalovirus-Seropositive Mothers Fed with Their Mother's Milk: A Prospective Study. *The Journal of Pediatrics*. 2009; 154(6): 842–847. doi: 10.1016/j.jpeds.2008.12.046
23. Ómarsdóttir S, Casper C, Zweyberg Wirgart B, et al. Transmission of cytomegalovirus to extremely preterm infants through breast milk. *Acta Paediatrica*. 2007; 96(4): 492–494.
24. Bardanelli F, Fanos V, Reali A. Human Breast Milk-Acquired Cytomegalovirus Infection: Certainties, Doubts and Perspectives. *Curr Pediatr Rev*. 2019;15(1):30–41. doi: 10.2174/1573396315666181126105812
25. Goel R, Meissner C, Bevit A, et al. Long-term cognitive and neurological outcome of preterm infants with postnatally acquired CMV infection through breast milk. *Arch Dis Child Neonatal Ed*. 2013;98(5):F430–3. doi: 10.1136/archdischild-2012-303384.
26. Neuberger P, Hamprecht K, Vochem M, Maschmann J, et al. Case-control study of symptoms and neonatal outcome of human milk-transmitted cytomegalovirus infection in premature infants. *J Pediatr*. 2006;148(3):326–31. doi: 10.1016/j.jpeds.2005.09.030.
27. Pietrasanta C, Ghirardi B, Manca MF, et al. Herpesvirus e latte materno. *Pediatric Medicine and Surgery*. 2014;36(3):111–5.
28. Yoshida M, Yamagami N, Tezuka T, Hondo R. Case report: detection of varicella-zoster virus DNA in maternal breast milk. *Journal of Medical Virology*, 1992. 38(2), 108–110. <https://doi.org/10.1002/JMV.1890380207>
29. Sanosyan A, Rutagwenda DG, Moles J-P, et al. Increased Epstein-Barr virus in breast milk occurs with subclinical mastitis and HIV shedding. *Medicine (Baltimore)*. 2016;95(27):e4005. doi: 10.1097/MD.00000000000004005.
30. Daud I, Coleman CB, Smith NA, et al. Breast Milk as a Potential Source of Epstein-Barr Virus Transmission Among Infants Living in a Malaria-Endemic Region of Kenya. *J Infect Dis*. 2015;212(11):1735–42. doi: 10.1093/infdis/jiv290.
31. Brayfield B, P, Kankasa, C, West, J, T, et al. Distribution of Kaposi Sarcoma-Associated Herpesvirus/Human Herpesvirus 8 in Maternal Saliva and Breast Milk in Zambia: Implications for Transmission. *The Journal of Infectious Diseases*, 2004;189(12): 2260–2270. <https://doi.org/10.1086/421119>
32. Crabtree, K. L., Wojcicki, J. M., Mirhas, V., et al. Risk Factors for Early Childhood Infection of Human Herpesvirus-8 in Zambian Children: The Role of Early Childhood Feeding Practices. *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention*. 2014. 23(2), 300–308. <https://doi.org/10.1158/1055-9965.EPI-13-0730>
33. Luo Y, Xiang K, Liu J, et al. Inhibition of In Vitro Infection of Hepatitis B Virus by Human Breastmilk. *Nutrients*. 2022;14(8), 1561. <https://doi.org/10.3390/nu14081561>
34. Ahmed, A. N. U. Hoque, M. M. Is it safe for a mother infected with hepatitis B virus to breastfeed her baby? *Bangladesh Journal of Child Health*, 2012. 35(1), 20–25. <https://doi.org/10.3329/bjch.v35i1.10369>
35. Zhou, M., Li, L., Han, L., et al. Breast-Feeding is Not a Risk Factor of Mother-to-Child Transmission of Hepatitis B Virus. *International Journal of General Medicine*. 2021. 14, 1819–1827. <https://doi.org/10.2147/IJGM.S289804>
36. Zheng, Y., Lu, Y., Qi, Y., et al. Should chronic hepatitis b mothers breastfeed? a meta analysis. *BMC Public Health*. 2011. 11(1). <https://doi.org/10.1186/1471-2458-11-502>
37. Shi Z, Yang Y, Wang H, et al. Breastfeeding of newborns by mothers carrying hepatitis B virus: a meta-analysis and systematic review. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2011. Sep;165(9):837–46. doi: 10.1001/archpediatrics.2011.72.
38. Montoya-Ferrer A, Zorrilla AM, Viljoen J, et al. High Level of HBV DNA Virus in the Breast Milk Seems not to Contraindicate Breastfeeding. *Mediterr J Hematol Infect Dis*. 2015;7(1):e2015042. doi: 10.4084/MJHID.2015.042
39. Xiao, F., Lan, A., Mo, W. Breastfeeding from mothers carrying HBV would not increase the risk of HBV infection in infants after proper immunoprophylaxis. *MINERVA Pediatrica*. 2020. 72(2), 109–115. <https://doi.org/10.23736/S0026-4946.17.04798-3>
40. Pfaender S, Heyden J, Friesland M, et al. Inactivation of Hepatitis C Virus Infectivity by Human Breast Milk. *J Infect Dis*. 2013;208(12):1943–52. doi: 10.1093/infdis/jit519.4
41. Mast, E. E. (J). Mother-to-Infant Hepatitis C Virus Transmission and Breastfeeding. 2004. Vol. 554, pp. 211–216. Springer, Boston, MA. [https://doi.org/10.1007/978-1-4757-4242-8\\_18](https://doi.org/10.1007/978-1-4757-4242-8_18)
42. Zanetti, A., Tanzi, E., Semprini, A. E. Hepatitis C in Pregnancy and Mother-to-Infant Transmission of HCV. 2006. Vol. 13, pp. 153–171. Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0168-7069\(06\)13009-8](https://doi.org/10.1016/S0168-7069(06)13009-8)
43. Aslan AT, Balaban HY. Hepatitis E virus: Epidemiology, diagnosis, clinical manifestations, and treatment. *World J Gastroenterol*. 2020;26(37):5543–5560. doi: 10.3748/wjg.v26.i37.5543.
44. Chibber, R. M., Usmani, M. A., Al-Sibai, M. H. Should HEV infected mothers breast feed? *Archives of Gynecology and Obstetrics*. 2004;270(1), 15–20.
45. Tiwari, P., & Verma, K. K. Transmission of Infectious Diseases Through Breast Milk and Breastfeeding. 2022. pp. 393–456. Elsevier eBooks. <https://doi.org/10.1016/b978-0-323-68013-4.00012-2>
46. Schröter, M., Polwyka, S., Zöllner, B., et al. Detection of TT Virus DNA and GB Virus Type C/Hepatitis G Virus RNA in Serum and Breast Milk: Determination of Mother-to-Child Transmission. *Journal of Clinical Microbiology*. 2000;38(2), 745–747. <https://doi.org/10.1128/JCM.38.2.745-747.2000>
47. Lin HH, Kao JH, Lee PI, Chen DS. Early acquisition of TT virus in infants: possible minor role of maternal transmission. *J Med Virol*. 2002;66(2):285–90. doi: 10.1002/jmv.2143.
48. Desgraudes, S., Hubert, M., Gessain, A., et al. Mother-to-Child Transmission of Arboviruses during Breastfeeding: From Epidemiology to Cellular Mechanisms. *Viruses* 2021; 13:1312.
49. Centeno-Tablante, E., Medina-Rivera, M., Finkelstein, J.L., et al. Update on the Transmission of Zika Virus Through Breast Milk and Breastfeeding: A Systematic Review of the Evidence. *Viruses* 2021; 13, 123.
50. Francesc, R., Civra, A., Donalisio, M., et al. (2020). Anti-Zika virus and anti-Usutu virus activity of human milk and its components. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 14(10), e0008713.
51. Barthel A, Gourinat A-C, Cazorla C, et al. Breast Milk as a Possible Route of Vertical Transmission of Dengue Virus? *Clin Infect Dis*. 2013;57(3):415–7. doi: 10.1093/cid/cit227
52. Arragain, L., Dupont-Rouzeayrol, M., O'Connor, O., et al. Vertical Transmission of Dengue Virus in the Peripartum Period and Viral Kinetics in Newborns and Breast Milk: New Data. *Journal of the Pediatric Infectious Diseases Society*. 2016;6(4):324–331. <https://doi.org/10.1093/jpids/PIW058>
53. Ribeiro AF, Brasil LMC, Prado RM, et al. Detection of Wild-Type Yellow Fever Virus in Breast Milk. *Pediatr Infect Dis J*. 2020;39(1):68–69. doi: 10.1097/INF.0000000000002496.
54. Hassan, T., Bashir, R., Abdelrahman, D. N., et al.). Transmission of yellow fever vaccine virus from breast feeding mothers to their infants: reporting of yellow fever virus (YFV) RNA detection in milk specimens. *F1000Research*. 2024;11, 76. <https://doi.org/10.12688/f1000research.74576.4>
55. Traiber C, Coelho-Amaral P, Ritter V.R.F., Winge A. Infant meningoencephalitis probably caused by yellow fever vaccine virus transmitted via breastmilk. *J. Pediatr*. 2011;87:269–272. doi: 10.2223/JPED.2067.

56. Hinckley, A. F., O'Leary, D. R., Hayes, E. B. *Transmission of West Nile virus through human breast milk seems to be rare*. *Pediatrics*. 2007;119(3). <https://doi.org/10.1542/peds.2006-2107>
57. Miao, Y., Zheng, Y., Wang, T., et al. *Breast milk transmission and involvement of mammary glands in tick-borne flavivirus infected mice*. *Journal of Virology*. 2024;e0170923. <https://doi.org/10.1128/jvi.01709-23>
58. Kerlik, J., Avdicova, M., Musilová, M., et al. *Breast Milk as Route of Tick-Borne Encephalitis Virus Transmission from Mother to Infant*. *Emerging Infectious Diseases*. 2022;28(5), 1060–1061. <https://doi.org/10.3201/eid2805.212457>
59. Martello, E., Gillingham, E. L., Phalkey, R., et al. *Systematic review on the non-vectorial transmission of Tick-borne encephalitis virus (TBEV)*. *Ticks and Tick-borne Diseases*. 2022;13, 102028.
60. He, Y., Liu, J., Hu, X., Li, H., et al. *Breastfeeding vs. breast milk transmission during COVID-19 pandemic, which is more important?* *Frontiers in Pediatrics*. 2023; <https://doi.org/10.3389/fped.2023.125333>
61. *Coronavirus disease (COVID-19): Pregnancy, childbirth and the postnatal period*. Доступно на: Available at: <https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/coronavirus-disease-covid-19-pregnancy-and-childbirth>
62. Medina-Rivera, M., Centeno-Tablante, E., Finkelstein, J. L., et al. *Presence of Ebola virus in breast milk and risk of mother-to-child transmission: synthesis of evidence*. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2021;1488(1), 33–43. <https://doi.org/10.1111/NYAS.14519>
63. Bower H., Johnson S., Bangura MS., et al. *Effects of Mother's Illness and Breastfeeding on Risk of Ebola Virus Disease in a Cohort of Very Young Children*. *PLoS Negl Trop Dis*. 2016;10(4):e0004622. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0004622>
64. Ferrés, M., Martínez-Valdebenito, C., Angulo, J., et al. *Mother-to-Child Transmission of Andes Virus through Breast Milk, Chile*. *Emerging Infectious Diseases*. 2020;26(8), 1885–1888. <https://doi.org/10.3201/EID2608.200204>
65. Bellomo, C., Alonso, D., Coelho, R., et al. *A newborn infected by Andes virus suggests novel routes of hantavirus transmission: a case report*. *Clinical Microbiology and Infection*. 2020;26(1), 130–131.
66. Louvanto K., Sarkola M., Rintala M., et al. *Breast Milk Is a Potential Vehicle for Human Papillomavirus Transmission to Oral Mucosa of the Spouse*. *Pediatr Infect Dis J*. 2017 Jul;36(7):627–630. doi: 10.1097/INF.0000000000001546.
67. Perre, P., Molès, J.-P., Rollins, N. *Is monkeypox virus transmissible by breastfeeding?* *Pediatric Allergy and Immunology*. 2022;33(10). <https://doi.org/10.1111/pai.13861>
68. da Silva, K., Barroso Guedes-Granzotti, R., Hernandez Alves Ribeiro César, C. P., et al. *Emerging Challenges of Mpox Transmission: An In-depth Scoping Review and Evidence Mapping on Breastfeeding Practices in South America*. *Pediatric Infectious Disease Journal*. 2024. <https://doi.org/10.1097/inf.0000000000004432>
69. Powell E., Sumner E., Shaw AG., et al. *The temporal pattern and lifestyle associations of respiratory virus infection in a cohort study spanning the first two years of life*. *BMC Pediatr*. 2022;22(1):166. doi: 10.1186/s12887-022-03215-3.

## Об авторах

- **Максим Игоревич Сучков** – младший научный сотрудник, ФГАНУ «ФНЦИРИП им. М.П. Чумакова РАН» (Институт полиомиелита), Москва. +7 (916)287-20-00, suchkov\_mi@mail.ru. ORCID: 0009-0001-6211-720X.
- **София Константиновна Пылаева** – младший научный сотрудник, ФГАНУ «ФНЦИРИП им. М.П. Чумакова РАН» (Институт полиомиелита), Москва. +7 (916) 853-74-94, pylaeva@gmail.com. ORCID: 0000-0003-4106-0184.
- **Елена Игоревна Сучкова** – студентка, ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва. +7 (968) 868-66-50, su4kovahelena@yandex.ru.
- **Сергей Петрович Бордовский** – аспирант, ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва. sbordoche@gmail.com. ORCID: 0000-0002-6928-2355.
- **Анна Александровна Семина** – директор Биобанк, Институт регенеративной медицины, ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва. +7 (906) 034-35-65, semina\_a\_a\_1@staff.sechenov.ru.
- **Любовь Игоревна Козловская** – д. б. н., заведующая отделом, ФГАНУ «ФНЦИРИП им. М.П. Чумакова РАН» (Институт полиомиелита), Москва. +7 (495) 841-90-54, kozlovskaya\_li@chumakovs.su. ORCID: 0000-0002-3029-1035.

Поступила: 24.05.2025. Принята к печати: 08.08.2025.

Контент доступен под лицензией CC BY 4.0.

## About the Authors

- **Maxim I. Suchkov** – Junior Researcher, Chumakov Federal Scientific Center for research-and-Development of Immune-and-Biological products (Institute of poliomyelitis), Moscow, Russia. +7 (916)287-20-00, suchkov\_mi@mail.ru. ORCID: 0009-0001-6211-720X.
- **Sofiya K. Pylaeva** – Junior Researcher, Chumakov Federal Scientific Center for research-and-Development of Immune-and-Biological products (Institute of poliomyelitis), Moscow, Russia. +7 (916) 853-74-94, pylaeva@gmail.com. ORCID: 0000-0003-4106-0184.
- **Elena I. Suchkova** – student, First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia. +7 (968) 868-66-50, su4kovahelena@yandex.ru.
- **Sergey P. Bordovsky** – postgraduates, First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia. sbordoche@gmail.com. ORCID: 0000-0002-6928-2355.
- **Anna A. Semina** – director, Biobank, Institute of regenerative medicine, First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia. +7 (906) 034-35-65, semina\_a\_a\_1@staff.sechenov.ru.
- **Liubov I. Kozlovskaya** – Dr. Sci. (Biol.), Head of Department of Emerging and Reemerging infections with pandemic potential of Chumakov Federal Scientific Center for research-and-Development of Immune-and-Biological products (Institute of poliomyelitis), Moscow, Russia. +7 (495) 841-90-54, kozlovskaya\_li@chumakovs.su. ORCID: 0000-0002-3029-1035.

Received: 24.05.2025. Accepted: 08.08.2025.

Creative Commons Attribution CC BY 4.0.