

Клинико-иммунологические аспекты метапневмовирусной инфекции у детей

Вера Федотовна Суховецкая¹, Татьяна Анатольевна Каплина¹,
Владимир Николаевич Тимченко¹, Татьяна Маратовна Чернова¹,
Елена Владимировна Баракина¹, Оксана Владимировна Булина¹,
Екатерина Георгиевна Головачева², Вероника Сергеевна Тимонина²,
Ольга Петровна Гурина¹, Александр Евгеньевич Блинов¹,
Ольга Николаевна Варламова¹

¹ Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, 194100, г. Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2, Российская Федерация

² Научно-исследовательский институт гриппа имени А.А. Смородинцева, 197022, г. Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 15/17, Российская Федерация

Для цитирования: Суховецкая В.Ф., Каплина Т.А., Тимченко В.Н., Чернова Т.М., Баракина Е.В., Булина О.В., Головачева Е.Г., Тимонина В.С., Гурина О.П., Блинов А.Е., Варламова О.Н. Клинико-иммунологические аспекты метапневмовирусной инфекции у детей. *Children's Medicine of the North-West*. 2026;14(1):144–153. <https://doi.org/10.56871/CmN-W.2026.81.49.012>.

Поступила: 12.11.2025

Одобрена: 23.01.2026

Принята к печати: 20.03.2026

РЕЗЮМЕ. Введение. Метапневмовирусная инфекция — одна из лидирующих в поражении нижних отделов респираторного тракта у детей. **Цель исследования** — выявить особенности клинического течения и иммунопатогенеза метапневмовирусной инфекции у детей для прогнозирования тяжести болезни и оптимизации терапевтических подходов. **Материалы и методы.** Проведен ретроспективный анализ медицинских карт 210 детей в возрасте от 1 месяца до 14 лет, госпитализированных в инфекционные стационары Санкт-Петербурга в 2019–2025 гг. Этиологическая расшифровка проводилась методом полимеразной цепной реакции в носоглоточных смывах. Цитокиновый статус (содержание ИЛ-1β, -6, -8, -10, -17, ИФН-α и -γ) определяли методом иммуноферментного анализа в сыворотке крови. **Результаты.** Метапневмовирусная инфекция у детей выявлена в 6,6% случаев острой респираторной вирусной инфекции. Пациенты с монометапневмовирусной инфекцией в возрасте до 3 лет составили 72%, из которых 53% имели поражение нижних отделов респираторного тракта. Острый обструктивный ларингит чаще наблюдался у детей в возрасте 1–3 лет (23,4%). Дети со стенозом гортани I степени составили 64,3%. Острый бронхит/бронхообструктивный синдром чаще регистрировался у детей в возрасте до 1 года (48,8%) и 1–3 лет (46,7%). Дыхательная недостаточность I–II степени отмечалась преимущественно у пациентов раннего возраста (85,7%). Пневмония диагностирована у 21,5% детей до 1 года. Активация клеточного иммунитета сопровождалась повышением провоспалительных цитокинов (ИЛ-1β, -6, -8, -17) и противовоспалительного цитокина (ИЛ-10), играющего роль в ограничении чрезмерного воспаления. Одновременно отмечалось снижение уровня интерферонов (ИФН-α и -γ). **Выводы.** Метапневмовирусная инфекция у детей преимущественно поражает нижние дыхательные пути и сопровождается высокой частотой осложнений. Иммунопатогенез данной инфекции характеризуется усиленной продукцией провоспалительных и противовоспалительных цитокинов на фоне снижения уровня интерферонов, что отражает дисбаланс иммунного ответа, способствующего тяжести клинических проявлений.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: метапневмовирусная инфекция, дети, интерфероны, интерлейкины

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

✉ Вера Федотовна Суховецкая. E-mail: verafedotovna@mail.ru

© Коллектив авторов, 2026

Original article

<https://doi.org/10.56871/CmN-W.2026.81.49.012>

Clinical and immunological aspects of metapneumovirus infection in children

Vera F. Sukhovetskaya¹, Tatyana A. Kaplina¹, Vladimir N. Timchenko¹, Tatyana M. Chernova¹, Elena V. Barakina¹, Oksana V. Bulina¹, Ekaterina G. Golovacheva², Veronika S. Timonina², Olga P. Gurina¹, Alexander E. Blinov¹, Olga N. Varlamova¹

¹ Saint Petersburg State Pediatric Medical University, 2 Litovskaya str., Saint Petersburg, 194100, Russian Federation

² A.A. Smorodintsev Research Institute of Influenza, 15/17 Professora Popova str., Saint Petersburg, 197022, Russian Federation

For citation: Sukhovetskaya V.F., Kaplina T.A., Timchenko V.N., Chernova T.M., Barakina E.V., Bulina O.V., Golovacheva E.G., Timonina V.S., Gurina O.P., Blinov A.E., Varlamova O.N. Clinical and immunological aspects of metapneumovirus infection in children. *Children's Medicine of the North-West*. 2026;14(1):144–153. (In Russ.). <https://doi.org/10.56871/CmN-W.2026.81.49.012>.

Received: 12.11.2025

Revised: 23.01.2026

Accepted: 20.03.2026

ABSTRACT. Introduction. Metapneumovirus infection is one of the leading causes of lower respiratory tract infection in children. **The aim of the study** – to identify the features of immunopathogenesis and clinical course of metapneumovirus infection in children to predict the severity of the disease and optimize therapeutic approaches. **Materials and methods.** A retrospective analysis of the medical records of 210 children aged 1 month to 14 years hospitalized in infectious disease hospitals in St. Petersburg from 2019 to 2025 was conducted. Etiological identification was performed using PCR in nasopharyngeal swabs. Cytokine status (IL-1 β , -6, -8, -10, -17, IFN- α and - γ levels) was determined using ELISA in serum. **Results.** Metapneumovirus infection in children was detected in 6.6% of acute respiratory viral infections. Patients with mono-metapneumovirus infection under 3 years of age accounted for 72%, of which 53% had lower respiratory tract lesions. Acute obstructive laryngitis was most often observed in children aged 1–3 years (23.4%). Children with grade I laryngeal stenosis accounted for 64.3%. Acute bronchitis/BOS was more often recorded in children under 1 year (48.8%) and 1–3 years (46.7%). Grade I–II respiratory failure was observed mainly in young patients (85.7%). Pneumonia was diagnosed in 21.5% of children under 1 year of age. Activation of cellular immunity was accompanied by an increase in proinflammatory cytokines (IL-1 β , -6, -8, -17) and an anti-inflammatory cytokine (IL-10), which plays a role in limiting excessive inflammation. A simultaneous decrease in interferon levels (IFN- α and - γ) was observed. **Conclusions.** Metapneumovirus infection in young children primarily affects the lower respiratory tract and is associated with a high rate of complications. The immunopathogenesis of this infection is characterized by increased production of proinflammatory and anti-inflammatory cytokines, coupled with decreased interferon levels, reflecting an imbalance in the immune response that contributes to the severity of clinical manifestations.

KEYWORDS: *metapneumovirus infection, children, interferons, interleukins*

Funding. This study was not supported by any external sources of funding.

✉ Vera F. Sukhovetskaya. E-mail: verafedotovna@mail.ru

© 2026 by the authors

ВВЕДЕНИЕ

Острые респираторные вирусные инфекции (ОРВИ) по-прежнему занимают лидирующие позиции в инфекционной патологии детей. Заболеваемость ОРВИ остается стабильно высокой, что обусловлено, в первую очередь, отсутствием средств специфической иммунопрофилактики, нестойкостью иммунного ответа, способностью некоторых вирусов к латентному персистированию и хронической сенсибилизации организма. Особо уязвимой остается группа детей младшего возраста, первых трех лет жизни, у которых ОРВИ является одной из основных причин госпитализации [1, 2]. Известно более 200 вирусов, которые способны вызывать поражения респираторного тракта. Наиболее распространенными возбудителями являются: вирусы гриппа, парагриппа, респираторно-синцитиальный (РС) вирус, адено-, рино-, бока-, метапневмо-, корона-, энтеровирусы. Перечисленные агенты не исчерпывают этиологической структуры ОРВИ у детей, поскольку в настоящее время даже с помощью современных методов лабораторной диагностики удастся расшифровать не более 70% всех регистрируемых в детском возрасте острых заболеваний респираторного тракта [3, 4].

В последние годы наблюдается рост удельного веса метапневмовирусной инфекции, что вызывает особую тревогу в педиатрии и вирусологии. Роль метапневмовируса как триггера развития хронических заболеваний и осложнений требует более глубокого изучения патогенетических и иммунологических механизмов. Метапневмовирус способен длительно персистировать в дыхательных путях с возможной реактивацией при снижении иммунитета, что способствует хронизации инфекции. Клинические проявления варьируют от легких респираторных симптомов до тяжелых состояний: бронхолит, бронхообструктивный синдром, пневмония, особенно у детей с ослабленным иммунитетом [5, 6].

Метапневмовирус относится к семейству *Pneumoviridae* (ранее *Paramyxoviridae*) и является одноцепочечным РНК-вирусом. Впервые идентифицирован в 2001 г. в Нидерландах. Анализ сывороточных образцов пациентов показал, что он циркулировал в человеческой популяции с середины XX в. Метапневмовирус имеет два основных генотипа — А и В, каждый из которых включает несколько субтипов, определяющих тяжесть заболевания и распространение инфекции. Имеются данные о существовании нового варианта метапневмовируса, неродственного генотипам А и В, что указывает на возможно его более широкую гетерогенность [7, 8].

Незрелость иммунной системы детей раннего возраста, способность респираторных агентов подавлять интерферогенез снижают противовирусную защиту организма, приводя к развитию заболевания. Интерфероны (ИФ) блокируют синтез вирусных белков, предотвращают дальнейшую репродукцию вируса и распространение инфекции. Подавление продукции ИФ приводит к дисбалансу между провоспалительными и противовоспалительными цитокинами, в частности интерлейкинами (ИЛ), что усиливает воспаление, провоцирует развитие аллергических реакций и синдрома обструкции дыхательных путей [9, 10].

У пациентов раннего возраста с острой респираторной инфекцией, в том числе с метапневмовирусной, наблюдается сниженная функциональная активность иммунокомпетентных клеток и недостаточная регуляция интерферонов Th-1 звена клеточного иммунитета, что приводит к более тяжелому течению заболевания с преимущественным поражением нижних дыхательных путей [11, 12].

Комплексный анализ клинико-иммунологических особенностей метапневмовирусной инфекции у детей является ключевым условием для расшифровки патогенетических механизмов, совершенствования методов ранней диагностики, прогнозирования тяжести течения заболевания и оптимизации терапевтических стратегий.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Выявить особенности клинического течения и иммунопатогенеза метапневмовирусной инфекции у детей для прогнозирования тяжести болезни и оптимизации терапии.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведен ретроспективный анализ медицинских карт 210 детей в возрасте от 1 месяца до 14 лет с метапневмовирусной инфекцией, проходивших лечение в детских инфекционных стационарах Санкт-Петербурга (ДГКБ № 5 им. Н.Ф. Филатова, ДГКБ № 4 Святой Ольги) в период 2019–2025 гг. Моноинфекция отмечалась у 164 пациентов (78,1%), коинфекции с другими респираторными вирусами — у 46 детей (21,9%).

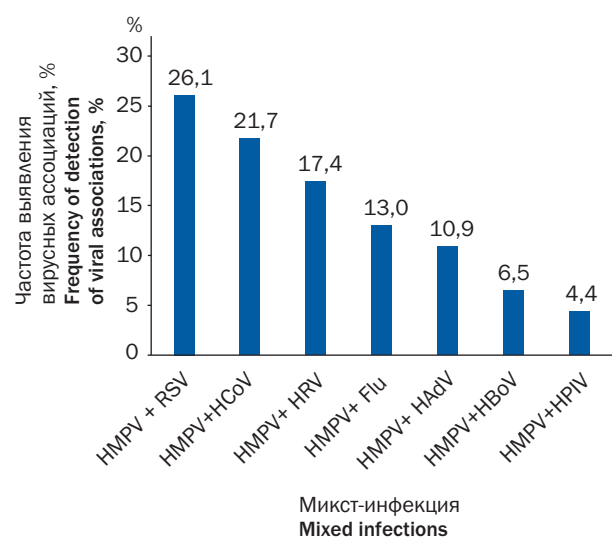
В работе представлен анализ клинико-иммунологических особенностей пациентов с монометапневмовирусной инфекцией, возрастная структура которых представлена следующим образом: от 1 месяца до 1 года — 41 (25,0%), от 1 года до 3 лет — 77 (47,0%), от 3 до 7 лет — 34 (20,7%), от 7 до 14 лет — 12 (7,3%).

Критерии включения в исследование: обращение за медицинской помощью в первые трое суток

от начала заболевания, отсутствие применения противовирусной и местной антисептической терапии до лабораторных исследований, а также отсутствие сопутствующих заболеваний, способных затруднить объективную оценку результатов (сахарный диабет, туберкулез, хронические заболевания печени и почек, онкологические заболевания на любой стадии, ВИЧ-инфекция).

Диагностика метапневмовирусной инфекции основывалась на клинических признаках, включая повышение температуры тела, гиперемию слизистой оболочки ротоглотки, заложенность носа, ринит, кашель, одышку, а также перкуторные и аускультативные изменения в легких. Состояние пациентов контролировалось ежедневно. Рентгенография органов грудной клетки проводилась при наличии клиничко-лабораторных показаний для выявления пневмонии и других осложнений.

В течение первых суток пребывания пациента в стационаре проводилось исследование материала из носоглотки для обнаружения респираторных вирусных антигенов методом полимеразной цепной реакции с обратной транскрипцией (ОТ-ПЦР) в режиме реального времени с использованием тест-систем «АмплиПрайм® ОРВИ-комплекс» и «АмплиПрайм® SARS-CoV-2 / Flu (A/B/H1pdm09)» (ООО «НекстБио», Москва). Цитокиновый статус (уровни ИФН- α и ИФН- γ , ИЛ-1 β , -6, -8, -10 и ИЛ-17) оценивали в сыворотке крови методом иммуноферментного анализа (ИФА) в остром периоде заболевания. Анализы выполнялись с использованием коммерческих наборов (ООО «Цитокин», Санкт-Петербург) в лаборатории ФГУП «Государственный научно-исследовательский институт особо чистых биопрепаратов» ФМБА России.



Статистический анализ выполняли с использованием аналитической системы STATISTICA 13.0. Результаты количественных признаков представлены в абсолютных значениях с указанием доли (%) и с расчетом доверительного интервала (ДИ) по методу Клоппера–Пирсона. Для оценки различий между группами применяли критерий χ^2 Пирсона. Статистически значимыми считались различия при уровне $p < 0,05$. Для выявления цитокиновых маркеров использовали метод бинарной логистической регрессии с пошаговым включением переменных ($p < 0,05$).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Анализ результатов лабораторного исследования наблюдаемых пациентов с острой респираторной инфекцией за период 2019–2025 гг. показал, что вирусная этиология заболевания была выявлена в 84,9% ($n=3181$) случаев, у 15,1% ($n=565$) результаты исследования на респираторную группу вирусов были отрицательными. Метапневмовирусная инфекция подтверждена у 210 пациентов, что составило 6,6% всех подтвержденных случаев ОРВИ. Моноинфекция наблюдалась у 164 пациентов (5,2%), микст-инфекция – у 46 (1,4%).

Микст-инфекция включала различные сочетания, преимущественно двух вирусных геномов (рис. 1). Ассоциация метапневмовируса с РС-вирусом выявлялась в подавляющем большинстве случаев (26,1%), что объясняется совпадением пиков циркуляции этих вирусов [1]. Микст-инфекция метапневмовируса с коронавирусами регистрировалась в 21,7% случаев, что связано с высокой распространенностью и SARS-CoV-2 в период пандемии [3]. С меньшей частотой выявлялась коинфекция метапневмовируса с риновирусом (17,4%) и вирусом гриппа (13,0%). Согласно данным литературы, вирусы гриппа и риновирусы входят в число ведущих возбудителей ОРВИ и продолжают оставаться актуальными патогенами на сегодняшний день [4]. Реже регистрировались случаи вирусно-вирусных

Рис. 1. Структура вирусных ассоциаций у обследованных детей в 2019–2025 гг. ($n=46$): HAdV – аденовирус; HBoV – бокавирус; HCoV – коронавирус; HMPV – метапневмовирус; HPIV – парагрипп; HRV – риновирус; Flu – вирусы гриппа; RSV – респираторно-синцитиальный вирус (рисунок подготовлен авторами)

Fig. 1. Structure of viral associations in children examined in 2019–2025 ($n=46$): HAdV – adenovirus; HBoV – bocavirus; HCoV – coronavirus; HMPV – metapneumovirus; HPIV – parainfluenza; HRV – rhinovirus; Flu – influenza; RSV – respiratory syncytial virus (the figure is prepared by the authors)

инфекций метапневмовируса с аденовирусом (10,9%), бокавирусом (6,5%) и вирусом парагриппа (4,4%).

При анализе гендерных особенностей выявляется преобладание мальчиков по сравнению с девочками [2]. Аналогичная тенденция наблюдалась у пациентов с монометапневмовирусной инфекцией: среди 164 обследованных мальчики составили 73,2% (n=120), девочки – 26,8% (n=44) (p < 0,05). Среди госпитализированных большинство пациентов были в возрасте до трех лет (n=118/72,0%), что объясняется незрелостью иммунной системы и высокой восприимчивостью детей данной возрастной группы к вирусным инфекциям [7].

Частота госпитализации детей с монометапневмовирусной инфекцией была достоверно выше при вовлечении нижних отделов респираторного тракта (n=112/68,3%) по сравнению с верхними отделами (n=52/31,7%) (p < 0,05). Наблюдалась высокая частота поражения нижних отделов дыхательных путей в различных возрастных группах: от 1 месяца до 1 года – 87,8%, 1–3 лет – 66,2% и 3–7 лет – 61,8%. У детей возрастной группы 7–14 лет в большинстве случаев регистрировалось поражение верхних дыхательных путей (66,7%) (табл. 1). Дети раннего

возраста с поражением нижних дыхательных путей (n=87/53,0%) составили более половины госпитализированных с монометапневмовирусной инфекцией.

Поражение верхних дыхательных путей в виде ринофарингита выявлено у 24 детей (14,6%) (табл. 2). Течение метапневмовирусной инфекции с поражением исключительно верхних дыхательных путей характеризовалось острым началом. Госпитализация пациентов была обусловлена гипертермией до 38,5–39,0 °С, которая плохо поддавалась купированию в амбулаторных условиях и сохранялась в стационаре в течение 3–5 дней от момента появления симптомов. Синдром интоксикации проявлялся нарушением общего состояния, вялостью, головной болью и снижением аппетита. Катаральный синдром выражен умеренно с первых дней болезни, проявляясь серозной ринореей, заложенностью носа, гиперемией ротоглотки и навязчивым малопродуктивным кашлем.

Острый обструктивный ларингит наблюдался у 28 больных, преимущественно у детей в возрасте 1–3 лет (n=18/23,4%). С увеличением возраста частота клинических проявлений стеноза гортани снижалась: в группе 3–7 лет – 6 детей, в группе

Таблица 1. Уровни поражения респираторного тракта при монометапневмовирусной инфекции у госпитализированных детей различного возраста в 2019–2025 гг. (n=164)

Table 1. Levels of respiratory tract damage in hospitalized children of different ages with mono-metapneumovirus infection in 2019–2025 (n=164)

Возраст Age	Уровень поражения респираторного тракта Respiratory tract lesion level	
	верхние дыхательные пути upper respiratory tract n/%	нижние дыхательные пути lower respiratory tract n/%
1 месяц – 1 год 1 month – 1 year (n=41)	5/12,2	36/87,8*
1–3 года 1–3 years (n=77)	26/33,8	51/66,2*
3–7 лет 3–7 years (n=34)	13/38,2	21/61,8*
7–14 лет 7–14 years (n=12)	8/66,7*	4/33,3
Всего детей Total children (n=164)	52/31,7	112/68,3*

Таблица составлена авторами по собственным данным

The table is prepared by the authors using their own data

Примечание: n – число пациентов; * – p < 0,05 по отношению к соответствующему показателю между уровнями поражения респираторного тракта.

Note: n – the number of patients; * – p < 0.05 in relation to the corresponding indicator between the levels of respiratory tract damage.

Таблица 2. Характер поражения респираторного тракта у госпитализированных детей различного возраста с подтвержденной монометапневмовирусной инфекцией в 2019–2025 гг. (n=164)

Table 2. The nature of respiratory tract damage in hospitalized children of various ages with confirmed mono-metapneumovirus infection in 2019–2025 (n=164)

Возраст Age	Характер поражения респираторного тракта The nature of the respiratory tract lesion				
	острый ринофарингит acute rhino- pharyngitis (n/%)	острый обструк- тивный ларингит acute obstructive laryngitis (n/%)	острый трахеит acute tracheitis (n/%)	острый бронхит/ БОС acute bronchitis/ BOS (n/%)	вирусная пневмония viral pneumonia (n/%)
1 месяц — 1 год 1 month — 1 year (n=41)	3/7,7	2/4,9	7/17,1	20/48,8*	9/21,5
1–3 года 1–3 years (n=77)	8/10,4	18/23,4	9/11,7	36/46,7*	6/7,8
3–7 лет 3–7 years (n=34)	7/20,6	6/17,6	3/8,8	14/41,2*	4/11,8
7–14 лет 7–14 year (n=12)	6/50,0	2/16,7	1/8,3	2/16,7	1/8,3
Всего детей Total children (n=164)	24/14,6	28/17,1	20/12,2	72/43,9*	20/12,2

Таблица составлена авторами по собственным данным

The table is prepared by the authors using their own data

Примечание: БОС — бронхообструктивный синдром; n — число пациентов; * — $p < 0,05$ по отношению к соответствующему показателю при остром ринофарингите.

Note: BOS — bronchial obstruction syndrome; n — number of patients, * — $p < 0.05$ in relation to the corresponding indicator for acute rhinopharyngitis.

7–14 лет — 2 пациента. Круп чаще осложнял течение основного заболевания на вторые (n=15/53,6%) и третьи сутки (n=9/32,1%) с момента появления респираторной симптоматики, реже встречался в первые сутки болезни (n=4/14,3%). При этом стеноз гортани I степени диагностировали значительно чаще (n=18/64,3%), чем II степени (n=10/35,7%) ($p < 0,05$). Стеноз гортани III степени не наблюдался. У 60,7% (n=17) пациентов явления стеноза полностью купировались в течение первых суток пребывания в стационаре, у 28,6% (n=8) пациентов — на вторые сутки, и только у 10,7% (n=3) симптомы крупа сохранялись в течение трех суток. У 20 пациентов (12,2%) диагностирован острый трахеит, который проявлялся сухим кашлем, переходящим по мере прогрессирования заболевания в продуктивный влажный.

У 72 детей (43,9%) монометапневмовирусная инфекция протекала с проявлениями острого бронхита, при этом у 72,2% (n=52) из них наблюдался бронхообструктивный синдром (БОС) различной степени тяжести. Возрастная структура острого бронхита/БОС характеризовалась преобладанием детей

раннего возраста: от 1 месяца до 1 года — 48,8%, от 1 года до 3 лет — 46,7%, с тенденцией к снижению частоты в старших возрастных группах: 3–7 лет — 41,2%, 7–14 лет — 16,7%. Осложнение развивалось у большинства больных в первые трое суток — у 64,4%, с 4-х по 5-е сутки — у 35,6% детей ($p < 0,05$). Ведущими составляющими клинического симптомокомплекса были признаки дыхательной недостаточности (ДН) на фоне обструктивного синдрома, выраженной интоксикации и лихорадки, сохранявшейся в течение нескольких дней. Клинические признаки ДН I–II степени отмечались у 35 (21,3%) пациентов, при этом дети раннего возраста составили 85,7% (n=30) по сравнению с детьми старших возрастных групп — 14,3% (n=5) случаев ($p < 0,05$).

У 20 (12,2%) больных с монометапневмовирусной инфекцией наблюдалось развитие пневмонии, чаще у детей возрасте от 1 месяца до 1 года (21,5%). В других возрастных группах пневмония регистрировалась с разной частотой: от 1 года до 3 лет — 7,8%, от 3 до 7 лет — 11,8% и от 7 до 14 лет — 8,3%. В 75,0% случаев пневмония выявлена в первые трое

Таблица 3. Содержание цитокинов в сыворотке крови у пациентов с монометапневмовирусной инфекцией в зависимости от уровня поражения респираторного тракта

Table 3. Serum cytokine levels in healthy children and patients with mono-metapneumovirus infection, depending on the severity of respiratory tract damage

Цитокины Cytokines	Норма, пг/мл Standard, pg/ml (M±m)	Характер поражения респираторного тракта The nature of the respiratory tract lesion			
		острый ринофарингит, пг/мл acute rhinopharyngitis, pg/ml (M±m) (n=28)	острый обструктивный ларингит, пг/мл acute obstructive laryngitis, pg/ml (M±m) (n=20)	острый бронхит/БООС, пг/мл acute bronchitis / BOS pg/ml (M±m) (n=26)	вирусная пневмония, пг/мл viral pneumonia, pg/ml (M±m) (n=20)
ИЛ-1β	15,6±2,4	28,2±4,1	31,0±5,4	41,2±4,2*	44,7±5,1*
ИЛ-8	25,1±3,5	68,4±23,4	72,3±24,7	239,3±26,8*	326,4±27,9*
ИЛ-10	15,6±2,4	26,0±3,5	32,4±4,3	63,6±5,9*	81,0±4,6*
ИЛ-17	21,0±3,1	41,3±11,4	175,6±47,6*	267,6±39,5*	245,2±41,3*
ИФН-α	23,3±3,8	48,5±1,6	26,4±1,3	20,1±1,2*	15,4±1,1*
ИФН-γ	25,6±2,7	52,2±3,2	45,4±3,6	16,4±1,3*	10,4±1,2*

Таблица составлена авторами по собственным данным
The table is prepared by the authors using their own data

Примечание: БОС — бронхообструктивный синдром; * — $p < 0,05$ по отношению к соответствующему показателю при остром ринофарингите.

Note: BOS — bronchial obstruction syndrome; * — $p < 0,05$ in relation to the corresponding indicator for acute rhinopharyngitis.

суток заболевания, у 25,0% пациентов диагностирована на 4–5-е сутки болезни. При рентгенологическом обследовании выявлены инфильтративные изменения преимущественно в VIII и IX сегментах правого и/или левого легкого. У всех детей заболевание протекало на фоне повышения температуры тела, причем у половины детей до фебрильных цифр (38,1–38,9 °C), в течение 3–7 дней, и сопровождалось выраженным синдромом интоксикации.

Нами проанализированы результаты исследования содержания в сыворотке крови γ- и α-ИФН и цитокинов (ИЛ-1β, -8, -10 и -17) у пациентов с различным уровнем поражения респираторного тракта при монометапневмовирусной инфекции (табл. 3).

В ходе проведенного исследования установлено, что у детей с вирусной пневмонией уровень провоспалительного цитокина ИЛ-1β значительно повышается и достигает 44,7±5,1 пг/мл, что превышает показатели при остром ринофарингите в 1,6 раза (28,2±4,1 пг/мл) ($p < 0,05$). Особенно выражено увеличение ИЛ-8, концентрация которого возрастает более чем в 4 раза, с 68,4±23,4 до 326,4±27,9 пг/мл, что отражает интенсивность воспалительной реакции в дыхательных путях. Повышение уровня ИЛ-10 с 26,0±3,5 до 81,0±4,6 пг/мл свидетельствует об активации компенсаторных противовоспалительных механизмов, направленных на ограничение воспаления и защиту тканей от повреждения. Увеличение ИЛ-17 более чем в 6 раз, с 41,3±11,4 до 267,6±39,5 пг/мл указывает на ключевую роль дан-

ного цитокина в патогенезе обструктивных воспалительных процессов нижних дыхательных путей, который способствует привлечению и активации нейтрофилов и других воспалительных клеток [12]. Параллельно выявляется значительное снижение уровней интерферонов: ИФН-α уменьшается с 48,5±1,6 пг/мл при остром ринофарингите до 15,4±1,1 пг/мл при вирусной пневмонии, а ИФН-γ — с 52,2±3,2 до 10,4±1,2 пг/мл соответственно, что свидетельствует о существенном подавлении противовирусного интерферонового ответа [10], особенно при поражении нижних дыхательных путей.

ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенный анализ показал, что за период 2019–2025 гг. метапневмовирусная инфекция составила 6,6% подтвержденных случаев ОРВИ у детей, из которых 5,2% приходилось на моноинфекцию и 1,4% — на микст-инфекцию. Демографическая структура пациентов с монометапневмовирусной инфекцией характеризовалась преобладанием детей раннего возраста (до 3 лет) (72%), из которых 53% имели воспалительные изменения в нижних отделах респираторного тракта. Среди обследованных преобладали мальчики (73,2%).

Острый обструктивный ларингит преобладал у детей в возрасте 1–3 лет (23,4%), стеноз гортани I степени диагностирован в 64,3% случаев. Круп развивался преимущественно на 2–3-и сутки заболевания (53,6 и 32,1% соответственно).

Острый бронхит/БОС чаще регистрировались у детей от 1 месяца до 1 года (48,8%) и 1–3 лет (46,7%), при этом у 64,4% данное осложнение возникало в первые трое суток болезни. Клинические признаки ДН I–II степени наблюдались у 85,7% детей раннего возраста.

Вирусная пневмония диагностировалась преимущественно у детей первого года жизни (21,5%), у 75% в первые три дня, что свидетельствует о быстром прогрессировании воспалительного процесса в нижних дыхательных путях. Следовательно, острые бронхиты/БОС, пневмонии развивались преимущественно в ранние сроки заболевания.

Цитокиновый профиль пациентов характеризовался значительным повышением провоспалительных цитокинов ИЛ-1 β (до 44,7 $\pm$ 5,1 пг/мл), ИЛ-8 (до 326,4 $\pm$ 27,9 пг/мл), ИЛ-17 (до 267,6 $\pm$ 39,5 пг/мл), а также противовоспалительного ИЛ-10 (до 81,0 $\pm$ 4,6 пг/мл), особенно при поражении нижних дыхательных путей. Одновременно отмечалось снижение уровней ИФН- α и - γ (до 15,4 и 10,4 пг/мл соответственно), что отражает ослабление противовирусного иммунного ответа.

ВЫВОДЫ

Метапневмовирусная инфекция у детей характеризуется преимущественным поражением нижних дыхательных путей и высокой частотой осложнений, таких как острый обструктивный ларингит, бронхообструктивный синдром, пневмония, что обуславливает тяжелое течение заболевания и необходимость комплексного подхода к диагностике и лечению. Иммунные нарушения в виде дисбаланса про- и противовоспалительных цитокинов, а также снижение интерфероновой реакции могут служить маркерами для мониторинга течения болезни и стать основой для оптимизации терапии, направленной на восстановление противовирусного иммунитета.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Концепция статьи – В.Ф. Суховецкая, Т.А. Каплина, В.Н. Тимченко, Т.М. Чернова,

Е.В. Баракина, О.В. Булина, Е.Г. Головачева, В.С. Тимонина, О.П. Гурина, А.Е. Блинов, О.Н. Варламова; написание текста – В.Ф. Суховецкая, Т.А. Каплина, В.Н. Тимченко, Т.М. Чернова, Е.В. Баракина, О.В. Булина, Е.Г. Головачева, В.С. Тимонина, О.П. Гурина, А.Е. Блинов, О.Н. Варламова; редактирование – В.Ф. Суховецкая, Т.А. Каплина, В.Н. Тимченко; утверждение окончательного варианта статьи – В.Ф. Суховецкая, В.Н. Тимченко.

Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Информированное согласие на публикацию. Авторы получили письменное согласие пациентов на публикацию медицинских данных.

ADDITIONAL INFORMATION

Authors' contribution. Concept of the article – V.F. Sukhovetskaya, T.A. Kaplina, V.N. Timchenko, T.M. Chernova, E.V. Barakina, O.V. Bulina, E.G. Golovacheva, V.S. Timonina, O.P. Gurina, A.E. Blinov, O.N. Varlamova; text development – V.F. Sukhovetskaya, T.A. Kaplina, V.N. Timchenko, T.M. Chernova, E.V. Barakina, O.V. Bulina, E.G. Golovacheva, V.S. Timonina, O.P. Gurina, A.E. Blinov, O.N. Varlamova; editing – V.F. Sukhovetskaya, T.A. Kaplina, V.N. Timchenko; approval of the final version of the article – V.F. Sukhovetskaya, V.N. Timchenko.

All authors made a substantial contribution to the conception of the study, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the article, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the study.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Consent for publication. Written consent was obtained from the patient for publication of relevant medical information within the manuscript.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шарипова Е.В., Орлова Е.Д., Бабаченко И.В., Козырев Е.А., Тян Н.С. Клинико-лабораторные особенности острых респираторных вирусных инфекций у госпитализированных детей. *Детские инфекции*. 2022;21(2):5–10. <https://doi.org/10.22627/2072-8107-2022-21-2-5-10>.
2. Калужский Т.И., Савиных Н.А., Савиных М.В., Утенкова Е.О. Особенности метапневмовирусной и бокавирус-

ной инфекции у детей. *Детские инфекции*. 2020;19(3):12–14. <https://doi.org/10.22627/2072-8107-2020-19-3-12-14>.

3. Бурцева Е.И., Колобухина Л.В., Воронина О.Л., Игнатьева А.В., Мукашева Е.А., Панова А.Д. и др. Особенности циркуляции возбудителей ОРВИ на фоне появления и широкого распространения SARS-CoV-2 в 2018–2021 годы. *Эпидемиология и Вакцинопрофилактика*. 2022;21(4):16–26. <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2022-21-4-16-26>.

4. Соминина А.А., Даниленко Д.М., Столяров К.А., Карпова Л.С., Бакаев М.И., Леванюк Т.П. и др. Интерференция SARS-CoV-2 с другими возбудителями респираторных вирусных инфекций в период пандемии. *Эпидемиология и Вакцинопрофилактика*. 2021;20(4):28–39. <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2021-20-4-28-39>.
5. Попова О.П., Трушакова С.В., Федорова И.М., Котеleva С.И., Бунин С.В., Швецова Ю.В. и др. Метапневмовирусная инфекция у детей в современных условиях: клиничко-иммунологические параллели. *Детские инфекции*. 2024;23(1):12–17. <https://doi.org/10.22627/2072-8107-2024-23-1-12-17>.
6. Russel C.J., Penkert R.R., Kim S., Hurwitz J.L. Human metapneumovirus: a largely unrecognized threat to human health. *Pathogens*. 2020;9(2):109. <https://doi.org/10.3390/pathogens9020109>.
7. Шарипова Е.В., Бабаченко И.В., Орлова Е.Д. Метапневмовирусная инфекция у детей. *Педиатр*. 2020;11(5):15–19. <https://doi.org/10.17816/PED11513-19>.
8. Holzemer N., Hasvold J.J., Pohl K.J. et al. Human metapneumovirus infection in hospitalized children. *Respir Care*. 2020;65(5):650–657. <https://doi.org/10.4187/respcare.07156>.
9. Hadjadj J., Yatim N., Barnabei L., Corneau A., Boussier J., Smith N. et al. Impaired type I interferon activity and inflammatory responses in severe COVID-19 patients. *Science*. 2020;369(6504):718–724. <https://doi.org/10.1126/science.abc6027>.
10. Афанасьева О.И., Головачева Е.Г., Тимонина В.С. и др. Клиничко-иммунологическая оценка эффективности интраназального препарата рекомбинантного интерферона альфа-2b у детей с обструктивным ларингитом, ассоциированным с эпидемически значимыми респираторными инфекциями. *Инфекционные болезни: новости, мнения, обучение*. 2024;13(3):29–36. <https://doi.org/10.33029/2305-3496-2024-13-3-29-36>.
11. Делягин В.М. Формирование иммунитета и становление противоинфекционной защиты у детей раннего и младшего возраста. *Эффективная фармакотерапия*. 2024;20(11):32–36. <https://doi.org/10.33978/2307-3586-2024-20-11-32-36>.
12. Simbirtsev A.S. Cytokines and their role in immune pathogenesis of allergy. *Russian Medical Inquiry*. 2021;5(1):32–37. <https://doi.org/10.32364/2587-6821-2021-5-1-32-37>.
2. Kaluzhsky T.I., Savinykh N.A., Savinykh M.V., Utenkova E.O. Features of metapneumovirus and bocavirus infection in children. *Children's Infections*. 2020;19(3):12–14. (In Russ.). <https://doi.org/10.22627/2072-8107-2020-19-3-12-14>.
3. Burtseva E.I., Kolobukhina L.V., Voronina O.L., Ignatieva A.V., Mukasheva E.A., Panova A.D. et al. Features of the circulation of ARVI pathogens against the background of the emergence and widespread distribution of SARS-CoV-2 in 2018–2021. *Epidemiology and Vaccinal Prevention*. 2022;21(4):16–26. (In Russ.). <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2022-21-4-16-26>.
4. Somnina A.A., Danilenko D.M., Stolyarov K.A., Karpova L.S., Bakaev M.I., Levanyuk T.P. et al. Interference of SARS-CoV-2 with other pathogens of respiratory viral infections during the pandemic. *Epidemiology and Vaccinal Prevention*. 2021;20(4):28–39. (In Russ.). <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2021-20-4-28-39>.
5. Popova O.P., Trushakova S.V., Fedorova I.M., Koteleva S.I., Bunin S.V., Shvetsova Yu.V. et al. Metapneumovirus infection in children in modern conditions: clinical and immunological parallels. *Children's Infections*. 2024;23(1):12–17. (In Russ.). <https://doi.org/10.22627/2072-8107-2024-23-1-12-17>.
6. Russel C.J., Penkert R.R., Kim S., Hurwitz J.L. Human metapneumovirus: a largely unrecognized threat to human health. *Pathogens*. 2020;9(2):109. <https://doi.org/10.3390/pathogens9020109>.
7. Sharipova E.V., Babachenko I.V., Orlova E.D. Metapneumovirus infection in children. *Pediatrician*. 2020;11(5):15–19. (In Russ.). <https://doi.org/10.17816/PED11513-19>.
8. Holzemer N., Hasvold J.J., Pohl K.J. et al. Human metapneumovirus infection in hospitalized children. *Respir Care*. 2020;65(5):650–657. <https://doi.org/10.4187/respcare.07156>.
9. Hadjadj J., Yatim N., Barnabei L., Corneau A., Boussier J., Smith N. et al. Impaired type I interferon activity and inflammatory responses in severe COVID-19 patients. *Science*. 2020;369(6504):718–724. <https://doi.org/10.1126/science.abc6027>.
10. Afanasyeva O.I., Golovacheva E.G., Timonina V.S. et al. Clinical and immunological assessment of the effectiveness of recombinant interferon alpha-2b intranasal preparation in children with obstructive laryngitis associated with epidemiologically significant respiratory infections. *Infectious Diseases: News, Opinions, Training*. 2024;13(3):29–36. (In Russ.). <https://doi.org/10.33029/2305-3496-2024-13-3-29-36>.
11. Delyagin V.M. Formation of immunity and development of anti-infectious protection in infants and young children. *Effective Pharmacotherapy*. 2024;20(11):32–36. (In Russ.). <https://doi.org/10.33978/2307-3586-2024-20-11-32-36>.
12. Simbirtsev A.S. Cytokines and their role in immune pathogenesis of allergy. *Russian Medical Inquiry*. 2021;5(1):32–37. <https://doi.org/10.32364/2587-6821-2021-5-1-32-37>.

REFERENCES

1. Sharipova E.V., Orlova E.D., Babachenko I.V., Kozyrev E.A., Tyan N.S. Clinical and laboratory features of acute respiratory viral infections in hospitalized children. *Children's Infections*. 2022;21(2):5–10. (In Russ.). <https://doi.org/10.22627/2072-8107-2022-21-2-5-10>.

Об авторах

Вера Федотовна Суховецкая — к.м.н., доцент, кафедра инфекционных заболеваний у детей им. профессора М.Г. Данилевича. E-mail: verafedotovna@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1566-7137>; SPIN: 3633-2952

Татьяна Анатольевна Каплина — к.м.н., доцент, кафедра инфекционных заболеваний у детей им. профессора М.Г. Данилевича. E-mail: k.kta@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1659-2058>; SPIN: 1381-9580

Владимир Николаевич Тимченко — д.м.н., профессор, заведующий кафедрой инфекционных заболеваний у детей им. профессора М.Г. Данилевича.

E-mail: timchenko220853@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4068-1731>; SPIN: 8594-0751

Татьяна Маратовна Чернова — к.м.н., доцент, кафедра инфекционных заболеваний у детей им. профессора М.Г. Данилевича. E-mail: t-chernova@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4845-3757>; SPIN: 3146-3629

Елена Владимировна Баракина — к.м.н., доцент, кафедра инфекционных заболеваний у детей имени профессора М.Г. Данилевича. E-mail: elenabarakina@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2128-6883>; SPIN: 9313-2879

Оксана Владимировна Булина — к.м.н., доцент, кафедра реабилитологии ФП и ДПО. E-mail: oksanabulina@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2997-7777>; SPIN: 7960-2040

Екатерина Георгиевна Головачева — д.м.н., ведущий научный сотрудник отделения респираторных вирусных инфекций у детей. E-mail: okdixi@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1934-7288>; SPIN: 4129-3846

Вероника Сергеевна Тимонина — научный сотрудник отделения респираторных вирусных инфекций у детей. E-mail: karina8888888@list.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2887-0126>; SPIN: 5848-0774

Ольга Петровна Гурина — к.м.н., старший научный сотрудник лаборатории медико-социальных проблем в педиатрии, Научно-исследовательский центр. E-mail: ol.gurina@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1066-5423>; SPIN: 4251-0563

Александр Евгеньевич Блинов — старший научный сотрудник лаборатории медико-социальных проблем в педиатрии, Научно-исследовательский центр. E-mail: aleks.blinov@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0003-9852-256X>; SPIN: 1378-8191

Ольга Николаевна Варламова — научный сотрудник лаборатории медико-социальных проблем в педиатрии, Научно-исследовательский центр.

E-mail: on.varlamova@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2195-0756>; SPIN: 7101-5829

Authors' info

Vera F. Sukhovetskaya — Cand. Sci. (Med.), Associate Professor, Department of Infectious Diseases in Children named after Professor M.G. Danilevich. E-mail: verafedotovna@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1566-7137>; SPIN: 3633-2952

Tatyana A. Kaplina — Cand. Sci. (Med.), Associate Professor, Department of Infectious Diseases in Children named after Professor M.G. Danilevich. E-mail: k.kta@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1659-2058>; SPIN: 1381-9580

Vladimir N. Timchenko — Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Infectious Diseases in Children named after Professor M.G. Danilevich.

E-mail: timchenko220853@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4068-1731>; SPIN: 8594-0751

Tatyana M. Chernova — Cand. Sci. (Med.), Associate Professor, Department of Infectious Diseases in Children named after Professor M.G. Danilevich. E-mail: t-chernova@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4845-3757>; SPIN: 3146-3629

Elena V. Barakina — Cand. Sci. (Med.), Associate Professor, Department of Infectious Diseases in Children named after Professor M.G. Danilevich. E-mail: elenabarakina@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2128-6883>; SPIN: 9313-2879

Oksana V. Bulina — Cand. Sci. (Med.), Associate Professor, Department of Rehabilitation, Postgraduate and Additional Professional Education. E-mail: oksanabulina@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2997-7777>; SPIN: 7960-2040

Ekaterina G. Golovacheva — Dr. Sci. (Med.), Leading Researcher, Department of Respiratory Viral Infections in Children. E-mail: okdixi@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1934-7288>; SPIN: 4129-3846

Veronika S. Timonina — Researcher, Department of Respiratory Viral Infections in Children. E-mail: karina8888888@list.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2887-0126>; SPIN: 5848-0774

Olga P. Gurina — Cand. Sci. (Med.), Senior Researcher at the Laboratory Medical and Social Problems in Pediatrics, Scientific and Research Center. E-mail: ol.gurina@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1066-5423>; SPIN: 4251-0563

Alexander E. Blinov — Senior Researcher at the Laboratory of Medical and Social Problems in Pediatrics, Scientific and Research Center. E-mail: aleks.blinov@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0003-9852-256X>; SPIN: 1378-8191

Olga N. Varlamova — Researcher at the Laboratory of Medical and Social Problems in Pediatrics, Scientific and Research Center.

E-mail: on.varlamova@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2195-0756>; SPIN: 7101-5829