

## ПЕДИАТРИЯ PEDIATRICS

### ДИНАМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИММУННОГО СТАТУСА У ДЕТЕЙ ПОСЛЕ ПЕРЕНЕСЕННОЙ НОВОЙ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ

Москалева Е.В.,  
Петрова А.Г.,  
Рычкова Л.В.,  
Новикова Е.А.,  
Козлова И.В.,  
Колесникова Л.И.

ФГБНУ «Научный центр проблем  
здоровья семьи и репродукции  
человека» (664003 ул. Тимирязева, 16,  
Иркутск, Россия)

Автор, ответственный за переписку:  
Москалева Екатерина  
Владимировна,  
e-mail: Mkatena@mail.ru

#### РЕЗЮМЕ

**Актуальность.** Остаются недостаточно изученными изменения иммунной системы на фоне инфекционного процесса, вызванного вирусом SARS-CoV-2. Публикаций, посвященных характеру и продолжительности нарушений иммунитета единичное количество. Сохраняются опасения возможности формирования отдаленных последствий, связанных с иммунной недостаточностью. Динамическая оценка иммунологических параметров у детей после COVID-19 крайне важна для профилактики возможных осложнений и отдаленных последствий.

**Цель.** Провести мониторинг параметров иммунного статуса у детей в постковидном периоде через 1, 3 и 12 месяцев.

**Материалы и методы.** В исследовании приняли участие 60 детей г. Иркутска с диагнозом COVID-19. Исследование иммунного статуса, определение наличия специфических антител А, М, G и титра IgG к вирусу SARS-CoV-2 осуществлялся через 1, 3, 12 месяцев после острого периода COVID-19.

**Результаты.** В постковидный период у детей через 1, 3, 12 месяцев после COVID-19 выявляются изменения параметров иммунитета – клеточного, гуморального звеньев и системы фагоцитоза. Наибольшие изменения наблюдались через 12 месяцев после COVID-19 в виде отрицательной динамики показателей фагоцитоза ( $p < 0,001$ ). Через 1, 3 и 12 месяцев не изменяется доля детей с отклонениями показателей клеточного иммунитета ( $p > 0,05$ ). Уровни общих иммуноглобулинов у большинства детей находились в референсном интервале ( $p > 0,05$ ). Через год у всех детей определялись IgG к SARS-CoV-2 ( $p < 0,0001$ ) при этом 96,7 % имели высокий титр антител.

**Заключение:** Изменения показателей иммунного статуса у детей после COVID-19 можно рассматривать в качестве предикторов в постковидном периоде отдаленных последствий, включая развитие хронической инфекционной патологии. Необходимо продолжить динамический мониторинг состояния иммунитета и состояния здоровья детей после перенесенной COVID-19.

**Ключевые слова:** дети, COVID-19, иммунный статус, SARS-CoV-2

Статья поступила: 24.02.2025  
Статья принята: 10.04.2025  
Статья опубликована: 20.05.2025

**Для цитирования:** Москалева Е.В., Петрова А.Г., Рычкова Л.В., Новикова Е.А., Козлова И.В., Колесникова Л.И. Динамическая оценка иммунного статуса у детей после перенесенной новой коронавирусной инфекции. *Acta biomedica scientifica*. 2025; 10(2): 172-179. doi: 10.29413/ABS.2025-10.2.17

## THE DYNAMIC ASSESSMENT OF IMMUNE STATUS IN CHILDREN AFTER A NEW CORONAVIRUS INFECTION

**Moskaleva E.V.,  
Petrova A.G.,  
Rychkova L.V.,  
Novikova E.A.,  
Kozlova I.V.,  
Kolesnikova L.I.**

Scientific Centre for Family Health and  
Human Reproduction Problems  
(Timiryazev str., 16, Irkutsk, 664003 Russian  
Federation)

Corresponding author:  
**Ekaterina V. Moskaleva,**  
e-mail: Mkatena@mail.ru

### RESUME

**Background.** The changes in the immune system against the background of the infectious process caused by the SARS-CoV-2 virus remain insufficiently studied. Concerns remain about the possibility of long-term consequences associated with immune deficiency. Dynamic assessment of immunological parameters in children after COVID-19 is essential to prevent possible complications and long-term consequences.

**The aim.** To monitor the immune status of children in post-COVID period after 1, 3 and 12 months.

**Materials and methods.** Sixty children of the city of Irkutsk with COVID-19 diagnosis participated in the study. Investigation of immune status, determination of the presence of specific antibodies A, M, G and titer IgG to the SARS-CoV-2 virus was carried out 1, 3, 12 months after the acute period of COVID-19.

**Results.** In the post-COVID period, children after 1, 3, 12 months after COVID-19 reveal changes in immune parameters – cellular, humoral link and phagocytosis system. The biggest changes were observed 12 months after COVID-19 in the form of negative dynamics of phagocytosis ( $p < 0.001$ ). There is no change in the proportion of children with abnormal cell immunity ( $p > 0.05$ ) over months 1, 3 and 12. Overall immunoglobulin levels in most children were within the reference range ( $p > 0.05$ ). After a year, all children were identified with IgG to SARS-CoV-2 ( $p < 0.0001$ ) and 96.7 % had high titer antibodies.

**Conclusion.** Changes in the immune status of children after COVID-19 can be considered as predictors in the post-COVID period of long-term consequences, including the development of chronic infectious pathology. The dynamic monitoring of children's immunity and health status after COVID-19 should be continued.

**Keywords:** children, COVID-19, immune status, SARS-CoV-2

Received: 24.02.2025  
Accepted: 10.04.2025  
Published: 20.05.2025

**For citation:** Moskaleva E.V., Petrova A.G., Rychkova L.V., Novikova E.A., Kozlova I.V., Kolesnikova L.I. The dynamic assessment of immune status in children after a new coronavirus infection. *Acta biomedica scientifica*. 2025; 10(2): 172-179. doi: 10.29413/ABS.2025-10.2.17

## ВВЕДЕНИЕ

Пандемия новой коронавирусной инфекции SARS-CoV-2 в России началась в 2020 году, и в настоящее время COVID-19 имеет более низкий уровень распространения, меняется характер и выраженность клинических проявлений [1, 2]. Несмотря на то, что новая коронавирусная инфекция становится по клиническим проявлениям острого периода все меньше отличимой от большой группы респираторных вирусных инфекций, все же имеет характерные особенности течения, развития осложнений и отдаленных последствий, с вовлечением в патологический процесс почти всех органов и систем организма [3, 4, 5]. Осложнения и отдаленные последствия инфекции, вызванной вирусом SARS-CoV-2, остаются актуальной проблемой современного практического здравоохранения. В начале пандемии (2020–2021 гг.) складывалось мнение, что дети менее восприимчивы к вирусу SARS-CoV-2 и детский организм меньше подвержен его патологическому действию. В то же время, 18 % диагностированных случаев заражения COVID-19 приходилось на детское население, из которых 6 % – дети дошкольного возраста; 12 % – школьного возраста. У большинства детей новая коронавирусная инфекция протекала бессимптомно или имела легкие проявления, а отдаленные последствия, характерные для постковидного синдрома, по данным литературы, наблюдаются более чем у 70 % детей, и могут сохраняться от нескольких месяцев и дольше [6, 7, 8]. Данные об обратимости и длительности сохранения постковидных симптомов очень скудные [9, 10]. Описаны соматические, психоэмоциональные нарушения, значительно влияющие на качество жизни детей [10–14]. В ряде исследований была установлена связь развития постковидного синдрома с нарушениями функций иммунной системы и дисбалансом концентрации некоторых цитокинов [15–18]. По-прежнему остаются недостаточно изученными и отличаются от других респираторных инфекций изменения иммунной системы на фоне текущего инфекционного процесса [19, 20]. Научных работ по изучению данного вопроса немного, посвященных характеру и продолжительности нарушений иммунитета — единичны [21–24]. Тем не менее, сохраняются опасения возможности формирования отдаленных последствий, связанных с иммунной недостаточностью, особенно в детском возрасте [25, 26, 27]. Наблюдения за изменениями показателей иммунного статуса у детей в динамике после перенесенной новой коронавирусной инфекции имеют достаточно высокую актуальность для формирования прогностических алгоритмов течения постковидного периода и оценки риска развития осложнений и последствий COVID-19.

## ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Провести мониторинг параметров иммунного статуса у детей в постковидном периоде через 1, 3 и 12 месяцев.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В ходе организованного проспективного клинического исследования на когортной основе изучено состояние иммунного статуса у детей г. Иркутска, переболевших легкой формой течения COVID-19. В период с октября по ноябрь 2020 года было включено 60 детей в возрасте от 3 до 17 лет, которые получали лечение в амбулаторных условиях в ОГАУЗ «Иркутская городская детская поликлиника № 1» после подтвержденного диагноза коронавирусной инфекции. Соотношение полов в группе составило 50 % мальчиков и 50 % девочек, средний возраст участников — 12 лет.

Для оценки иммунного статуса проводились наблюдения через 1, 3 и 12 месяцев после острого периода заболевания. Исследования включали анализ медицинских карт, клиническое обследование, определение иммунного профиля и наличия антител А, М, G, а также титр иммуноглобулинов G к SARS-CoV-2. Критерии исключения из исследования включали отказ от участия, наличие острых респираторных инфекций с повышенной температурой, обострение хронических заболеваний за 2 недели до исследования и несоответствие требованиям к подготовке к обследованию (прием пищи, напитков с кофеином, лекарственных препаратов в промежутке 10–12 час до исследования, физическая нагрузка в течение 3 суток до исследования, пассивное и активное курение в день исследования).

Иммунологические исследования проводились в ОГАУЗ «Иркутский областной клинический консультативно-диагностический центр», где оценивались показатели клеточного и гуморального иммунитета, а также функциональность фагоцитарной системы. Методом проточной цитофлюорометрии определялись количественные соотношения основных иммунокомпетентных клеток: Т-лимфоцитов (HLA DR+CD3+, CD3+), В-лимфоцитов (CD19+CD3-), натуральных киллеров (CD56+CD16+CD3-), а также подгрупп Т-лимфоцитов (CD3+CD8+, CD3+CD4+). Были рассчитаны относительные и абсолютные показатели содержания этих клеток в крови, а также иммунорегуляторный индекс.

В рамках комплексного иммунологического исследования уровня общих иммуноглобулинов IgA, IgM и IgG проводилось определение концентраций в сыворотке крови методом твердофазного ИФА с использованием специализированных тест-систем «IgA общий-ИФА-БЕСТ», «IgM общий-ИФА-БЕСТ» и «IgG общий-ИФА-БЕСТ». Для оценки состояния фагоцитоза изучались ключевые параметры: активность нейтрофилов, их фагоцитарное число и индекс. Функциональная компетентность системы фагоцитоза определялась путем анализа спонтанной и индуцированной люминол-зависимой хемилюминесценции нейтрофильных клеток.

Показатели иммунного статуса, превышающие или не достигающие возрастнo-областных референсных значений, рассматривались как патологические отклонения. Статистическая обработка данных осуществлялась с использованием программного обеспечения

«Statistica 6.0» посредством описательных статистических методов и критерия  $\chi^2$  Пирсона для сравнения относительных величин. Расчеты доверительного интервала (ДИ) для долей проводились через онлайн-калькуляторы.

Визуализация результатов исследования выполнялась с помощью Microsoft Excel на платформе Windows 2010.

Проект был одобрен этическим комитетом Научного центра проблем здоровья семьи и репродукции человека (протокол № 7 от 02.10.2020 г.) при строгом соблюдении принципов Хельсинкской декларации ВОЗ 1964 года в редакции 2013 года, а также норм и правил клинической практики в Российской Федерации (приказ Минздрава РФ № 200н от 01.04.2016 г.). Исследование проводилось с получения информированного согласия всех участников.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе первоначального этапа нашего исследования [25], установлено значительное снижение показателей фагоцитоза в постковидный период. У половины больных отмечено снижение фагоцитарного индекса (53,3 %, 95% ДИ 40,1–66,1 %), фагоцитарного числа (41,6 %, 95% ДИ 29,3–55,1 %), а также фагоцитарной активности у трети пациентов (18,3 %, 95% ДИ 9,8–30,8 %). На первом этапе у большинства детей (60,0 %; 95% ДИ 46,5–72,2 %) снижена возможность кислородозависимого фагоцитоза нейтрофилов в спонтанной люминол-зависимой хемилюминисценции, а в индуцированной почти у половины когорты (58,3 %; 95% ДИ 44,9–70,6 %) с выраженностью снижения в некоторых случаях свыше 92 % от нижней границы региональных референсных значений [25].

При оценке состояния системы фагоцитоза в динамике через 3 месяца относительно результатов, полученных через 1 месяц после заболевания, установлено, что у детей, перенесших COVID-19, состояние системы фагоцитоза не восстанавливается до возрастных значений нормы, что видно из Рисунка 1 ( $p = 0,524$ ). Фагоцитарная активность остается сниженной у 20,0 % детей

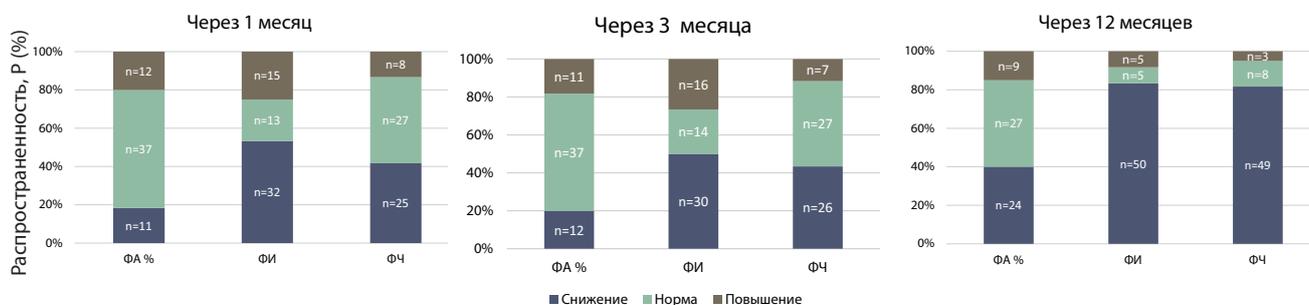
(12/60; 95% ДИ 12,6–28,4 %) ниже референсных значений сохраняются фагоцитарный индекс у 50,0 % (30/60; 95% ДИ 11,2–24,3 %) и фагоцитарное число у 43,3 % (12/60; 95% ДИ 18,3–24,6 %).

Самые выраженные изменения наблюдались через 12 месяцев после перенесенной новой коронавирусной инфекции в виде отрицательной динамики показателей фагоцитоза ( $p < 0,001$ ). Снижение фагоцитарной активности нейтрофилов уже определялось у 40,0 % (24/60; 95% ДИ 13,7–42,1 %) детей, фагоцитарного индекса 83,3 % (50/60; 95% ДИ 38,6–88,7 %), фагоцитарного числа 81,6 % (49/60; 95% ДИ 43,2–86,4 %). Таким образом, доля детей со снижением фагоцитарного индекса и фагоцитарного числа увеличилась в 1,6 ( $p < 0,001$ ) и 2,3 раза ( $p < 0,001$ ) соответственно (Рис. 1). Нарушения фагоцитоза, сопровождающиеся значительным снижением метаболических резервов нейтрофилов, выявлены у большинства детей (61,6 %).

Изменения основных функциональных свойств нейтрофильных лейкоцитов являются предиктором восприимчивости организма к инфекционным агентам. Выраженное динамическое снижение показателей фагоцитоза у детей после перенесенной новой коронавирусной инфекции способствует формированию предрасположенности к острым и рекуррентным инфекционным заболеваниям, а при длительных и стойких изменениях функции фагоцитоза могут привести к другим отдаленным последствиям и развитию хронической патологии.

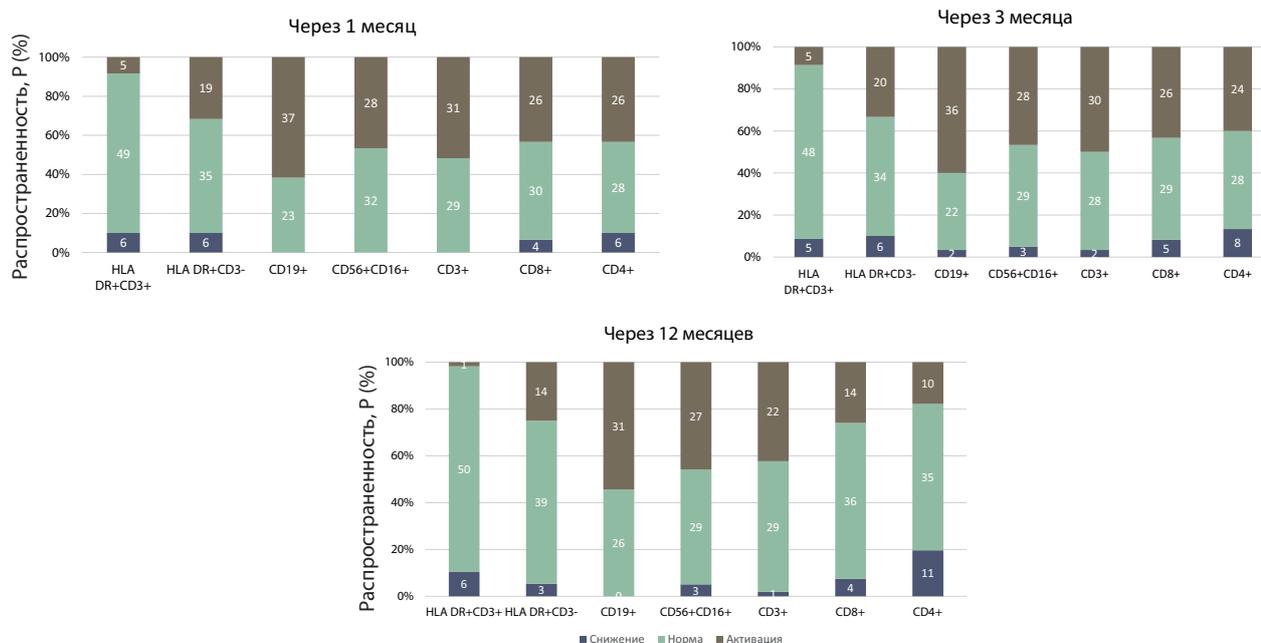
Наиболее частые отклонения клеточного иммунитета в постковидный период на первом этапе исследования выявлены в показателях В-лимфоцитов CD19+CD3- у 58,3 % (35/60; 95% ДИ 44,9–70,1 %), NK-клеток CD56+CD16+CD3- у 46,6 % (28/60; 95% ДИ 33,8–59,39 %) и активированных Т-лимфоцитов CD3+ у 61,6 % (37/60; 95% ДИ 48,2–73,6 %) детей [22].

В динамике после перенесенной новой коронавирусной инфекции выявлено, что через 1, 3 и 12 месяцев статистически значимо не изменяется доля детей с отклонениями показателей клеточного иммунитета в виде активации клеточного звена ( $p > 0,05$ ) или снижения ( $p > 0,05$ ) его активности ниже возрастной нормы (Рис. 2). В целом, достаточно настораживающим



**РИС. 1.** Динамика показателей фагоцитоза (ФА – фагоцитарная активность, ФИ – фагоцитарный индекс, ФЧ – фагоцитарное число), у детей в постковидный период через 1, 3, 12 месяцев (n = 60)

**FIG. 1.** Dynamics of indicators of phagocytic activity of neutrophils in children in the post-COVID period after 1, 3, 12 months (n = 60)



**РИС. 2.** Распространенность отклонений клеточного иммунитета (109/л) у детей через 1, 3 и через 12 месяцев после COVID-19 (n = 60)

**FIG. 2.** Deviations in absolute indicators of cellular immunity (109/l) in children 1, 3 and 12 months after COVID-19 (n = 60)

в плане риска для развития у детей отдаленных последствий COVID-19, является тот факт, что все отклонения параметров клеточного иммунитета через год после перенесенной инфекции сохранились, и восстановление до возрастных норм не произошло.

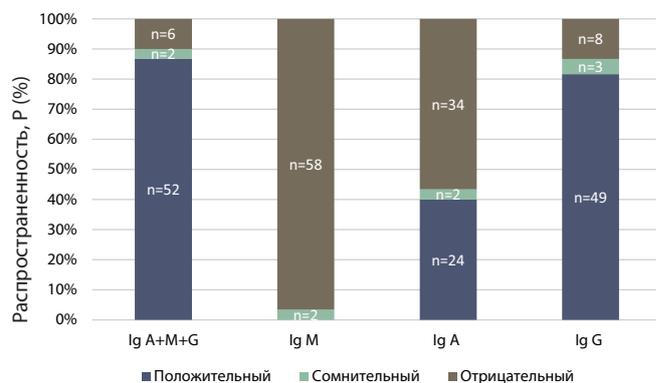
Доли детей, имеющих отклонения параметров клеточного иммунитета, достаточно высоки, при этом следует отметить наличие способности В-лимфоцитов к продукции общих иммуноглобулинов и отсутствие признаков поликлональной активации.

Уровни общих иммуноглобулинов А, М, G в сыворотке крови у 96,7 % (58/60; 95% ДИ 87,4–99,4%), 93,3 % (56/60; 95% ДИ 82,9–97,8 %) и 96,7 % (58/60; 95% ДИ 87,4–99,4 %) детей не выходили за пределы референсного интервала [25]. Через 3 и 12 месяцев после перенесенной новой коронавирусной инфекции у детей динамики в показателях уровня общих иммуноглобулинов не отмечалось (p > 0,05), и также у большинства детей показатели соответствовали возрастным региональным нормам.

Через месяц после выздоровления специфические антитела IgG к коронавирусу SARS-CoV-2 определялись у 81,6 % (49/60; 95% ДИ 69,1–90,1 %), Ig A у 40 % (14/25; 95% ДИ 24,3–57,8 %), суммарные Ig A+M+G у 86,6 % (52/60; 95% ДИ 74,8–93,7 %) детей, Ig M к SARS-CoV-2 у 96,7 % детей (58/60; 95% ДИ 84,4–92,3%) отсутствовали (Рис. 3).

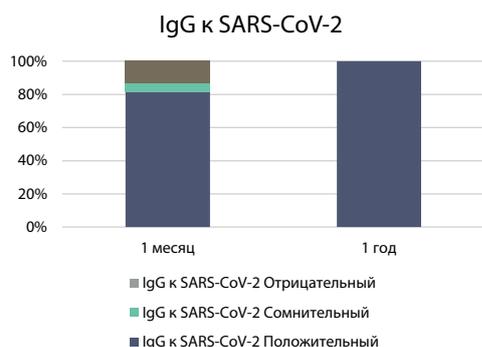
Через месяц после выздоровления уровень Ig G к коронавирусу SARS-CoV-2 в низких титрах (1:10–1:800) определялся у 78,8 % (37/49; 95% ДИ 65,1–88,0 %), средний уровень антител (1:1600–1:6400) у 21,3 % (10/49; 95% ДИ 11,2–36,1 %) и в высоких титрах (1:1280 и выше) только у 4,2 % (2/49; 95% ДИ 0,7–15,7 %), может рассматриваться как недостаточный протективный уровень

гуморального постинфекционного иммунитета (Рис. 4). Через год после COVID-19 доля детей, у которых определялись специфические IgG увеличилась (p < 0,0001) и составила 100 %, при этом большинство из них 96,7 % (56/60; 95% ДИ 93,1–98,4 %) имели высокий титр антител к SARS-CoV-2 (Рис. 4). При этом нельзя исключить, что рост специфических титров IgG через год после заболевания был обусловлен дополнительным контактом детей с вирусом SARS-CoV-2. На момент проведения третьего этапа нашего исследования среди больных коронавирусной инфекцией в г. Иркутске преобладали заболевания, вызванные вариантом «Омикрон» вируса SARS-CoV-2.



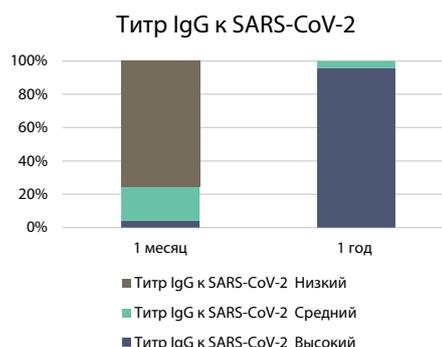
**РИС. 3.** Специфические иммуноглобулины А, М, G к вирусу SARS-CoV-2 через 1 месяц после COVID-19 (n = 60)

**FIG. 3.** Specific immunoglobulins A, M, G to the SARS-CoV-2 virus 1 month after COVID-19 (n = 60)



**РИС. 4.**

Динамика специфических антител IgG к коронавирусу SARS-CoV-2 у детей через 1 месяц и через 1 год после заболевания (n = 60)



**FIG.4.**

Dynamics of specific IgG antibodies to the SARS-CoV-2 coronavirus in children 1 month and 1 year after the disease (n = 60)

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проспективная когортная оценка иммунного статуса у детей в постковидный период демонстрирует значительные отклонения как на уровне клеточного и гуморального иммунитета, так и в работе системы фагоцитов. Через год после перенесенной новой коронавирусной инфекции у детей отмечается существенное снижение показателей фагоцитоза: доля с пониженным фагоцитарным индексом возросла на 60 %, а фагоцитарного числа — вдвое, что указывает на серьезные нарушения и может привести к повышенной чувствительности к различным инфекциям в постковидном периоде, частым воспалительным реакциям и риску развития хронических заболеваний. Хотя синтез антител IgG к SARS-CoV-2 сохраняется, их уровень у 67 % детей через месяц после болезни остается низким, что свидетельствует о недостаточной гуморальной защите и потенциально слабом специфическом иммунном ответе. Однако спустя год антитела обнаруживаются уже у всех обследованных с высокими титрами, что указывает на восстановление защитного уровня гуморального постинфекционного иммунитета. Полученные данные подчеркивают значительные изменения в детском иммунитете после COVID-19, которые могут быть ключевыми факторами развития постковидного синдрома. Требуется дальнейшее углубленное изучение динамики иммунных процессов и клиническое наблюдение за детьми, перенесших инфекцию SARS-CoV-2.

### Конфликт интересов

Авторы данной статьи сообщают об отсутствии конфликта интересов.

### Выражение признательности

Авторы выражают благодарность администрации ОГАУЗ «Городская Ивано-Матренинская детская клиническая больница» в лице Ильюшиной Татьяны Сергеевны и Воржевой Альбины Николаевны за активное содействие.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. WHO/2019-nCoV/PostCOVID-19condition/CA/Clinical\_case\_definition/2023.1. URL: <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-2019-nCoV-Post-COVID-19-condition-CA-Clinical-case-definition-2023-1> [access date: 26.09.2022].
2. Crook H, Raza S, Nowell J, Young M, Edison P. Long-COVID — mechanisms, risk factors, and management. *BMJ*. 2021; 374: n1648. doi: 10.1136/bmj.n1648
3. Балькова Л.А., Ширманкина М.В., Владимиров Д.О., Науменко Е.И., Самошкина Е.С., Чернышова Р.А. Постковидный синдром у детей и подростков: обзор литературы и описание клинического наблюдения. *PMЖ. Мать и дитя*. 2022; 5(4): 366-372. [Balykova LA, Shirmankin MV, Vladimirov DO, Naumenko EI, Samoshkin ES, Chernyshova RA. Post-COVID syndrome in children and adolescents: literature review and description of clinical observation. *RMJ. Mother and child*. 2022; 5(4): 366-372. (In Russ.)]. doi: 10.32364/2618-8430-2022-5-4-366-372
4. Carfi A, Bernabei R, Landi F. Gemelli against COVID-19 Post-Acute Care Study Group. Persistent Symptoms in Patients after Acute COVID-19. *JAMA*. 2020; 324(6): 603–605. doi: 10.1001/jama.2020.12603
5. Wong AW, Shah AS, Johnston JC, et al. Patient-reported outcome measures after COVID-19: a prospective cohort study. *Eur Respir J*. 2020; 56(5): 2003276. doi: 10.1183/13993003.03276-2020
6. Жмаева Л.И. Е. В. Гриценко, Н. А. Ажурманова. Изменение состояния здоровья детей, перенесших новую коронавирусную инфекцию. *Вестник Челябинской областной клинической больницы*. 2022; 2(54): 35-38. [Zhmaeva LI, Gryzenko EV, Azurmanova NA. Change in the health status of children who have undergone a new coronaviruses infection. *Bulletin of the Chelyabinsk Regional Clinical Hospital*. 2022; 2(54): 35-38. (In Russ.)].
7. Захарова И.Н., Османов И.М., Творогова Т.М., Бережная И.В., Махаева А.В. Постковидный синдром у детей в структуре COVID-19. *Педиатрия. Consilium Medicum*. 2022; 1: 8-14. [Zakharova IN, Osmanov IM, Curogova TM, Beemnaya IV, Mahayeva AV. Post-COVID

- syndrome in children with COVID-19 structure. *Pediatrics. Consilium Medicum*. 2022; 1: 8-14. (In Russ.). doi: 10.26442/26586630.2022.1.201515
8. Иванова О.Н. Постковидный синдром у детей. Международный научно-исследовательский журнал. 2021; 9(111): 35-39. [Ivanova ON. Post-COVID syndrome in children. *International journal of research and research*. 2021; 9(111): 35-39. (In Russ.). doi: 10.23670/IRJ.2021.9.111.040
9. Балахонов С.В., Дубровина В.И., Чеснокова М.В., Войткова В.В., Пятидесятикова А.Б., Брюхова Д.Д., и др. Изучение гуморального иммунного ответа при лёгкой и бессимптомной формах проявления COVID-19. *Acta Biomedica Scientifica*. 2020; 5(5): 26-30. [Balakhonov SV, Dubrovina VI, Chesnokova MV, Voitkova VV, Pyatidesyatnikova AB, Bryukhova DD, et al. Studying Humoral Immune Response at Mild and Asymptomatic COVID-19 Forms. *Acta Biomedica Scientifica*. 2020; 5(5): 26-30. (In Russ.). doi: 10.29413/ABS.2020-5.5.3
10. Чернова Т.М. Последствия COVID-19 у детей: результаты 12-месячного наблюдения. Журнал инфектологии. 2022; 14(2): 96–106. [Chernova TM. Effects of COVID-19 in children: results of 12-month observation. *Journal of infectious diseases*. 2022; 14(2): 96-106. (In Russ.).]
11. Амиров Н.Б. Постковидный синдром: мультисистемные «дефициты». Вестник современной клинической медицины. 2021; 14(6): 94–104. [Amirov NB. Post-COVID syndrome: multisystemic «deficits». *The Herald of Modern Clinical Medicine*. 2021; 14(6): 94-104. (In Russ.).]
12. Баймухамбетова Д.В. Постковидное состояние у взрослых и детей. Пульмонология. 2021; 31(5): 562–570. [Baymukhambetova DV. Postcovid condition in adults and children. *Pulmonology*. 2021; 31(5): pp 562-570. (In Russian)]
13. Пошехонова Ю.В., Лихобабина О.А., Махмутов Р.Ф. Влияние постковидного синдрома на качество жизни подростков. Вестник гигиены и эпидемиологии. 2023; 27(4): 263-266. [Poshchonova YuV, Likhobbina OA, Mahmutov RF. Impact of post-COVID syndrome on quality of life of adolescents. *The Messenger of Hygiene and Epidemiology*. 2023; 27(4): 263-266. (In Russ.).]
14. Lopez-Leon S, Wegman-Ostrosky T, Ayuzo Del Valle NC, Perelman C, Sepulveda R, et al. Long-COVID in children and adolescents: a systematic review and meta-analyses. *Sci Rep*. 2022; 12(1): 9950. doi: 10.1038/s41598-022-13495-5
15. Скрипченко Н.В. Современные представления о механизмах иммунной защиты при новой коронавирусной инфекции. Практическая медицина. 2022; 20(3): 8–19. [Scripchenko NV. Modern ideas about the mechanisms of immune protection in new coronaviruses. *Practical medicine*. 2022; 20(3): 8-19. (In Russ.).] doi: 10.32000/2072-1757-2022-3-8-19
16. Altmann DM, Whettlock EM, Liu S, et al. The immunology of long COVID. *Nat Rev Immunol*. 2023; 23(10): 618-634. doi: 10.1038/s41577-023-00904-7
17. Chen C, Haupt SR, Zimmermann L, et al. Global Prevalence of Post Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Condition or Long COVID: A Meta-Analysis and Systematic Review. *The Journal of Infectious Diseases*. 2022; 226(9): 1593–1607. doi: 10.1093/infdis/jiac136
18. Bölke E, Matuschek C, Fischer JC. Loss of Anti-SARS-CoV-2 Antibodies in Mild Covid-19. *N Engl J Med*. 2020; 383(17): 1694-1695. doi: 10.1056/NEJMc2027051
19. Alberca GGF, Alberca RW. What is the long-term clinical significance of anti-SARS-CoV-2-specific IgG? *Influenza Other Respir Viruses*. 2021. 15(3):413-414. doi: 10.1111/irv.12825
20. Ковтун О.П., Оленькова О.М., Бейкин Я.Б. Иммунный ответ при новой коронавирусной инфекции COVID-19 у детей и взрослых. Уральский медицинский журнал. 2021; 20(4): 12-17. [Kovtun OP, Olenkova OM, Beykin YaB. Immune response to new coronavirus COVID-19 infection in children and adults. *Ural medical journal*. 2021; 20(4): 12-17. (In Russ.)]doi: 10.52420/2071-5943-2021-20-4-12-17
21. Казанцева Е.Д., Петрова А.Г., Даренская М.А. и др. Взаимосвязь уровней цитокинов с клиническими данными при гриппе и ОРВИ у детей. Журнал инфектологии. 2024; 16(2): 243-244. [Kazantseva ED, Petrov AG, Darenskaya MA, et al. Correlation of cytokine levels with clinical data on influenza and SARS in children. *Journal of Infectious Diseases*. 2024; 16(2): 243-244. (In Russ.).]
22. Алексеева Л.А., Жирков А.А., Бессонова Т.В. и др. Лабораторные показатели нарушений иммуно-эндокринного баланса у детей с острой респираторной вирусной инфекцией в постковидном периоде. Журнал инфектологии. 2024; 16(2): 37-45. [Alekseeva LA, Zhirkov AA, Bessonova TV, et al. Laboratory indicators of the disorders of immune-endocrine balance in children with acute respiratory viral infection during post-COVID period. *Journal Infectology*. 2024; 16(2): 37-45. (In Russ.).] doi: 10.22625/2072-6732-2024-16-2-37-45
23. Даренская М.А., Колесникова Л.И., Колесников С.И. COVID-19: окислительный стресс и актуальность анти-оксидантной терапии. Вестник РАМН. 2020; 75(4): 318–325. [Darenskaya MA, Kolesnikova LI, Kolesnikov SI. COVID-19: Oxidative Stress and the Relevance of Antioxidant Therapy. *Annals of the Russian Academy of Medical Sciences*. 2020; 75(4): 318–325. (In Russ.).] doi: 10.15690/vramn1360
24. Ibarrodo FJ, Fulcher JA, Goodman-Meza D, Elliott J, Hofmann C, Hausner MA, et al. Rapid Decay of Anti-SARS-CoV-2 Antibodies in Persons with Mild Covid-19. *N Engl J Med*. 2020; 383(11): 1085-1087. doi: 10.1056/NEJMc2025179
25. Москалева Е.В., Петрова А.Г., Рычкова Л.В. и др. Провоспалительные и противовоспалительные цитокины у новорождённых детей в острый период новой коронавирусной инфекции. *Acta Biomedica Scientifica*. 2024; 9(6): 44-51. [Moskaleva EV, Petrova AG, Rychkova LV, et al. Anti-inflammatory and anti-inflammatory cytokines in newborns in the acute period of new coronary infection. *Acta Biomedica Scientifica*. 2024; 9(6): 44-51. (In Russ.).] doi: 10.29413/ABS.2024-9.6.5
26. Москалева Е.В., Петрова А.Г., Рычкова Л.В., Новикова Е.А., Ваняркина А.С. Состояние показателей иммунного статуса у детей после перенесённой новой

коронавирусной инфекции. *Acta Biomedica Scientifica*. 2021; 6(2): 58-62. [Moskaleva EV, Petrova AG, Rychkova LV, Novikova EA, Vanyarkina AS. The state of immune status indicators in children after having a new coronavirus infection. *Acta Biomedica Scientifica*. 2021; 6(2): 58-62. (In Russ.)]. doi.org/10.29413/ABS.2021-6.2.6

27. Иванова В.В и др. Иммунопатогенез инфекционной болезни у детей. *Детские инфекции*. 2005; 4(1): 6-11. [Ivanova VV, et al. Immunopathogenesis of infectious disease in children. *Childhood infections*. 2005; 4(1): 6-11. (In Russ.)].

#### Сведения об авторах

**Москалева Екатерина Владимировна** – кандидат медицинских наук, научный сотрудник лаборатории инфектологии и иммунопрофилактики в педиатрии ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека»; e-mail: mkatena@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4196-0713>

**Петрова Алла Германовна** – доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник, руководитель лаборатории инфектологии и иммунопрофилактики в педиатрии ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека»; e-mail: rudial75@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7965-8061>

**Рычкова Любовь Владимировна** – доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН, директор ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека»; e-mail: iphr@sbamsr.irk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5292-0907>

**Новикова Евгения Анатольевна** – кандидат медицинских наук, научный сотрудник лаборатории инфектологии и иммунопрофилактики в педиатрии ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека»; e-mail: europe411@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9353-7928>

**Козлова Ирина Валерьевна** – доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник, руководитель лаборатории молекулярной эпидемиологии и генетической диагностики ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека»; e-mail: diwerhoz@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6324-8746>

**Колесникова Любовь Ильинична** – доктор медицинских наук, профессор, академик РАН, научный руководитель ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека»; e-mail: iphr@sbamsr.irk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3354-2992>

#### Information about the authors

**Ekaterina V. Moskaleva** - Cand. Sc. (Med.), Research Officer at the Laboratory of Infectology and Immunoprophylaxis, Scientific Centre for Family Health and Human Reproduction Problems; e-mail: mkatena@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4196-0713>

**Alla G. Petrova** – Dr. Sc. (Med.), Professor, Head of the Laboratory of Infectology and Immunoprophylaxis, Scientific Centre for Family Health and Human Reproduction Problems; e-mail: rudial75@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7965-8061>

**Lyubov V. Rychkova** – Dr. Sc. (Med.), Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Director of the Scientific Centre for Family Health and Human Reproduction Problems; e-mail: iphr@sbamsr.irk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0117-2563>

**Evgenia A. Novikova** – Cand. Sc. (Med.), Research Officer at the Laboratory of Infectology and Immunoprophylaxis, Scientific Centre for Family Health and Human Reproduction Problems; e-mail: europe411@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9353-7928>

**Irina V. Kozlova** – Dr. Sc. (Med.), Leading researcher, Head of the Laboratory of Molecular Epidemiology and Genetic Diagnostics, Scientific Centre for Family Health and Human Reproduction Problems; e-mail: diwerhoz@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6324-8746>

**Lyubov I. Kolesnikova** – Dr. Sc. (Med.), Professor, Member of the Russian Academy of Sciences, scientific advisor of the Scientific Centre for Family Health and Human Reproduction Problems; e-mail: iphr@sbamsr.irk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3354-2992>