

Модель прогноза отсутствия постковидных гастроинтестинальных нарушений у детей, перенесших инфекцию COVID-19

Анна Владимировна Полунина¹, Валерия Павловна Новикова¹,
Светлана Леонидовна Баннова¹, Василиса Валерьевна Дудурич³,
Александр Евгеньевич Блинов¹, Ольга Николаевна Варламова¹,
Михаил Александрович Дохов¹, Александра Александровна Тихомирова¹,
Никита Александрович Дементьев¹, Алексей Львович Балашов^{1, 2}

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

² Городская поликлиника № 56, 192241, г. Санкт-Петербург, Пращская ул., д. 40, Российская Федерация

³ ООО «СЕРБАЛАБ», 199106, Большой проспект Васильевского острова, д. 90, к. 2, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Для цитирования: Полунина А.В., Новикова В.П., Баннова С.Л., Дудурич В.В., Блинов А.Е., Варламова О.Н., Дохов М.А., Тихомирова А.А., Дементьев Н.А., Балашов А.Л. Модель прогноза отсутствия постковидных гастроинтестинальных нарушений у детей, перенесших инфекцию COVID-19. *Children's Medicine of the North-West*. 2026;14(1):169–178. <https://doi.org/10.56871/CmN-W.2026.39.71.014>.

Поступила: 27.10.2025

Одобрена: 26.01.2026

Принята к печати: 20.03.2026

РЕЗЮМЕ. Введение. После выздоровления от COVID-19 у многих пациентов наблюдаются долгосрочные последствия, известные как постковидный синдром. Растущий интерес вызывает роль изменений микробиоты кишечника, особенно в связи с желудочно-кишечными симптомами после COVID-19, хотя данные об этих изменениях в постковидный период остаются противоречивыми. **Цель** — на основании клинко-анамнестических, молекулярно-биологических и иммунологических методов выявить основные предикторы отсутствия гастроинтестинальных симптомов в постковидный период у детей. **Материалы и методы.** Создана база данных, которая включала более 400 признаков, характеризующих общие сведения, клиническую картину, лабораторные данные, в том числе уровень прокальцитонина и С-реактивного белка, 16S секвенирование микробиоты, определение зонулина, ПЦР кала на вирус SARS-CoV-2, анализ назначения антибиотиков и синбиотика. Анализ проводился в двух группах пациентов. Группа 1 — 24 ребенка, у которых через месяц после выздоровления появились желудочно-кишечные симптомы, группа 2 состояла из 23 пациентов, не имевших никаких гастроэнтерологических симптомов. **Результаты.** С помощью нейронной сети выделены пять признаков, сопровождающих отсутствие постковидных гастроинтестинальных симптомов у детей через месяц после выздоровления от новой коронавирусной инфекции. Чувствительность нейронной сети составила 95,0%, специфичность — 87,5%, точность — 91,0%. **Заключение.** Основные предикторы отсутствия гастроинтестинальных симптомов в постковидный период у детей — это относительная доля *Actinobacteriota* менее 0,24 в стуле методом 16S секвенирования через месяц после выздоровления, наличие вида *Actinobacteria* менее 0,1 в стуле методом 16S секвенирования через месяц после выздоровления, лечение синбиотиком в течение 30 дней, нормальный уровень зонулина в стуле, отсутствие пищевой аллергии в анамнезе.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: COVID-19, дети, постковидный период, функциональные расстройства ЖКТ, прогноз

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

✉ Анна Владимировна Полунина. E-mail: anna.polunina.doc@icloud.com

© Коллектив авторов, 2026

Original article

<https://doi.org/10.56871/CmN-W.2026.39.71.014>

A model for predicting the absence of post-COVID gastrointestinal disorders in children who have had COVID-19 infection

Anna V. Polunina¹, Valeria P. Novikova¹, Svetlana L. Bannova¹, Vasilisa V. Dudurich³, Alexander E. Blinov¹, Olga N. Varlamova¹, Mikhail A. Dokhov¹, Aleksandra A. Tikhomirova¹, Nikita A. Dementiev¹, Aleksey L. Balashov^{1, 2}

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

² City Polyclinic No. 56, 40 Prazhskaya str., Saint Petersburg, 192241, Russian Federation

³ CerbaLab Ltd., 90/2 Bolshoy Prospekt Vasilyevskogo ostrova, Saint Petersburg, 199106, Russian Federation

For citation: Polunina A.V., Novikova V.P., Bannova S.L., Dudurich V.V., Blinov A.E., Varlamova O.N., Dokhov M.A., Tikhomirova A.A., Dementiev N.A., Balashov A.L. A model for predicting the absence of post-COVID gastrointestinal disorders in children who have had COVID-19 infection. *Children's Medicine of the North-West*. 2026;14(1):169–178. (In Russ.). <https://doi.org/10.56871/CmN-W.2026.39.71.014>.

Received: 27.10.2025

Revised: 26.01.2026

Accepted: 20.03.2026

ABSTRACT. Introduction. After recovery from COVID-19, many patients experience long-term sequelae known as post-COVID syndrome. The role of changes in the gut microbiota, particularly in relation to gastrointestinal symptoms following COVID-19, is of growing interest, although data on these changes in the post-COVID period remain controversial. **Aim** – to identify the main predictors of the absence of gastrointestinal symptoms in the post-COVID period in children using clinical, anamnestic, molecular biological, and immunological methods. **Materials and methods.** A database was created that included over 400 characteristics characterizing general information, clinical presentation, laboratory data, including procalcitonin and CRP levels, 16S microbiota sequencing, zonulin determination, stool PCR for SARS-CoV-2, and analysis of antibiotic and synbiotic prescriptions. The analysis was conducted in two groups of patients. Group 1 included 24 children who developed gastrointestinal symptoms one month after recovery, while Group 2 consisted of 23 patients who had no gastrointestinal symptoms. **Results.** Using a neural network, five features were identified that predict the absence of post-COVID gastrointestinal symptoms in children one month after recovery from novel coronavirus infection. The sensitivity of the neural network was 95.0%, specificity 87.5%, and accuracy 91.0%. **Conclusion.** The main predictors of the absence of gastrointestinal symptoms in the post-COVID period in children are the relative proportion of Actinobacteriota less than 0.24 in stool by 16S sequencing one month after recovery, the presence of Actinobacteria species less than 0.1 in stool by 16S sequencing one month after recovery, treatment with a synbiotic for 30 days, normal zonulin levels in stool, and the absence of a history of food allergies.

KEYWORDS: COVID-19, children, post-covid period, functional gastrointestinal disorders, prognosis

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

✉ Anna V. Polunina. E-mail: anna.polunina.doc@icloud.com

© 2026 by the authors

ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на то что пандемия коронавирусной инфекции 2019–2022 гг. (COVID-19) закончилась, актуальность проблемы сохраняется [1]. На сегодняшний день зарегистрировано более 1000 различных генетических линий вируса SARS-CoV-2, обладающих уникальными характеристиками и различной степенью устойчивости к иммунному ответу [2]. Установлено, что даже после выздоровления от различных вариантов инфекции COVID-19 у пациентов выявляются признаки и симптомы, сохраняющиеся после болезни или появляющиеся вновь, что трактуется как постковидный синдром [3, 4]. Симптомы могут быть связаны с хроническим воспалением, аутоиммунными заболеваниями, хронической эндотелиопатией, микротромбозом или персистенцией вируса [3]. Изменения состава микробиоты также могут играть роль при длительном COVID, однако сведения о кишечной микробиоте в постковидный период противоречивы [5, 6]. В последнее время внимание исследователей привлекает связь между изменениями кишечной микробиоты и наличием гастроинтестинальных проявлений после перенесенной COVID-19-инфекции [7–11]. Характеристика гастроинтестинальных симптомов у детей и взрослых после перенесенной новой коронавирусной инфекции представлена в таблице 1.

В исследовании А.А. Карасева (2023) утверждается, что общая частота нарушений со стороны моторной функции кишечника (диарея/запор) варьирует от 3,6 до 48%, болей в животе любой локализации – от 9 до 32% [12].

В другом отечественном наблюдении 25% детей предъявляли жалобы на боли в животе после перенесенной COVID-19-инфекции [4].

В работе А.В. Налетова и соавт. (2021) отмечено преобладание диареи и болей в животе у 76% исследуемых больных после перенесенной инфекции [13].

Одним из вариантов поражения желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) после перенесенной коронавирусной инфекции является синдром раздраженного кишечника (СРК) [14, 15]. Частота его, изученная в нескольких исследованиях, варьировала от 0,6 до 11,6% [14, 15]. Прогностические факторы для развития СРК в постковидный период изучены недостаточно. В одном из исследований показано, что у пациентов с острыми желудочно-кишечными симптомами во время COVID-19 вероятность возникновения устойчивых желудочно-кишечных симптомов в четыре раза выше, чем у пациентов без острых желудочно-кишечных симптомов [16]. Еще в трех работах [17–19] наличие желудочно-кишечных симптомов в острой фазе было названо предвестником СРК, в то время как в других исследованиях [20, 21] корреляции между гастроэнтерологическими симптомами во время болезни и симптомами в постковидный период обнаружено не было. Считается, что патогенез СРК в постковидном периоде связан в основном с нарушением функции оси «кишечник–мозг» [22, 23].

Таблица 1. Характеристика гастроинтестинальных симптомов у детей и взрослых после перенесенной новой коронавирусной инфекции (в абс. числах)

Table 1. Characteristics of gastrointestinal symptoms in children and adults after a new coronavirus infection (in absolute numbers)

Исследователи Researchers	Страна Country	Год Year	Количество больных Number of patients	Тошнота Nausea	Рвота Vomit	Диарея Diarrhea	Боли в животе Stomach ache
Obleagă et al. [7] (дети / children)	Румыния Romania	2023	21	21	4	21	21
D. Noviello et al. [8] (взрослые / adults)	Италия Italy	2021	164	–	–	–	16
J. Weng et al. [9] (взрослые / adults)	Китай China	2021	117	–	11	17	8
Huang et al. [10] (взрослые / adults)	Китай China	2021	1655	–	80	80	–
Anaya et al. [11] (взрослые / adults)	Колумбия Colombia		100	–	4	9	8

Таблица составлена составлена авторами
The table was compiled by the authors

В настоящее время активно изучается роль пребиотиков и пробиотиков в восстановлении нормальной кишечной микробиоты и снижении тяжести как симптомов со стороны ЖКТ, так и респираторных симптомов у пациентов с COVID-19 [24, 25]. Опубликованы данные об успешной коррекции дисбиоза у пациентов, инфицированных COVID-19, что открывает роль пробиотиков в лечении этой новой коронавирусной инфекции [26]. Прием определенных пребиотиков и пробиотиков может свести к минимуму желудочно-кишечные симптомы COVID-19 и последствия приема антибиотиков, которые усугубляют эти симптомы [27, 28]. Однако факторы, способствующие профилактике постковидных нарушений ЖКТ у детей, не изучены.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

На основании клинико-анамнестических, молекулярно-биологических и иммунологических методов выявить основные предикторы отсутствия гастроинтестинальных симптомов в постковидный период у детей.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Расчет основных предикторов отсутствия гастроинтестинальных симптомов после перенесенной коронавирусной инфекции базировался на результатах клинического пострегистрационного открытого наблюдательного проспективного одноцентрового исследования с минимальной интервенцией. Оно было одобрено локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России. В исследование были включены дети с инфекцией COVID-19 в возрасте от 3 до 17 лет. Диагноз новой коронавирусной инфекции и степень тяжести заболевания устанавливались согласно методическим рекомендациям [29].

Детей обследовали в динамике: в начале заболевания, через две недели, на фоне купирования основных симптомов инфекции COVID-19 и через четыре недели после выздоровления. Проводился сбор данных пациентов: жалобы, анамнез, клинический статус, наличие осложнений, рутинные лабораторные данные и исследование С-реактивного белка (СРБ), 16S секвенирование микробиоты, исследование кала на зонулин, полимеразная цепная реакция (ПЦР) кала на вирус SARS-CoV-2, анализ назначения лекарственных средств, в том числе антибактериальной терапии и синбиотика (синбиотика, содержащего

$\geq 1 \times 10^9$ КОЕ пробиотических микроорганизмов, в том числе лактобактерий – $6,6 \times 10^8$ КОЕ, *Lactobacillus acidophilus* LA-14 – $1,11 \times 10^8$ КОЕ, *Lactobacillus rhamnosus* GG – $1,11 \times 10^8$ КОЕ, *Lactobacillus casei* LC-11 – $1,11 \times 10^8$ КОЕ, *Lactobacillus paracasei* Lpc-37 – $1,11 \times 10^8$ КОЕ, *Lactobacillus plantarum* Lp-115 – $1,11 \times 10^8$ КОЕ, *Lactobacillus salivarius* Ls-33 – $1,11 \times 10^8$ КОЕ, в том числе бифидобактерии – $3,3 \times 10^8$ КОЕ, *Bifidobacterium longum* BI-05 – $1,11 \times 10^8$ КОЕ, *Bifidobacterium lactis* BI-04 – $1,11 \times 10^8$ КОЕ, *Bifidobacterium bifidum* Bb-02/lactis – $1,11 \times 10^8$ КОЕ и пребиотический компонент фруктоолигосахариды – 0,538 г, именуемый далее синбиотиком в дозе 1 капсула в день, курс лечения – 30 дней).

Идентификация вируса SARS-CoV-2 методом ПЦР и 16S секвенирование микробиоты проводились в лаборатории «СЕРБАЛАБ», г. Санкт-Петербург (заведующий – врач-генетик В.В. Дудурич). Библиотеки 16S ДНК были подготовлены в соответствии с протоколом Illumina “16S Metagenomic Sequencing Library Preparation” (Part # 15044223 Rev. B). Было использовано 5 нг общей ДНК для амплификации целевого фрагмента гена 16S рРНК с использованием рекомендованных праймеров для области V3 и V4. Проводилось 25 циклов ПЦР с использованием KAPA HiFi HotStart ReadyMix (2X) (Roche Diagnostics, Швейцария). После очистки продуктов ПЦР с помощью бинов SPRI было индексировано 5 нг полученных ампликонов с помощью KAPA HiFi HotStart ReadyMix (2X) (Roche Diagnostics, Швейцария) и Nextera XT Index Kit (Illumina, США). Было проведено 8 циклов индексной ПЦР, следуя протоколу Illumina. Библиотеки секвенировали на Illumina MiSeq System. Исследование кала на зонулин проводилось методом иммуноферментного анализа с помощью тест-системы IDK Zonulin ELISA (Immundiagnostik AG, Германия). Среднее значение показателя, заявленное производителем тест-системы, по данным обследования 40 практически здоровых лиц, – 61 ± 46 нг/мл. При значениях показателя менее 83,15 нг/мл результат расценивался как норма, при 83,15–110,0 нг/мл – как повышенная концентрация, более 110 нг/мл – как высокая концентрация.

База данных пациентов включала более 400 признаков, характеризующих общие сведения, клиническую картину, лабораторные данные, в том числе уровень прокальцитонина и СРБ, наличие симптомов, в том числе гастроинтестинальных, и их динамики, степень тяжести заболевания, температурную реакцию, наличие ос-

ложений и сопутствующих заболеваний, состав микробиоты по родам и видам и по индексу разнообразия, уровень зонулина в кале, наличие вируса SARS-CoV-2 в стуле, лечение антибиотиками и синбиотиком. Все изменяемые признаки оценивались трижды: в начале заболевания, через две недели после их купирования и через месяц после выздоровления.

Анализ всех признаков проводился в двух группах пациентов. Первую группу составили 24 ребенка, у которых через месяц после выздоровления появились такие симптомы, как боль в животе и диарея. Длительность этих симптомов в течение месяца не позволила диагностировать у них СРК, поэтому мы обозначили их как группу детей с постковидными гастроинтестинальными симптомами. Вторая группа состояла из 23 пациентов, не имевших никаких гастроэнтерологических симптомов.

Проверку полученных данных на соответствие нормальному закону распределения выполняли с помощью критерия Шапиро–Уилка. В случае соответствия данных – распределению Гаусса–Лапласа, типичные значения представляли в виде среднего и стандартного отклонений, при несоответствии – в виде медианы, первого и третьего квартилей. Сравнение типичных значений в группах осуществляли с помощью критериев Стьюдента и Манна–Уитни. Нулевую гипотезу отвергали при уровне значимости $p < 0,05$. Доверительный ин-

тервал с надежностью 95% рассчитывали аппроксимацией распределения Пуассона по χ^2 .

При определении предикторов отсутствия гастроинтестинальных симптомов после перенесенной коронавирусной инфекции с помощью нейронной сети применяли комбинированный метод глобальной оптимизации, случайного поиска, инерционного и генетического алгоритмов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

С помощью нейронной сети выделены пять признаков, сопровождающих отсутствие постковидных гастроинтестинальных симптомов у детей через месяц после выздоровления от новой коронавирусной инфекции. Данные представлены в таблице 2.

Чувствительность отдельных переменных в нейросетевой модели определяли как отношение ошибок нейронной сети без интересующего нас факториального признака к ошибкам сети с интересующим факториальным признаком. Чем больше чувствительность, тем большее значение играет исследуемый признак, тем меньше ошибка прогноза нейронной сети. Чувствительность нейронной сети составила 95,0%, специфичность – 87,5%, точность – 91,0%.

Таким образом, полученные с помощью нейросети данные свидетельствуют о том, что ведущую роль в развитии гастроинтестинальных симптомов через месяц после выздоровления от новой коронавирусной инфекции играют нарушения кишечной микробиоты, а именно выявление рода

Таблица 2. Признаки, сопровождающие отсутствие постковидных гастроинтестинальных симптомов у детей через месяц после выздоровления от новой коронавирусной инфекции

Table 2. Signs accompanying the absence of post-COVID gastrointestinal symptoms in children one month after recovery from novel coronavirus infection

Признак Sign	Чувствительность Sensitivity	Ранг Rank
Относительная доля <i>Actinobacteriota</i> менее 0,24 в стуле методом 16S секвенирования через месяц после выздоровления Relative proportion of <i>Actinobacteriota</i> less than 0.24 in stool by 16S sequencing one month after recovery	6,8	1
Вид <i>Actinobacteria</i> менее 0,1 в стуле методом 16S секвенирования через месяц после выздоровления <i>Actinobacteria</i> species less than 0.1 in the stool by 16S sequencing one month after recovery	5,3	2
Лечение синбиотиком в течение 30 дней в возрастной дозировке 1 капсула в сутки Treatment with a synbiotic for 30 days at an age-appropriate dosage of 1 capsule per day	3,6	3
Нормальный уровень зонулина в стуле Normal zonulin levels in the stool	2,3	4
Отсутствие пищевой аллергии в анамнезе No history of food allergies	1,8	5

Таблица составлена составлена авторами
The table was compiled by the authors

Actinobacteriota и вида *Actinobacteria* в стуле методом 16S секвенирования.

Полученные данные подтверждают необходимость синбиотического лечения для профилактики гастроинтестинальных расстройств. Результаты работы совпадают с несколькими исследованиями, в которых выделены значимые группы микроорганизмов, являющихся предикторами тяжести заболевания новой коронавирусной инфекции [30, 31]. В исследовании при сравнении микробиома пациентов, переносящих H1N1-вирус, и другой группой пациентов, переносящих вирус SARS-CoV-2, были отмечены пять групп микроорганизмов, типичных для микробиоты пациентов с COVID-19, куда входили *Actinobacteriota*. Полученные данные подтверждают необходимость синбиотического лечения для профилактики гастроинтестинальных расстройств.

В недавних исследованиях показано, что пищевая аллергия в анамнезе и повышенная кишечная проницаемость патогенетически связаны между собой [32].

Влияние этих признаков на развитие гастроинтестинальных расстройств подтверждается рядом публикаций, посвященных функциональным нарушениям СРК [33, 34].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные предикторы отсутствия гастроинтестинальных симптомов в постковидный период у детей — это относительная доля *Actinobacteriota* менее 0,24 в стуле методом 16S секвенирования через месяц после выздоровления, наличие вида *Actinobacteria* менее 0,1 в стуле методом 16S секвенирования через месяц после выздоровления, лечение синбиотиком, содержащим $\geq 1 \times 10^9$ КОЕ пробиотических микроорганизмов, в том числе лактобактерий — $6,6 \times 10^8$ КОЕ, *Lactobacillus acidophilus* LA-14 — $1,11 \times 10^8$ КОЕ, *Lactobacillus rhamnosus* GG — $1,11 \times 10^8$ КОЕ, *Lactobacillus casei* LC-11 — $1,11 \times 10^8$ КОЕ, *Lactobacillus paracasei* Lpc-37 — $1,11 \times 10^8$ КОЕ, *Lactobacillus plantarum* Lp-115 — $1,11 \times 10^8$ КОЕ, *Lactobacillus salivarius* Ls-33 — $1,11 \times 10^8$ КОЕ, в том числе бифидобактерии — $3,3 \times 10^8$ КОЕ, *Bifidobacterium longum* BI-05 — $1,11 \times 10^8$ КОЕ, *Bifidobacterium lactis* BI-04 — $1,11 \times 10^8$ КОЕ, *Bifidobacterium bifidum* Bb-02/lactis — $1,11 \times 10^8$ КОЕ и пребиотический компонент фрук-

тоолигосахариды — 0,538 г, в течение 30 дней в возрастной дозировке 1 капсула в сутки, нормальный уровень зонулина в стуле, отсутствие пищевой аллергии в анамнезе.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. А.В. Полунина — написание текста статьи; В.П. Новикова — автор идеи и составитель дизайна исследования; С.Л. Баннова — сбор клинических данных; В.В. Дудурич — выполнение генетических исследований; А.Е. Блинов — выполнение тестов ИФА на зонулин; О.Н. Варламова — создание биобанка материала; М.А. Дохов — расчет прогностической модели; А.А. Тихомирова — оформление статьи; Н.А. Дементьев — создание базы для статистической обработки; А.Л. Балашов — редактирование и вычитка статьи.

Все авторы 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 законных представителей пациентов на публикацию медицинских данных.

ADDITIONAL INFORMATION

Authors' contribution. A.V. Polunina — article writing; V.P. Novikova — author of the concept and study design; S.L. Bannova — clinical data collection; V.V. Dudurich — genetic studies; A.E. Blinov — zonulin ELISA testing; O.N. Varlamova — biobank creation; M.A. Dokhov — predictive model calculation; A.A. Tikhomirova — article design; N.A. Dementyev — statistical database creation; A.L. Balashov — article editing and proofreading.

All authors read and approved the final version before publication.

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

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

ЛИТЕРАТУРА

1. Косенкова Т.В., Тимченко В.Н., Баннова С.Л., Черно-ва Т.М., Шакмаева М.А., Булина О.В., Егорова И.А. Коронавирусная инфекция и COVID-19 у детей. Часть 1. Эпидемиология, этиология, патогенез. *Children's Medicine of the North-West*. 2024;12(4):21–38. <https://doi.org/10.56871/CmN-W.2024.86.55.002>.
2. Jin X., Lian J.S., Hu J.H., Gao J., Zheng L., Zhang Y.M. et al. Epidemiological, clinical and virological characteristics of 74 cases of coronavirus-infected disease 2019 (COVID-19)

- with gastrointestinal symptoms. *Gut*. 2020;69(6):1002–1009. <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2020-320926>.
3. Lippi G., Sanchis-Gomar F., Henry B.M. COVID-19 and its long-term sequelae: what do we know in 2023? *Pol Arch Intern Med*. 2023;133(4):16402. <https://doi.org/10.20452/pamw.16402>.
 4. Сидорова И.В., Симаходский А.С., Леонова И.А., Пеньков Д.Г. Клинические проявления последствий новой коронавирусной инфекции COVID-19 у детей. *Профилактическая и клиническая медицина*. 2021;4(81):41–48. https://doi.org/10.47843/2074-9120_2021_4_41.
 5. Newsome R.C., Gauthier J., Hernandez M.C., Abraham G.E., Robinson T.O., Williams H.B. et al. The gut microbiome of COVID-19 recovered patients returns to uninfected status in a minority-dominated United States cohort. *Gut Microbes*. 2021;13(1):1–15. <https://doi.org/10.1080/19490976.2021.1926840>.
 6. Yeoh Y.K., Zuo T., Lui G.C., Zhang F., Liu Q., Li A.Y. et al. Gut microbiota composition reflects disease severity and dysfunctional immune responses in patients with COVID-19. *Gut*. 2021;70(4):698–706. <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2020-323020>.
 7. Obleagă C.V., Ahmet R.A.M., Florescu D.N. Post-COVID-19 enterocolitis — a cause of rebellious diarrhea, acute abdomen and liver failure. *Rom J Morphol Embryol*. 2023;64(4):527–533. <https://doi.org/10.47162/RJME.64.4.09>.
 8. Noviello D., Costantino A., Muscatello A. Functional gastrointestinal and somatoform symptoms five months after SARS CoV-2 infection: A controlled cohort study. *Neurogastroenterol Motil*. 2022;34(2):e14187. <https://doi.org/10.1111/nmo.14187>.
 9. Weng J., Li Y., Li J. Gastrointestinal sequelae 90 days after discharge for COVID-19. *Lancet Gastroenterol Hepatol*. 2021;6(5):344–346. [https://doi.org/10.1016/S2468-1253\(21\)00076-5](https://doi.org/10.1016/S2468-1253(21)00076-5).
 10. Huang C., Huang L., Wang Y. 6-month consequences of COVID-19 in patients discharged from hospital: a cohort study. *Lancet*. 2021;397(10270):220–232. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)32656-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)32656-8).
 11. Anaya J.M., Rojas M., Salinas M.L. Post-COVID syndrome. A case series and comprehensive review. *Autoimmun Rev*. 2021;20(11):102947. <https://doi.org/10.1016/j.autrev.2021.102947>.
 12. Карасева А.А., Худякова А.Д., Гарбузова Е.В., Рагино Ю.И., Логвиненко И.И. Степени тяжести постковидного синдрома: систематический обзор. *Архивъ внутренней медицины*. 2023;13(6):422–435. <https://doi.org/10.20514/2226-6704-2023-13-6-422-435>. EDN:RLJOEE.
 13. Налетов А.В., Каспир Д.В., Гуз Н.П., Бораева Т.Т. Оптимизация лечения синдрома раздраженного кишечника у пациентов, перенесших COVID-19. *Архив клинической и экспериментальной медицины*. 2021;30(4):314–316.
 14. Marasco G., Cremon C., Barbaro M.R. Post COVID-19 irritable bowel syndrome. *Gut*. 2022;gutjnl-2022-328483. <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2022-328483>.
 15. Farsi F., Zonooz S.R., Ebrahimi Z. The Incidence of Post-infectious Irritable Bowel Syndrome, Anxiety, and Depression in Iranian Patients with Coronavirus Disease 2019 Pandemic: A Cross-Sectional Study. *Turk J. Gastroenterol*. 2022;33(12):1033–1042. <https://doi.org/10.5152/tjg.2022.21651>.
 16. Austhof E., Bell M.L., Riddle M.S. Persisting gastrointestinal symptoms and post-infectious irritable bowel syndrome following SARS-CoV-2 infection results from the Arizona CoVHORT. *Epidemiol Infect*. 2022;150:e136. <https://doi.org/10.1017/S0950268822001200>.
 17. Siyal M., Abbas Z., Ashraf J. Incidence and predisposing factors for de novo post-COVID-19 irritable bowel syndrome. *Eur J Gastroenterol Hepatol*. 2023;35(1):59–63. <https://doi.org/10.1097/MEG.0000000000002475>.
 18. Golla R., Vuyyuru S., Kante B. Long-term gastrointestinal sequelae following COVID-19: a prospective follow up cohort study. *Clin Gastroenterol Hepatol*. 2023;21(3):789–796.e1. <https://doi.org/10.1016/j.cgh.2022.10.015>.
 19. Ghoshal U.C., Ghoshal U., Rahman M.M. Post-infection functional gastrointestinal disorders following coronavirus disease-19: a case-control study. *J Gastroenterol Hepatol*. 2022;37(3):489–498. <https://doi.org/10.1111/jgh.15717>.
 20. Vélez C., Paz M., Silvernale C. Factors Associated With Chronic De Novo Post-Coronavirus Disease Gastrointestinal Disorders in a Metropolitan US County. *Clin Gastroenterol Hepatol*. 2022;20(6):e1488–e1492. <https://doi.org/10.1016/j.cgh.2021.10.020>.
 21. Nazarewska A., Lewandowski K., Kaniewska M. Irritable bowel syndrome following COVID-19 an underestimated consequence of SARS-CoV-2 infection. *Pol Arch Intern Med*. 2022;132(11):16323. <https://doi.org/10.20452/PAMW.16323>.
 22. Chan W.W., Grover M. The COVID-19 Pandemic and Post-Infection Irritable Bowel Syndrome: What Lies Ahead for Gastroenterologists. *Clin Gastroenterol Hepatol*. 2022;20(10):2195–2197. <https://doi.org/10.1016/j.cgh.2022.05.044>.
 23. Settanni C.R., Ianiro G., Ponziani F.R. COVID-19 as a trigger of irritable bowel syndrome: a review of potential mechanisms. *World J Gastroenterol*. 2021;27(43):7433–7445. <https://doi.org/10.3748/wjg.v27.i43.7433>.
 24. Malik J.A., Ahmed S., Yaseen Z. Association of SARS-CoV-2 and Polypharmacy with Gut-Lung Axis: From Pathogenesis to Treatment. *ACS Omega*. 2022;7(38):33651–33665. <https://doi.org/10.1021/acsomega.2c02524>.

25. Gutiérrez-Castrellón P., Gandara-Martí T., Abreu A.T., Abreu Y. Probiotic improves symptomatic and viral clearance in Covid19 outpatients: a randomized, quadruple-blinded, placebo-controlled trial. *Gut Microbes*. 2022;14(1):2018899. <https://doi.org/10.1080/19490976.2021.2018899>.
26. Tiwari S.K., Dicks L.M.T., Popov I.V. Probiotics at war against viruses: what is missing from the picture? *Front Microbiol*. 2020;11:1877. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.01877>.
27. Guo Q., Goldenberg J.Z., Humphrey C. Probiotics for the prevention of pediatric antibiotic-associated diarrhea. *Cochrane Database Syst Rev*. 2019;4(4):CD004827. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD004827.pub5>.
28. Kazemi A., Soltani S., Ghorabi S. Is probiotic and synbiotic supplementation effective on immune cells? A systematic review and meta-analysis of clinical trials. *Food Rev Int*. 2020;37(5):491–537. <https://doi.org/10.1080/87559129.2019.1710748>.
29. Методические рекомендации. Особенности клинических проявлений и лечения заболевания, вызванного новой коронавирусной инфекцией (COVID-19) у детей (версия 2, утверждено Минздравом РФ). URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74232682/> (дата обращения: 15.12.2025).
30. Song J., Wu Y., Yin X. The causal links between gut microbiota and COVID-19: a Mendelian randomization study. *J Med Virol*. 2023;95(5):e28784. <https://doi.org/10.1002/jmv.28784>.
31. Zhang H., Zhou Z. Association of gut microbiota and dietary component intake with COVID-19: a mendelian randomization study. *Clin Nutr*. 2023;42(8):1308–1313. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2023.06.017>.
32. Листопадова А.П., Новикова В.П., Замятина Ю.Е. Биомаркер синдрома повышенной кишечной проницаемости зонулин у детей с atopическим дерматитом и хроническим гастроуденитом. *Профилактическая и клиническая медицина*. 2024;1(90):33–36.
33. Клинические рекомендации. Синдром раздраженного кишечника. URL: https://cr.minzdrav.gov.ru/preview-cr/892_1 (дата обращения: 31.01.2025).
34. Silva J.T.C., Fonseca Neto O.C.L.D. Post-COVID-19 irritable bowel syndrome: an integrative review. *Rev Col Bras Cir*. 2023;50:e20233618. <https://doi.org/10.1590/0100-6991e-20233618-en>.
2. Jin X., Lian J.S., Hu J.H., Gao J., Zheng L., Zhang Y.M. et al. Epidemiological, clinical and virological characteristics of 74 cases of coronavirus-infected disease 2019 (COVID-19) with gastrointestinal symptoms. *Gut*. 2020;69(6):1002–1009. <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2020-320926>.
3. Lippi G., Sanchis-Gomar F., Henry B.M. COVID-19 and its long-term sequelae: what do we know in 2023? *Pol Arch Intern Med*. 2023;133(4):16402. <https://doi.org/10.20452/pamw.16402>.
4. Sidorova I.V., Simahodskij A.S., Leonova I.A., Pen'kov D.G. Clinical manifestations of the consequences of the new coronavirus infection COVID-19 in children. *Profilakticheskaya i Klinicheskaya Meditsina*. 2021;4(81):41–48. (In Russ.). https://doi.org/10.47843/2074-9120_2021_4_41.
5. Newsome R.C., Gauthier J., Hernandez M.C., Abraham G.E., Robinson T.O., Williams H.B. et al. The gut microbiome of COVID-19 recovered patients returns to uninfected status in a minority-dominated United States cohort. *Gut Microbes*. 2021;13(1):1–15. <https://doi.org/10.1080/19490976.2021.1926840>.
6. Yeoh Y.K., Zuo T., Lui G.C., Zhang F., Liu Q., Li A.Y. et al. Gut microbiota composition reflects disease severity and dysfunctional immune responses in patients with COVID-19. *Gut*. 2021;70(4):698–706. <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2020-323020>.
7. Obleagă C.V., Ahmet R.A.M., Florescu D.N. Post-COVID-19 enterocolitis – a cause of rebellious diarrhea, acute abdomen and liver failure. *Rom J Morphol Embryol*. 2023;64(4):527–533. <https://doi.org/10.47162/RJME.64.4.09>.
8. Noviello D., Costantino A., Muscatello A. Functional gastrointestinal and somatoform symptoms five months after SARS CoV-2 infection: A controlled cohort study. *Neurogastroenterol Motil*. 2022;34(2):e14187. <https://doi.org/10.1111/nmo.14187>.
9. Weng J., Li Y., Li J. Gastrointestinal sequelae 90 days after discharge for COVID-19. *Lancet Gastroenterol Hepatol*. 2021;6(5):344–346. [https://doi.org/10.1016/S2468-1253\(21\)00076-5](https://doi.org/10.1016/S2468-1253(21)00076-5).
10. Huang C., Huang L., Wang Y. 6-month consequences of COVID-19 in patients discharged from hospital: a cohort study. *Lancet*. 2021;397(10270):220–232. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)32656-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)32656-8).
11. Anaya J.M., Rojas M., Salinas M.L. Post-COVID syndrome. A case series and comprehensive review. *Autoimmun Rev*. 2021;20(11):102947. <https://doi.org/10.1016/j.autrev.2021.102947>.
12. Karaseva A.A., Khudiakova A.D., Garbuzova E.V., Ragino Yu.I., Logvinenko I.I. Severity of Postcovid Syndrome: A Systematic Review. *The Russian Archives of Internal Medicine*. 2023;13(6):422-435. (In Russ.). <https://doi.org/10.20514/2226-6704-2023-13-6-422-435>. EDN: RLJOEE.

REFERENCES

1. Kosenkova T.V., Timchenko V.N., Bannova S.L., Chernova T.M., Shakmaeva M.A., Bulina O.V., Egorova I.A. Coronavirus infection and COVID-19 in children. Part 1. Epidemiology, etiology, and pathogenesis. *Children's Medicine of the North-West*. 2024;12(4):21–38. (In Russ.). <https://doi.org/10.56871/CmN-W.2024.86.55.002>.

13. Naletov A.V., Kaspir D.V., Guz N.P., Boraeva T.T. Optimization of treatment for irritable bowel syndrome in patients who have recovered from COVID-19. *Arkhiv Klinicheskoi i Eksperimental'noi Meditsiny*. 2021;30(4):314–316. (In Russ.).
14. Marasco G., Cremon C., Barbaro M.R. Post COVID-19 irritable bowel syndrome. *Gut*. 2022;gutjnl-2022-328483. <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2022-328483>.
15. Farsi F., Zonooz S.R., Ebrahimi Z. The Incidence of Post-infectious Irritable Bowel Syndrome, Anxiety, and Depression in Iranian Patients with Coronavirus Disease 2019 Pandemic: A Cross-Sectional Study. *Turk J. Gastroenterol*. 2022;33(12):1033–1042. <https://doi.org/10.5152/tjg.2022.21651>.
16. Austhof E., Bell M.L., Riddle M.S. Persisting gastrointestinal symptoms and post-infectious irritable bowel syndrome following SARS-CoV-2 infection results from the Arizona CoVHORT. *Epidemiol Infect*. 2022;150:e136. <https://doi.org/10.1017/S0950268822001200>.
17. Siyal M., Abbas Z., Ashraf J. Incidence and predisposing factors for de novo post-COVID-19 irritable bowel syndrome. *Eur J Gastroenterol Hepatol*. 2023;35(1):59–63. <https://doi.org/10.1097/MEG.0000000000002475>.
18. Golla R., Vuyyuru S., Kante B. Long-term gastrointestinal sequelae following COVID-19: a prospective follow up cohort study. *Clin Gastroenterol Hepatol*. 2023;21(3):789–796.e1. <https://doi.org/10.1016/j.cgh.2022.10.015>.
19. Ghoshal U.C., Ghoshal U., Rahman M.M. Post-infection functional gastrointestinal disorders following coronavirus disease-19: a case-control study. *J Gastroenterol Hepatol*. 2022;37(3):489–498. <https://doi.org/10.1111/jgh.15717>.
20. Vélez C., Paz M., Silvernale C. Factors Associated with chronic de novo post-coronavirus disease gastrointestinal disorders in a metropolitan US County. *Clin Gastroenterol Hepatol*. 2022;20(6):e1488–e1492. <https://doi.org/10.1016/j.cgh.2021.10.020>.
21. Nazarewska A., Lewandowski K., Kaniewska M. Irritable bowel syndrome following COVID-19 an underestimated consequence of SARS-CoV-2 infection. *Pol Arch Intern Med*. 2022;132(11):16323. <https://doi.org/10.20452/PAMW.16323>.
22. Chan W.W., Grover M. The COVID-19 Pandemic and Post-Infection Irritable Bowel Syndrome: What Lies Ahead for Gastroenterologists. *Clin Gastroenterol Hepatol*. 2022;20(10):2195–2197. <https://doi.org/10.1016/j.cgh.2022.05.044>.
23. Settanni C.R., Ianiro G., Ponziani F.R. COVID-19 as a trigger of irritable bowel syndrome: a review of potential mechanisms. *World J Gastroenterol*. 2021;27(43):7433–7445 <https://doi.org/10.3748/wjg.v27.i43.7433>.
24. Malik J.A., Ahmed S., Yaseen Z. Association of SARS-CoV-2 and Polypharmacy with Gut-Lung Axis: From Pathogenesis to Treatment. *ACS Omega*. 2022;7(38):33651–33665. <https://doi.org/10.1021/acsomega.2c02524>.
25. Gutiérrez-Castrellón P., Gandara-Martí T., Abreu A.T., Abreu Y. Probiotic improves symptomatic and viral clearance in Covid19 outpatients: a randomized, quadruple-blinded, placebo-controlled trial. *Gut Microbes*. 2022;14(1):2018899. <https://doi.org/10.1080/19490976.2021.2018899>.
26. Tiwari S.K., Dicks L.M.T., Popov I.V. Probiotics at war against viruses: what is missing from the picture? *Front Microbiol*. 2020;11:1877. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.01877>.
27. Guo Q., Goldenberg J.Z., Humphrey C. Probiotics for the prevention of pediatric antibiotic-associated diarrhea. *Cochrane Database Syst Rev*. 2019;4(4):CD004827. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD004827.pub5>.
28. Kazemi A., Soltani S., Ghorabi S. Is probiotic and synbiotic supplementation effective on immune cells? A systematic review and meta-analysis of clinical trials. *Food Rev Int*. 2020;37(5):491–537. <https://doi.org/10.1080/87559129.2019.1710748>.
29. Methodological recommendations. Clinical manifestations and treatment of the disease caused by the novel coronavirus infection (COVID-19) in children (version 2, approved by the Ministry of Health of the Russian Federation). URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74232682/> (accessed: 15.12.2025).
30. Song J., Wu Y., Yin X. The causal links between gut microbiota and COVID-19: a Mendelian randomization study. *J Med Virol*. 2023;95(5):e28784. <https://doi.org/10.1002/jmv.28784>.
31. Zhang H., Zhou Z. Association of gut microbiota and dietary component intake with COVID-19: a mendelian randomization study. *Clin Nutr*. 2023;42(8):1308–1313. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2023.06.017>.
32. Listopadova A.P., Novikova V.P., Zamyatina Yu.E. Zonulin, a biomarker of increased intestinal permeability syndrome, in children with atopic dermatitis and chronic gastroduodenitis. *Profilakticheskaya i Klinicheskaya Meditsina*. 2024;1(90):33–36. (In Russ.).
33. Clinical guidelines for irritable bowel syndrome. URL: https://cr.minzdrav.gov.ru/preview-cr/892_1 (accessed: 31.01.2025). (In Russ.).
34. Silva J.T.C., Fonseca Neto O.C.L.D. Post-COVID-19 irritable bowel syndrome: an integrative review. *Rev Col Bras Cir*. 2023;50:e20233618. <https://doi.org/10.1590/0100-6991e-20233618-en>.

Об авторах

✉ **Анна Владимировна Полунина** — к.м.н., ассистент, кафедра пропедевтики детских болезней с курсом общего ухода за детьми. E-mail: anna.polunina.doc@icloud.com; <https://orcid.org/0000-0003-2613-1503>; SPIN: 6671-5877

Валерия Павловна Новикова — д.м.н., профессор, заведующая, кафедра пропедевтики детских болезней с курсом общего ухода за детьми, заведующая лабораторией «Медико-социальных проблем в педиатрии» НИЦ. E-mail: novikova-vp@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0992-1709>; SPIN: 1875-8137

Светлана Леонидовна Баннова — к.м.н., доцент, кафедра инфекционных заболеваний у детей имени профессора М.Г. Данилевича. E-mail: svetlanalb81@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1351-1910>; SPIN: 9654-9386

Василиса Валерьевна Дудурич — биолог, генетик. E-mail: vasilisadudurich@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6271-5218>; SPIN: 8282-6209

Александр Евгеньевич Блинов — старший научный сотрудник, лаборатория «Медико-социальных проблем в педиатрии» НИЦ. E-mail: aleks.blinov@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2895-7379>; SPIN: 1378-8191

Ольга Николаевна Варламова — научный сотрудник, лаборатория «Медико-социальных проблем в педиатрии» НИЦ. E-mail: ol.varlamova@bk.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2195-0756>; SPIN: 7101-5829

Михаил Александрович Дохов — к.м.н., доцент, кафедра медицинской информатики. E-mail: mad20@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7834-5522>; SPIN: 5849-5932

Александра Александровна Тихомирова — к.экон.н., доцент, заведующая, кафедра медицинской информатики. E-mail: tikhomirova@bk.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7491-3860>; SPIN: 5010-3487

Никита Александрович Дементьев — преподаватель, кафедра медицинской информатики. E-mail: nikitadem74@bk.ru; <https://orcid.org/0009-0005-3837-0984>; SPIN: 1963-7626

Алексей Львович Балашов — к.м.н., доцент, кафедра пропедевтики детских болезней с курсом общего ухода за детьми, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет; главный врач, Городская поликлиника № 56. E-mail: balashov_alexei@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1116-3118>; SPIN: 2055-4259

Authors' info

✉ **Anna V. Polunina** — Cand. Sci. (Med.), Assistant, Department of Propaedeutics of Children's Diseases with a course of general child care. E-mail: anna.polunina.doc@icloud.com; <https://orcid.org/0000-0003-2613-1503>; SPIN: 6671-5877

Valeria P. Novikova — Dr. Sci. (Med.), Professor, Head, Department of Propaedeutics of Children's Diseases with a course of general child care, Head, Laboratory of "Medical and social problems in pediatrics", Research Center. E-mail: novikova-vp@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0992-1709>; SPIN: 1875-8137

Svetlana L. Bannova — Cand. Sci. (Med.), Associate Professor, Department of Infectious Diseases in Children named after prof. M.G. Danilevich. E-mail: svetlanalb81@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1351-1910>; SPIN: 9654-9386

Vasilisa V. Dudurich — biologist-geneticist. E-mail: vasilisadudurich@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6271-5218>; SPIN: 8282-6209

Alexander E. Blinov — Senior Researcher, Laboratory of "Medical and Social Problems in Pediatrics", Research Center. E-mail: aleks.blinov@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2895-7379>; SPIN: 1378-8191

Olga N. Varlamova — Researcher, Laboratory of "Medical and Social Problems in Pediatrics", Research Center. E-mail: ol.varlamova@bk.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2195-0756>; SPIN: 7101-5829

Mikhail A. Dokhov — Cand. Sci. (Med.), Associate Professor, Department of Medical Informatics. E-mail: mad20@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7834-5522>; SPIN: 5849-5932

Aleksandra A. Tikhomirova — Cand. Sci. (Economics), Associate Professor, Head, Department of Medical Informatics. E-mail: tikhomirova@bk.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7491-3860>; SPIN: 5010-3487

Nikita A. Dementyev — Lecturer, Department of Medical Informatics. E-mail: nikitadem74@bk.ru; <https://orcid.org/0009-0005-3837-0984>; SPIN: 1963-7626

Aleksey L. Balashov — Cand. Sci. (Med.), Associate Professor, Department of Propaedeutics of Children's Diseases with a course of general child care, Saint Petersburg State Pediatric Medical University; Chief Physician, City Polyclinic No. 56. E-mail: balashov_alexei@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1116-3118>; SPIN: 2055-4259