

Серологический профиль COVID-19 у детей с коморбидной патологией в условиях циркуляции Omicron

РАЙКОВИЧ М. С.¹, ЧУЕЛОВ С. Б.¹, САЙФУЛЛИН Р. Ф.¹, САВЕЛЬЕВА Д. Д.¹, БЕЛЯКОВА А. В.³, СЛАТЕЦКАЯ А. Н.², РОССИНА А. Л.¹, САЙФУЛЛИН М. А.¹, МАЯНСКИЙ Н. А.², ПЕТРЯЙКИНА Е. Е.^{1,2}, ШАМШЕВА О. В.¹

¹Российский Национальный Исследовательский Медицинский Университет им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский университет), Москва, Российская Федерация

²Российская детская клиническая больница — филиал ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, Москва, Российская Федерация

³Федеральный научный центр исследований и разработки иммунобиологических препаратов им. М.П.Чумакова РАН (Институт полиомиелита), Москва, Российская Федерация

Особенности гуморального иммунного ответа на SARS-CoV-2 у детей, особенно с коморбидной патологией, до конца не изучены. Наблюдаемая вариабельность антителообразования и чувствительности серологических методов затрудняет объективную оценку сероконверсии в педиатрической популяции. **Цель:** определить качественные и количественные показатели антител классов IgM и IgG к SARS-CoV-2 у детей с соматической патологией в остром периоде COVID-19 в условиях циркуляции варианта Omicron. **Материалы и методы:** проспективное одноцентровое нерандомизированное когортное исследование у госпитализированных детей с подтвержденным COVID-19 и сопутствующими хроническими заболеваниями. Серологическое тестирование выполнялось на 1, 8 и 14 сутки болезни методами ИФА и ИХЛА для определения уровня IgM и IgG. **Результаты:** В анализ включены 99 детей с коморбидной патологией. Частота серопозитивности по IgM была низкой на всех сроках (до 26,3% на 14 сутки). IgG выявлялись у большинства пациентов уже на 1 сутки, при этом ИФА демонстрировал более высокую чувствительность (77,6%) по сравнению с ИХЛА (60%), максимальный уровень IgG регистрировался на 8 сутки болезни с последующим снижением на 14 сутки ($p < 001$). У детей с патологией дыхательной системы уровень IgG был статистически выше, чем у пациентов с гемобластозами, солидными опухолями, ПИД и болезнями нервной системы. **Выводы:** Серологическая диагностика COVID-19 у детей с коморбидностью требует учета метода тестирования, сроков болезни и характера соматической патологии. IgG являются более информативным маркером, чем IgM, с наибольшей чувствительностью при использовании ИФА.

Ключевые слова: SARS-CoV-2, COVID-19, дети, коморбидность, IgM, IgG, ИФА, ИХЛА, серологический профиль

Serological Profile of COVID-19 in Children with Comorbidities during Omicron Variant Circulation

Rajkovic M. S.¹, Chuelov S. B.¹, Sayfullin R. F.¹, Saveleva D. D.¹, Belyakova A. V.³, Slatetskaya A. N.², Rossina A. L.¹, Sayfullin M. A.¹, Mayanskiy N. A.², Petryaykina E. E.^{1,2}, Shamsheva O. V.¹

¹N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Ministry of Health of Russia, Moscow, Russian Federation

²Russian Children's Clinical Hospital — Branch of N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Ministry of Health of Russia, Moscow, Russian Federation

³M.P. Chumakov Federal Scientific Center for Research and Development of Immune-and-Biological Products, Russian Academy of Sciences (Institute of Poliomyelitis), Moscow, Russian Federation

The characteristics of the humoral immune response to SARS-CoV-2 in children, particularly those with comorbid conditions, remain incompletely understood. The observed variability in antibody production and the sensitivity of serological assays complicate the objective assessment of seroconversion in the pediatric population. **Objective:** To determine the qualitative and quantitative profiles of IgM and IgG antibodies against SARS-CoV-2 in children with somatic comorbidities during the acute phase of COVID-19 amid the circulation of the Omicron variant. **Materials and Methods:** A prospective, single-center, non-randomized cohort study was conducted involving hospitalized children with confirmed COVID-19 and underlying chronic conditions. Serological testing was performed on days 1, 8, and 14 of illness using enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) and immunochemiluminescence assay (ICLA) to measure IgM and IgG levels. **Results:** A total of 99 children with comorbidities were included in the analysis. The seropositivity rate for IgM remained low at all time points (up to 26.3% on day 14). IgG antibodies were detected in the majority of patients as early as day 1, with ELISA demonstrating higher sensitivity (77.6%) compared to ICLA (60%), peak IgG levels were observed on day 8, followed by a significant decline by day 14 ($p < 0.01$). Children with respiratory system diseases exhibited statistically higher IgG levels compared to those with hemoblastoses, solid tumors, primary immunodeficiencies, and nervous system disorders. **Conclusions:** Serological diagnosis of COVID-19 in children with comorbidities requires careful consideration of the testing method, disease timeline, and type of underlying somatic pathology. IgG antibodies serve as a more informative marker than IgM, with ELISA offering superior sensitivity.

Keywords: SARS-CoV-2, COVID-19, children, comorbidity, IgM, IgG, ELISA, ICLA, serological profile

Для цитирования: Райкович М.С., Чуелов С.Б., Сайфуллин Р.Ф., Савельева Д.Д., Белякова А.В., Слатецкая А.Н., Россина А.Л., Сайфуллин М.А., Маянский Н.А., Петряйкина Е.Е., Шамшева О.В. Серологический профиль COVID-19 у детей с коморбидной патологией в условиях циркуляции Omicron. Детские инфекции. 2025; 24(2):10-15. doi.org/10.22627/2072-8107-2025-24-2-10-15

For citation: Rajkovic M.S., Chuelov S.B., Sayfullin R.F., Saveleva D.D., Belyakova A.V., Slatetskaya A.N., Rossina A.L., Sayfullin M.A., Mayanskiy N.A., Petryaykina E.E., Shamsheva O.V. Serological Profile of COVID-19 in Children with Comorbidities during Omicron Variant Circulation. *Detskie Infektsii = Children Infections*. 2025; 24(2):10-15. doi.org/10.22627/2072-8107-2025-24-2-10-15

Информация об авторах:

Райкович Мария Сергеевна (Rajkovic M.S.), аспирант кафедры инфекционных болезней у детей, РНИМУ им. Н.И. Пирогова МЗ РФ (Пироговский университет), maria@rajkovic.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2172-9891> 8-916-682-78-05

Чуелов Сергей Борисович (Chuelov S.B.), д.м.н., профессор кафедры инфекционных болезней у детей, РНИМУ им. Н.И. Пирогова МЗ РФ (Пироговский университет); chuelovsb@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6737-4184>

Сайфуллин Руслан Фаридович (Sayfullin R.), к.м.н., доцент кафедры инфекционных болезней у детей, РНИМУ им. Н.И. Пирогова МЗ РФ (Пироговский университет); rpsaifullin@gambler.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0191-3728>

Савельева Дарья Денисовна (Saveleva D.D.), ординатор кафедры инфекционных болезней у детей, РНИМУ им. Н.И. Пирогова МЗ РФ (Пироговский университет) dashkent1551@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0007-5764-6258>

Белякова Алла Владимировна (Belyakova A.V.), ученый секретарь Федерального научного центра исследований и разработки иммунобиологических препаратов им. М.П. Чумакова РАН (Институт полиомиелита); belyakova_avchumakovs.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4363-6394>
 Слатецкая Анна Никитична (Slatetskaya A.N.), заведующая инфекционно-боксированным отделением РДКБ — филиала РНИМУ им. Н.И. Пирогова МЗ РФ; slatetskaya_a_n@rdkd.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0815-9051>
 Россина Анна Львовна (Rossina A.L.), к.м.н., доцент кафедры инфекционных болезней у детей, РНИМУ им. Н.И. Пирогова МЗ РФ (Пироговский университет); gosann@bk.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5914-8427>
 Сайфуллин Мухаммад Абдулфаритович (Sayfullin M.A.), к.м.н., доцент кафедры инфекционных болезней у детей, РНИМУ им. Н.И. Пирогова МЗ РФ (Пироговский университет); dr_sayfullin@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1058-3193>
 Маянский Николай Андреевич (Mayanskiy N.A.), д.м.н., профессор РАН, заведующий центром лабораторной диагностики РДКБ — филиала РНИМУ им. Н.И. Пирогова МЗ РФ mayanskiy.nikolay@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-8077-5313>
 Петрайкина Елена Ефимовна (Petraykina E.E.), профессор, заведующая кафедрой эндокринологии РНИМУ имени Н.И. Пирогова МЗ РФ (Пироговский университет), директор РДКБ — филиала РНИМУ им. Н.И. Пирогова МЗ РФ, lepet_morozko@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8520-2378>
 Шамшева Ольга Васильевна (Shamsheva O.V.), д.м.н., профессор, заведующий кафедрой инфекционных болезней у детей, РНИМУ им. Н.И. Пирогова МЗ РФ (Пироговский университет); ch-infection@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6033-6695>

Инфекция SARS-CoV-2 остаётся актуальной проблемой для детской популяции, особенно в условиях циркуляции новых вариантов вируса, таких как Omicron. Особенности формирования гуморального иммунного ответа в этой возрастной группе до конца не изучены, особенно у пациентов с сопутствующими хроническими заболеваниями [1, 21]. У детей наблюдается вариабельность в серологическом ответе на COVID-19, включая различия в сроках появления и уровнях антител IgM и IgG [3, 4].

Особенно важно учитывать наличие иммунодефицитных состояний, таких как первичные иммунодефициты, гемобластозы, злокачественные солидные опухоли, которые могут существенно влиять на состоятельность гуморального звена иммунитета [5, 6].

Проведенные исследования указывают на различия в выработке специфических антител к SARS-CoV-2 в зависимости от циркулирующего штамма, обращая внимание на неэффективность иммунного ответа к предыдущим штаммам относительно Omicron [7], соответственно, диагностическая ценность серологических методов может варьировать в зависимости от срока заболевания, характера сопутствующей патологии и циркулирующего варианта вируса.

Цель исследования — определить качественное и количественное содержание антител классов M и G к вирусу SARS-CoV-2 у детей в зависимости от характера соматической патологии в острый период COVID-19 в условиях циркуляции варианта Omicron.

Материалы и методы исследования

Проведено проспективное одноцентровое когортное нерандомизированное исследование на базе инфекционного отделения Российской детской клинической больницы г. Москвы. В исследование были включены пациенты детского возраста с подтвержденным диагнозом «COVID-19», госпитализированные в отделение в связи с течением коронавирусной инфекции на фоне соматической патологии в условиях циркуляции Omicron — с января по май 2023 года.

У всех пациентов проводилось количественное определение IgG к S-белку в единицах связывающих антител BAU/мл (binding antibody units) в сыворотке крови методом иммуноферментного анализа (ИФА) с использованием набора реагентов «SARS-CoV-2-IgG количественный ИФА-БЕСТ» производителя АО «Вектор-Бест» г.Новосибирск, а также иммунохемилюминесцентным методом (ИХЛА) с количественным определением IgG к N и S-белкам в Ед/мл и полуколичественным определением IgM к SARS-CoV-2 в COI/мл (Сигнал cut-off/индекс отсечки) на анализаторе Mindray CL-2000i с использованием тест-системы производителя Shenzhen Mindray Bio-Medical Electronics Co., Ltd., Китай.

Уровень специфических антител IgG менее 10 BAU/мл или Ед/л расценивался как отрицательный результат количественного анализа; для иммуноглобулинов класса M результат расценивался как отрицательный при значении индекса отсечки менее 1,00 COI.

Для серологического исследования отбирался биоматериал из образцов крови, взятых при поступлении в стационар — на 1 сутки болезни, а также в динамике на 8 и 14 сутки заболевания. Оценивались уровень и динамика изменения гуморального ответа в зависимости от характера сопутствующей соматической патологии, а также чувствительность различных серологических методов (ИФА, ИХЛА) в указанные временные промежутки.

Отобранные образцы сыворотки замораживались до -80°C до проведения серологического исследования. Серологическое исследование проводилось на базе лаборатории ГБУЗ «Городская клиническая больница № 52 Департамента здравоохранения города Москвы».

Статистическая обработка данных проводилась при помощи программ Excel и IBM SPSS Statistics 27. Количественные показатели проверяли на соответствие нормальному распределению с использованием критериев Шапиро-Уилка и Колмогорова-Смирнова. Рассчитывали 95% доверительные интервалы (ДИ) для долей на основе bootstrap. Для описания количественных показателей, не имеющих нормального распределения, рассчитывали медианы (Me) и квартили (Q1 и Q3). Для сравнения независимых совокупностей использовались U-критерий Манна-Уитни, Краскела-Уоллиса. Для сравнения зависимых совокупностей использовался критерий Вилкоксона. Качественные данные оценивались при помощи критерия χ^2 Пирсона, а связанные категориальные данные — критерием Макнемара. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение

Под нашим наблюдением находилось 99 пациентов, из них в возрасте младше 1 года было 16 (16,2%) детей, от 1 до 6 лет — 28 (28,3%), от 7 до 14 лет — 31 (31,3%), от 15 до 17 лет — 24 (24,2%), мальчиков — 58 (58,6%), девочек 41 (41,4%). Среди наших пациентов были выделены четыре относительно однородные группы больных: дети с гемобластозами, солидными злокачественными опухолями и первичными иммунодефицитами ($n = 25$), дети с заболеваниями нервной системы ($n = 21$), мочевыделительной системы ($n = 13$) и дыхательной системы ($n = 10$). Кроме того, у 30 детей имели место соматические заболевания, которые не могли быть отнесены ни к одной из вышеупомянутых групп. Структура соматической патологии у наблюдавшихся больных представлена в таблице 1.

Таблица 1. Структура соматической патологии у детей, обследованных с применением серологических методов (n = 99)
Table 1. Structure of somatic pathology in children examined using serological methods (n = 99)

Соматическая патология / Somatic pathology	Абс/%
Гемобласты, солидные злокачественные новообразования и первичные иммунодефициты (ПИД) / Hemoblastoses, solid tumors, and primary immunodeficiencies (PID)	25/25,3%
Острый лимфобластный лейкоз	6
Острый миелобластный лейкоз	4
Острый бифенотипический лейкоз	1
Лимфома Беркитта	1
Иммунный агранулоцитоз	1
Анемия Фанкони	1
Идиопатическая апластическая анемия	2
Нейробластома заднего средостения и мягких тканей спины	1
Нейробластома надпочечника	1
Гепатобластома левой доли печени	1
Медуллобластома мозжечка и IV желудочка	1
Саркома Юинга Th8 позвонка	1
Первичный иммунодефицит: общая переменная иммунная недостаточность	1
Первичный иммунодефицит: синдром Ниймеген, иммунодефицит-ассоциированная Ходжкин-подобная лимфома	1
Тяжелый комбинированный иммунодефицит с низким содержанием Т- и В-клеток	1
Иммунодефицит неуточненный	1
Заболевания нервной системы / Neurological disorders	21/21,2%
Детский церебральный паралич (ДЦП)	7
Эпилепсия	4
Нейродегенеративные заболевания	5
Миастения, генерализованная форма с бульбарными нарушениями	2
Гипомиелинизирующая лейкодистрофия, тип 6	1
Окклюзивная гидроцефалия, вентрикулит	1
Гипофизит неуточненный	1
Заболевания мочевыделительной системы / Urinary tract disorders	13/13,1%
Нефротический синдром	6
Хроническая болезнь почек 5 стадии в исходе различных состояний	3
Нефропатия трансплантата	1
Мочекаменная болезнь	1
Мегауретер	1
Гипоспадия	1
Заболевания дыхательной системы / Respiratory disorders	10/10,1%
Муковисцидоз	3
Бронхо-легочная дисплазия	3
Рецидивирующий папилломатоз гортани	2
Спонтанный рецидивирующий пневмоторакс	1
Стеноз под собственно голосовым аппаратом после медицинских процедур	1
Другие заболевания / Other diseases	30/30,3%
Заболевания костно-суставной системы	8
Заболевания пищеварительной системы	8
Заболевания сердечно-сосудистой системы	7
Доброкачественные гематологические заболевания	3
Эндокринная патология	3
Лихорадочный нейтрофильный дерматоз	1

На первом этапе нами было определено содержание иммуноглобулинов классов М (методом ИХЛА) и G (методами ИХЛА и ИФА) у всех больных на 1 [1; 2], 8 [7; 9,5] и 14 [11;15] сутки от начала заболевания (табл. 2). Учитывая, что в исследование включались только пациенты с лабора-

торно подтвержденным диагнозом COVID-19, показатель серопозитивности по антителам в соответствующие временные интервалы оказался эквивалентным рассчитанному показателю чувствительности применяемой серологической тест-системы.

Таблица 2. Сравнительная характеристика показателей гуморального иммунитета к вирусу SARS-CoV-2 в зависимости от сроков заболевания у детей с коморбидной патологией методами ИФА и ИХЛА (n = 99)

Table 2. Comparative characteristics of humoral immune response markers to SARS-CoV-2 in children with comorbid conditions depending on the duration of illness using ELISA and CLIA methods

Результаты серологических тестов / Serological assay results	1 сутки болезни / Day 1 of COVID-19 (n = 85)	8 сутки болезни / Day 8 of COVID-19 (n = 53)	14 сутки болезни / Day 14 of COVID-19 (n = 19)	p-value
Серопозитивность IgM (ИХЛА) IgM seropositivity (CLIA) n, % (ДИ 95%)	4 4,7% (1,2–9,4)	8 15,1% (5,7–24,5)	5 26,3% (10,5–47,4)	0,01* для 1 и 14 суток 0,059 для 1 и 8 суток 0,307 для 8 и 14 суток Точный критерий Фишера Fisher's exact test
Уровень IgM у серопозитивных лиц (ИХЛА) IgM levels in seropositive individuals (CLIA) Me [25;75]	1,3 [1,025; 2,925]	2,25 [1,425; 3,05]	1,5 [1,05; 2,15]	0,28 Краскела-Уоллиса Kruskal-Wallis test
Серопозитивность IgG (ИХЛА) IgG seropositivity (CLIA) n, % (ДИ 95%)	51 60% (50,6 – 70,6)	36 67,9% (54,7 – 81,1)	13 68,4% (47,4 – 89,5)	0,578 χ^2 Пирсона Pearson's chi-squared test
Уровень IgG у серопозитивных лиц (ИХЛА) IgG levels in seropositive individuals (CLIA) Me [25;75]	35,6 [17,7; 349,1]	1549,05 [769,625; 2499,225]	55,9 [24,75; 118,45]	<0,001* Краскела-Уоллиса Kruskal-Wallis test
Серопозитивность IgG (ИФА) IgG seropositivity (ELISA) n, % (ДИ 95%)	66 77,6% (68,3 – 85,9)	40 75,5% (62,3 – 84,9)	13 68,4% (47,4 – 89,5)	0,696 χ^2 Пирсона Pearson's chi-squared test
Уровень IgG у серопозитивных лиц (ИФА) IgG levels in seropositive individuals (ELISA) Me [25;75]	203,5 [71,5; 530]	764,5 [281,75; 793,25]	90 [43,5; 170,5]	< 0,001* Краскела-Уоллиса Kruskal-Wallis test

* — получено статистически значимое различие, уровень серопозитивности эквивалентен чувствительности метода CLIA — chemiluminescent immunoassay, ELISA — Enzyme-Linked Immunosorbent Assay

Анализ данных показал, что антитела класса М методом ИХЛА выявлялись у единичных пациентов на протяжении всего периода наблюдения с нарастанием чувствительности метода с 4,7% (1,2 – 9,4 ДИ 95%) в первый день болезни до 15,1% (5,7–24,5 ДИ 95%) к 8 дню и до 26,3% (10,5–47,4 ДИ 95%) к 14 дню болезни, в связи с чем используемый метод не представлял интереса в диагностическом плане.

Антитела класса G обнаруживались у подавляющего большинства больных, причем более чувствительным методом обнаружения оказался ИФА против ИХЛА — соответственно 77,6% (68,3 – 85,9 ДИ 95%) и 60% (50,6 – 70,6 ДИ 95%) серопозитивных лиц в первые сутки заболевания. Частота выявления серопозитивных по IgG лиц не отличалась в разных точках наблюдения, однако, было отмечено значимое изменение количества иммуноглобулина G в динамике в виде максимального нарастания уровня антител к 8 дню заболевания — 1549,05 Ед/мл (ИХЛА) и 764,5 ВАУ/мл (ИФА) с динамическим снижением показателей к 14 дню болезни (p < 0,01 Краскела-Уоллиса). Полученные в нашем исследовании данные о динамике уровня IgG отличаются от результатов ряда других работ, посвященных серологическому ответу на COVID-19, в которых отмечается более продолжительный период сероконверсии с пиком выработки антител класса G к третьей неделе заболевания [1, 3]. Подобные различия могут быть обусловлены особенностями

формирования гуморального иммунного ответа на различные штаммы вируса SARS-CoV-2, что также было отмечено в отечественном исследовании, посвященном анализу спектра вируснейтрализующих антител в различные периоды пандемии [7].

На втором этапе нашего исследования мы изучили показатели гуморального иммунного ответа на SARS-CoV-2 инфекцию в первые сутки болезни в зависимости от сопутствующего соматического заболевания (табл. 3).

В первые сутки заболевания специфические IgM-антитела определялись только у 2 из 67 пациентов (табл. 3), что может отражать особенности развития первичного гуморального IgM ответа у детей и указывать на его запаздывание. Этот феномен ранее описывался в литературе и может быть связан с быстрой перестройкой В-клеточного ответа с переходом к продукции IgG, минуя фазу выраженного IgM-ответа, особенно у детей с незрелой иммунной системой или при иммунокомпрометирующих состояниях [1, 8].

При оценке количества серопозитивных по IgG лиц в первый день заболевания не было получено статистически значимых различий, независимо от нозологической группы и применяемого метода исследования. Однако, уровень IgG к SARS-CoV-2 различался в зависимости от характера соматической патологии — у детей с заболеваниями дыхательной системы количество IgG, определяемое методом ИХЛА,

Таблица 3. Сравнительная характеристика показателей гуморального иммунитета к вирусу SARS-CoV-2 у детей в первые сутки болезни в зависимости от сопутствующей соматической патологии

Table 3. Comparative characteristics of humoral immune response markers to SARS-CoV-2 infection in children during the first day of illness depending on the type of concomitant somatic pathology

Общее число пациентов n = 69 / Total number of patients (n = 69)					p-value
	Гемобластозы, солидные опухоли и ПИД/ Hemoblastoses, solid tumors, and primary immunodeficiencies (PID) (n = 25)	Болезни нервной системы/ Neurological disorders (n = 21)	Болезни мочевыделительной системы/ Urinary tract disorders (n = 13)	Болезни дыхательной системы/ Respiratory disorders (n = 10)	
Возраст, месяцы Age, months Me [25;75]	120 [54,5; 178,5]	123 [53,5; 180,5]	97 [14,5; 167,5]	100,5 [20,25; 189,5]	0,603 Краскела-Уоллиса Kruskal-Wallis test
1 сутки болезни — Day 1 of COVID-19					
Серопозитивность IgM (ИХЛА), n IgM seropositivity (CLIA), n	0	2 из 19	0	0	—
Серопозитивность IgG (ИХЛА) IgG seropositivity (CLIA) n, % (ДИ 95%)	11 из 17 64,7% (40-87,5)	12 из 19 63,2% (40-84,2)	7 из 13 53,8% (23,1-83,3)	6 из 10 60% (27,3-90)	0,936 χ^2 Пирсона Pearson's chi-squared test
Уровень IgG у серопозитивных лиц (ИХЛА) IgG levels in seropositive individuals (CLIA) Me [25;75]	40,6 [15,9; 72,6]	38,65 [31,2; 454,675]	25,2 [19,6; 846]	667,7 [294,175; 1235,875]	0,048* Краскела-Уоллиса Kruskal-Wallis test
Серопозитивность IgG (ИФА) IgG seropositivity (ELISA) n, % (ДИ 95%)	13 из 17 76,5% (52,9-94,4)	15 из 19 78,9% (58,3-95)	10 из 13 76,9% (50-100)	7 из 10 70% (38,5-100)	0,961 χ^2 Пирсона Pearson's chi-squared test
Уровень IgG у серопозитивных лиц (ИФА) IgG levels in seropositive individuals (ELISA) Me [25;75]	79 [44; 292,5]	223 [62; 617]	123 [59,75; 400,5]	613 [510; 718]	0,059 Краскела-Уоллиса Kruskal-Wallis test

* — получено статистически значимое различие, уровень серопозитивности эквивалентен чувствительности метода CLIA — chemiluminescent immunoassay, ELISA — Enzyme-Linked Immunosorbent Assay

было достоверно выше — 667,7 Ед/мл, по сравнению с пациентами с болезнями нервной системы — 38,65 Ед/мл ($p = 0,039$ U Манна-Уитни) или детей с гемобластозами, солидными опухолями и первичными иммунодефицитами — 40,6 Ед/мл ($p = 0,030$ U Манна-Уитни). При сравнении уровня IgG, определяемого методом ИФА, с использованием статистического критерия Краскела-Уоллиса, отсутствовали статистически значимые различия между группами, однако, попарный анализ U Манна-Уитни показал более высокий уровень IgG в группе детей с заболеваниями дыхательной системы — 613 ВАУ/мл, по сравнению с пациентами с гемобластозами, солидными опухолями и ПИД — 79 ВАУ/мл ($p = 0,006$). Между группами детей с заболеваниями дыхательной и мочевыделительной системы статистически значимых различий в уровне IgG не выявлено ($p = 0,138$).

На 8-е и 14-е сутки заболевания не было выявлено статистически значимых различий в уровне и частоте выявления IgG между различными группами соматической патологии ($p > 0,05$, Краскела-Уоллиса), что может быть обусловлено высокой индивидуальной вариабельностью гуморального

иммунитета у детей из представленной выборки и ограниченным числом наблюдений с невозможностью проведения полноценного статистического анализа.

Выводы:

- Определение IgM к SARS-CoV-2 методом ИХЛА обладает ограниченной диагностической ценностью у детей с коморбидной патологией из-за низкого показателя серопозитивности по IgM в данной группе пациентов — чувствительность теста составила 4,7% в 1-е сутки заболевания с повышением до 26,3% к 14-му дню болезни.

- Специфические IgG к SARS-CoV-2 определяются у большинства пациентов с соматической патологией и подтвержденной коронавирусной инфекцией при помощи методов ИФА и ИХЛА, причем более чувствительным методом для обнаружения IgG оказался ИФА по сравнению с ИХЛА — 77,6% против 60%, соответственно.

- Динамика антителообразования у детей с соматическими заболеваниями в острый период SARS-CoV-2 инфекции характеризуется нарастанием концентрации специфич-

ческих антител класса G к 8 дню болезни с последующим снижением к 14-му дню, что следует учитывать при проведении диагностических исследований.

■ Наиболее высокое содержание антител IgG к SARS-CoV-2 (ИХЛА) в первый день болезни было отмечено

у детей с сопутствующей патологией респираторного тракта — 667,7 Ед/мл по сравнению с детьми, страдающими гемобластозами, солидными опухолями и ПИД — 40,6 Ед/мл, а также заболеваниями нервной системы — 38,65 Ед/мл.

Список литературы:

1. Filippatos F, Tatsi EB, Michos A. Immune response to SARS-CoV-2 in children: A review of the current knowledge. *Pediatr Investig.* 2021 Aug 17; 5(3):217–228. doi: 10.1002/ped4.12283.
2. Hoste L, Prytula A, Dehoorne J, De Bruyne R, et al. Comparison of SARS-CoV-2 seroconversion in children with chronic diseases with healthy children and adults during the first waves of the COVID-19 pandemic. *Front Pediatr.* 2023 Aug 7; 11:1210181. doi: 10.3389/fped.2023.1210181.
3. Han MS, Um J, Lee EJ, Kim KM, et al. Antibody responses to SARS-CoV-2 in children with COVID-19. *J Pediatric Infect Dis Soc.* 2022 Jun 22; 11(6):267–273. doi: 10.1093/jpids/piac012.
4. Hergenroeder GE, Faino AV, Cogen JD, Genatossio A, et al. Seroprevalence and clinical characteristics of SARS-CoV-2 infection in children with cystic fibrosis. *Pediatr Pulmonol.* 2023 Sep; 58(9):2478–2486. doi: 10.1002/ppul.26528.
5. Kuczborska K, Krzemińska E, Buda P, Ziętkiewicz M, et al. Immune response to SARS-CoV-2 infections in children with secondary immunodeficiencies. *J Clin Immunol.* 2023 Jan; 43(1):57–64. doi: 10.1007/s10875-022-01365-8.
6. Mayanskiy N, Luchkina P, Fedorova N, Lebedin Y, Ponomareva N. Seroconversion and dynamics of the anti-SARS-CoV-2 antibody response related to a hospital COVID-19 outbreak among pediatric oncology patients. *Leukemia.* 2021 Jun; 35(6):1820–1822. doi: 10.1038/s41375-021-01288-0.
7. Пылаева С.К., Козловская Л.И., Еровиченков А.А., Сиразова Д.И., и др. Спектр вируснейтрализующих антител у пациентов с COVID-19, заболевших во время циркуляции различных вариантов SARS-CoV-2. *Эпидемиология и Вакцинопрофилактика.* 2024; 23(5):63–72. <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2024-23-5-63-72>
8. Sananez I, Raiden SC, Algieri SC, Uranga M, et al. A poor and delayed anti-SARS-CoV2 IgG response is associated to severe COVID-19 in children. *EBioMedicine.* 2021 Oct; 72:103615. doi: 10.1016/j.ebiom.2021.103615. Epub 2021 Oct 11.

References:

1. Filippatos F, Tatsi EB, Michos A. Immune response to SARS-CoV-2 in children: A review of the current knowledge. *Pediatr Investig.* 2021 Aug 17; 5(3):217–228. doi: 10.1002/ped4.12283.
2. Hoste L, Prytula A, Dehoorne J, De Bruyne R, et al. Comparison of SARS-CoV-2 seroconversion in children with chronic diseases with healthy children and adults during the first waves of the COVID-19 pandemic. *Front Pediatr.* 2023 Aug 7; 11:1210181. doi: 10.3389/fped.2023.1210181.
3. Han MS, Um J, Lee EJ, Kim KM, et al. Antibody responses to SARS-CoV-2 in children with COVID-19. *J Pediatric Infect Dis Soc.* 2022 Jun 22; 11(6):267–273. doi: 10.1093/jpids/piac012.
4. Hergenroeder GE, Faino AV, Cogen JD, Genatossio A, et al. Seroprevalence and clinical characteristics of SARS-CoV-2 infection in children with cystic fibrosis. *Pediatr Pulmonol.* 2023 Sep; 58(9):2478–2486. doi: 10.1002/ppul.26528.
5. Kuczborska K, Krzemińska E, Buda P, Ziętkiewicz M, et al. Immune response to SARS-CoV-2 infections in children with secondary immunodeficiencies. *J Clin Immunol.* 2023 Jan; 43(1):57–64. doi: 10.1007/s10875-022-01365-8.
6. Mayanskiy N, Luchkina P, Fedorova N, Lebedin Y, Ponomareva N. Seroconversion and dynamics of the anti-SARS-CoV-2 antibody response related to a hospital COVID-19 outbreak among pediatric oncology patients. *Leukemia.* 2021 Jun; 35(6):1820–1822. doi: 10.1038/s41375-021-01288-0.
7. Pylaeva S.K., Kozlovskaya L.I., Erovichenkov A.A., Sirazova D.I., et al. Neutralizing Antibody Spectrum in COVID-19 Patients who Became Ill During the Circulation of Different SARS-CoV-2 Variants. *Epidemiology and Vaccinal Prevention.* 2024; 23(5):63–72. (In Russ.) <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2024-23-5-63-72>
8. Sananez I, Raiden SC, Algieri SC, Uranga M, et al. A poor and delayed anti-SARS-CoV2 IgG response is associated to severe COVID-19 in children. *EBioMedicine.* 2021 Oct; 72:103615. doi: 10.1016/j.ebiom.2021.103615. Epub 2021 Oct 11.

Статья поступила 21.02.25

Конфликт интересов: Авторы подтвердили отсутствие конфликта интересов, финансовой поддержки, о которых необходимо сообщить.

Conflict of interest: The authors confirmed the absence conflict of interest, financial support, which should be reported