

Особенности обеспеченности и подходы к применению витамина D у детей в постковидном периоде

И.К. Богомолова, В.Н. Перегоедова

ФГБОУ ВО «Читинская государственная медицинская академия» Минздрава России, Чита, Россия

Features of supply and approaches to the use of vitamin D in children in the post-COVID period

I.K. Bogomolova, V.N. Peregoedova

Chita State Medical Academy, Chita, Russia

Витамин D — важный компонент иммунной функции, а его дефицит в детском возрасте связан с повышенным риском острых респираторных вирусных инфекций.

Цель исследования. Оценка динамики обеспеченности витамином D у детей после новой коронавирусной инфекции на фоне применения холекальциферола.

Материалы и методы. Обследованы 55 детей в возрасте 0–17 лет (10,0 [9,2; 10,6] года), 52,7% мальчиков с COVID-19, которые получали холекальциферол в дозе от 1000 до 3000 МЕ в течение 30 дней в зависимости от исходной концентрации 25(OH)D. Через 30 дней приема витамина D₃ повторно определены уровни общего витамина D в сыворотке крови.

Результаты. Медиана уровня 25(OH)D у детей с COVID-19 составила 24,5 [23,9; 26,7] нг/мл. У 34,5% детей имелся статус дефицита витамина D (≤ 20 нг/мл), у 32,7% — недостаточность (21–30 нг/мл), у 30% пациентов имелась нормальная обеспеченность витамином D (≥ 30 нг/мл). В результате лечения холекальциферолом число детей с гиповитаминозом D уменьшилось в 2 раза (35,4%; $p < 0,05$), с адекватным уровнем — увеличилось в 2 раза (65,5%; $p < 0,05$). В зависимости от уровня 25(OH)D не установлено статистически значимых различий от степени тяжести коронавирусной инфекции ($\chi^2 = 0,872$; $p = 0,929$).

Заключение. В 2/3 случаев у детей, инфицированных SARS-CoV-2, отмечался гиповитаминоз D. У детей младше 6 лет чаще выявляли недостаточность витамина D, тогда как у пациентов в возрасте 7–17 лет — дефицит витамина D. Распределение уровня витамина D не различалось в зависимости от формы тяжести коронавирусной инфекции. Принимаемых доз холекальциферола в течение 30 дней сказалось положительно для повышения концентрации витамина D в сыворотке крови у детей с недостаточностью, но не обеспечило достижения нормального уровня у пациентов с дефицитом витамина D.

Ключевые слова: дети, COVID-19, новая коронавирусная инфекция, витамин D, холекальциферол, SARS-CoV-2.

Для цитирования: Богомолова И.К., Перегоедова В.Н. Особенности обеспеченности и подходы к применению витамина D у детей в постковидном периоде. Рос вестн перинатол и педиатр 2024; 69(4): 109–115. DOI: 10.21508/1027-4065-2024-69-4-109-115

Vitamin D is an important component of immune function, and deficiency in childhood is associated with an increased risk of acute respiratory viral infections.

Purpose. To assess the dynamics of vitamin D supply in children after a new coronavirus infection with the use of cholecalciferol.

Material and methods. We examined 55 children aged 0–17 years (10.0 [9.2; 10.6] years), 52.7% boys with COVID-19, who received cholecalciferol in a dose of 1000 to 3000 IU for 30 days in depending on the concentration of 25(OH)D. After 30 days of taking vitamin D₃, the levels of total vitamin D in the blood serum were re-determined.

Results. The median 25(OH)D level in children with COVID-19 was 24.5 [23.9; 26.7] ng/ml. 34.5% of children had vitamin D deficiency status (≤ 20 ng/ml), 32.7% had insufficiency (21–30 ng/ml), a third of patients had normal vitamin D status (≥ 30 ng/ml). As a result of treatment with cholecalciferol, the number of children with hypovitaminosis D decreased by 2 times (35.4%, $p < 0.05$), with an adequate level — doubled (65.5%, $p < 0.05$). Depending on the level of 25(OH)D, no statistically significant differences were found in the severity of coronavirus infection ($\chi^2 = 0.872$, $p = 0.929$).

Conclusion. In 2/3 of cases, children infected with SARS-CoV-2 had hypovitaminosis D. Children under 6 years of age were more likely to have vitamin D insufficiency, while patients 7–17 years of age had a deficiency. The distribution of vitamin D levels did not differ depending on the severity of coronavirus infection. Doses of cholecalciferol taken for 30 days were sufficient to increase the concentration of vitamin D in the blood serum of children with deficiency but did not reach standard values in patients with vitamin D deficiency.

Key words: children, COVID-19, new coronavirus infection, vitamin D, cholecalciferol, SARS-CoV-2.

For citation: Bogomolova I.K., Peregoedova V.N. Features of supply and approaches to the use of vitamin D in children in the post-COVID period. Ros Vestn Perinatol i Peditr 2024; 69(4): 109–115 (in Russ). DOI: 10.21508/1027-4065-2024-69-4-109-115

© Богомолова И.К., Перегоедова В.Н., 2024

Адрес для корреспонденции: Перегоедова Валентина Николаевна — к.м.н., доц. кафедры педиатрии лечебного и стоматологического факультетов Читинской государственной медицинской академии, ORCID: 0000-0002-9684-2864

Богомолова Ирина Кимовна — д.м.н., проф., проректор по учебно-воспитательной работе, зав. кафедрой педиатрии лечебного и стоматологического факультетов Читинской государственной медицинской академии, ORCID: 0000-0003-4668-6071
672000 Чита, ул. Горького, д. 39 А

Дефицит витамина D представляет серьезную проблему общественного здравоохранения во всех возрастных группах [1, 2]. Согласно результатам статистики в мире дефицит витамина D имеют более 1 млрд человек [3].

Витамин D — плюрипотентный гормон, имеющий важные связи с иммунным ответом и модулирующий адаптивный и врожденный иммунный ответ [4]. Витамин D входит в число эффективных витаминов

при воспалительных реакциях иммунной системы, полезен в снижении частоты развития микробных инфекций и смертности посредством различных клеточных механизмов [5, 6]. Важна роль витамина D при вирусных инфекциях, так как он индуцирует кателицидины и дефензины, способные снижать скорость репликации вируса [7]. В ряде исследований показана связь между клиническими симптомами, тяжестью и исходами COVID-19 в зависимости от концентрации витамина D в крови [8, 9]. Более того, наряду с подавлением гипервоспалительных реакций, витамин D ускоряет процесс заживления пораженных участков, особенно легочной ткани [10]. Витамин D увеличивает концентрацию противовоспалительных и снижает содержание провоспалительных цитокинов, вызывающих пневмонию и повреждение легких [7].

Эпидемиологические исследования сообщили о связи между дефицитом витамина D и острым повреждением легких вирусными респираторными инфекциями [11]. Дефицит витамина D способствует высокому риску восприимчивости к инфекционному агенту, а также отрицательно влияет на течение и исход заболевания [12]. В предыдущих исследованиях показано, что дефицит витамина D увеличивает риск развития респираторных инфекций, включая вызванную респираторно-синцитиальным вирусом, туберкулез и грипп, и является фактором риска развития острого респираторного дистресс-синдрома [4].

Низкие концентрации витамина D повышают риск заболевания коронавирусом у детей, обуславливают более неблагоприятное течение COVID-19 и связаны с большим числом смертельных исходов от инфекции, вызванной SARS-CoV-2 [13, 14]. Дефицит витамина D связан с тяжестью течения и смертностью от COVID-19, при этом у пациентов с COVID-19 и острой дыхательной недостаточностью обнаружена высокая распространенность гиповитаминоза D [10]. Адекватные уровни витамина можно предложить в качестве потенциальной стратегии профилактики и лечения коронавирусной болезни [13].

Рандомизированное исследование, проведенное в Китае, показало, что благотворное воздействие витамина D подходит для профилактики сезонного гриппа, что подтверждается облегчением симптомов, быстрым снижением вирусной нагрузки и выздоровлением от болезни [15]. Другое исследование по применению ежедневной высокой дозы витамина D в сравнении со стандартной у канадских детей показало, что частота развития инфекций гриппа в группе, получавшей высокие дозы, снизилась на 50% [16]. Иммунный ответ против респираторных вирусных инфекций может быть улучшен при достаточном уровне 25(OH)D в сыворотке крови [16].

Изучено влияние уровня витамина D на течение инфекции, вызванной SARS-CoV-2, целесообраз-

ность его назначения для профилактики и лечения новой коронавирусной инфекции у лиц пожилого и старческого возраста [2]. Дети представляют собой особую группу населения с высоким риском формирования недостаточности витамина D. С учетом влияния витамина D на иммунитет и воспаление, важность здоровья детей в обществе, а также высокую частоту дефицита витамина D в мире это исследование проведено для изучения обеспеченности витамином D детей с COVID-19 в постковидном периоде.

Цель исследования: оценка динамики обеспеченности витамином D у детей после новой коронавирусной инфекции на фоне применения холекальциферола.

Характеристика детей и методы исследования

Настоящее исследование включало 55 детей в возрасте 0–17 лет, из которых 29 (52,7%) мальчиков и 26 (47,3%) девочек с диагнозом COVID-19, госпитализированных в инфекционное отделение ГУЗ «Городская клиническая больница №1» г. Читы в период с апреля по июль 2020 г.

Критерии включения в исследование: дети, инфицированные SARS-CoV-2, не принимавшие добавок витамина D и прошедшие тестирование на определение концентрации 25(OH)D в сыворотке крови во время госпитализации; возраст моложе 18 лет; подписанное информированное добровольное согласие законных представителей детей до 15 лет и пациентов старше 15-летнего возраста на участие в исследовании.

Критерии невключения в исследование: случаи, когда концентрации 25(OH)D в сыворотке крови не определялись в период госпитализации; прием препаратов витамина D; возраст старше 17 лет; отказ от участия в исследовании.

Все родители пациентов младше 15 лет и дети старше 15 лет подписали форму информированного согласия на участие в исследовании, одобренного комитетом по этике ФГБОУ ВО «Читинская государственная медицинская академия» Минздрава России (протокол №101 от 15.04.2020 года).

Диагноз «новая коронавирусная инфекция COVID-19» основан на комплексе клинико-эпидемиологических, лабораторных и рентгенологических данных согласно методическим рекомендациям «Особенности клинических проявлений и лечения заболевания, вызванного новой коронавирусной инфекцией (COVID-19) у детей» (Версия 1 от 24.04.2020 г.). Форма тяжести коронавирусной инфекции у 13 (23,6%) пациентов, которые прошли тест ПЦР только из-за контакта в анамнезе, без признаков вирусной инфекции, рентгенологических изменений и не предъявляли жалоб, классифицирована как бессимптомная. У 31 (56,4%) ребенка диагностирована легкая форма тяжести, при которой отмечены респираторно-катаральный

синдром (кашель, боль в горле, заложенность носа), синдром интоксикации (лихорадка $<38,5^{\circ}\text{C}$, слабость, миалгии), симптомы поражения желудочно-кишечного тракта (тошнота, рвота, абдоминальная боль, разжижение стула) без признаков вирусной пневмонии или гипоксии. У 11 (20%) детей состояние было средней тяжести, имелись подтвержденная пневмония без потребности в кислороде, лихорадка $>38,5^{\circ}\text{C}$, сухой непродуктивный кашель; на компьютерной томограмме грудной клетки выявлены изменения, типичные для вирусного поражения легких (КТ 1–2).

Детей с новой коронавирусной инфекцией разделили с учетом пороговых значений уровня 25(OH)D согласно рекомендациям национальной программы «Недостаточность витамина D у детей и подростков Российской Федерации: современные подходы к коррекции» на группы [17]: адекватный уровень витамина D, определяемый как концентрация 25(OH)D в сыворотке крови ≥ 30 нг/мл ($n=18$), недостаточность витамина D, при которой содержание 25(OH)D составляет 21–30 нг/мл ($n=18$); дефицит 25(OH)D ≤ 20 нг/мл ($n=19$). Дополнительно дети поделены по возрасту: 0–6 лет ($n=13$) и 7–17 лет ($n=42$).

Согласно национальной программе рекомендуемым препаратом для лечения дефицита витамина D является холекальциферол (D_3) [17]. Из общей группы 37 пациентов с недостаточностью и дефицитом витамина D получали перорально 2000 и 3000 МЕ витамина D_3 в день соответственно в лекарственной форме в течение 30 дней. Остальные 18 пациентов с адекватным уровнем витамина D принимали витамин D_3 в профилактической дозировке 1000 или 1500 МЕ в зависимости от возраста ребенка. Прием препаратов холекальциферола назначали утром во время еды, длительность дотации составила 1 мес.

Образцы сыворотки крови для измерения концентрации общего 25(OH)D собирали 2 раза: до начала дотации холекальциферола и через 30 дней приема препарата. Уровень общего 25-гидроксивитамина D в сыворотке крови измеряли с помощью коммерческого набора на иммунохимическом анализаторе Access-2 (Beckman coulter, США).

Статистический анализ полученных данных осуществляли с использованием пакета программ IBM SPSS Statistics Version 25.0 (International Business Machines Corporation, США). Количественные переменные выражали в виде медианы, 1-го и 3-го квартилей: Me [Q_1 ; Q_3], а качественные характеристики описывали как абсолютные значения и процентные доли (%). Критерий хи-квадрат Пирсона (χ^2) использовали для сравнения качественных данных. Сравнение уровней витамина D в сыворотке крови у пациентов до и после приема препаратов холекальциферола проводили с использованием критерия Вилкоксона. Различия при $p<0,05$ считали статистически значимыми.

Результаты и обсуждение

Возраст обследованных детей составил 10,0 [9,2; 10,6] года. Медиана уровня 25(OH)D у всех 55 обследуемых детей с COVID-19 в течение первых 3 сут после госпитализации до начала лечения холекальциферолом составила 24,5 [23,9; 26,7] нг/мл. Доля пациентов с достаточным уровнем витамина D в сыворотке крови (≥ 30 нг/мл) на фоне дотации холекальциферола увеличилась в 2 раза (65,5%) по сравнению с первоначальными данными ($p<0,05$). Частота выявления гиповитаминоза D на фоне приема препаратов D_3 уменьшилась в 2 раза (35,4%; $p<0,05$). Медиана уровня 25(OH)D у детей с коронавирусной инфекцией после дотации холекальциферола составила 33,3 [32,4; 35,4] нг/мл.

Самая низкая обеспеченность витамином D установлена у детей со среднетяжелой формой новой коронавирусной инфекции (табл. 1). Эффективность дотации препарата D_3 продемонстрирована у детей с разной степенью тяжести инфекции SARS-CoV-2. Так, медиана уровня 25(OH)D при бессимптомной форме COVID-19 статистически значимо увеличилась в 1,3 раза ($Z = -2,83$; $p=0,005$), при легкой форме — в 1,5 раза ($Z = -4,409$; $p<0,001$), при среднетяжелом течении — в 1,4 раза ($Z = -2,667$; $p=0,008$) относительно первоначальных показателей (см. табл. 1).

Принятых доз холекальциферола оказалось достаточно, чтобы значительно повысить общий уровень 25(OH)D в сыворотке крови в группе детей с недостаточностью витамина D ($p<0,001$; табл. 2). В то же время медиана уровня 25(OH)D в группе пациентов с дефицитом витамина D увеличилась после приема холекальциферола ($p<0,001$; см. табл. 2), но не достигла уровня здоровых детей. Несмотря на повышение концентрации общего 25-гидроксивитамина D в группе детей с достаточным уровнем витамина D на фоне приема холекальциферола по отношению к исходной концентрации, не получено статистически значимых различий ($p=0,078$; см. табл. 2). Исходя из данных, представленных в табл. 2, не установлено статистически значимых различий между уровнем 25(OH)D и формой тяжести новой коронавирусной инфекции ($p=0,929$).

При анализе обеспеченности витамином D детей, инфицированных SARS-CoV-2, обнаружено, что в возрасте младше 6 лет недостаточность витамина D диагностирована в 61,5% случаев, дефицит зарегистрирован у 15,4% пациентов (табл. 3). Среди детей в возрасте 7–17 лет недостаточность 25(OH)D отмечена у 23,8%, а дефицит — у 40,5% детей (табл. 4). Статистически значимых различий между концентрацией витамина D в сыворотке крови и полом детей в возрасте 0–6 лет ($\chi^2=0,26$; $p=0,877$; см. табл. 3) и 7–17 лет ($\chi^2=0,68$; $p=0,710$; см. табл. 4) не получено.

При терапии недостаточности витамина D у детей в возрасте 0–6 лет зафиксировано повы-

шение уровня общего 25-гидроксивитамина D в 1,5 раза по сравнению с исходными параметрами ($p=0,012$; см. табл. 3). При этом, несмотря на положительную динамику концентрации 25(OH)D на фоне терапии холекальциферолом, уровень витамина D у детей в возрасте 0–6 лет с дефицитом не достиг нормы ($p=0,180$; см. табл. 3).

Как представлено в табл. 4, на фоне приема холекальциферола уровень 25(OH)D в сыворотке крови статистически значимо увеличился у детей 7–17 лет с недостаточностью ($p=0,005$) и дефицитом ($p<0,001$) витамина D. Однако концентрация 25(OH)D в сыворотке крови у пациентов школьного возраста с дефицитом витамина D не достигла показателей здоровых детей.

Таблица 1. Динамика обеспеченности витамином D детей в возрасте 0–17 лет на фоне применения холекальциферола в зависимости от формы тяжести новой коронавирусной инфекции

Table 1. Dynamics of vitamin D provision in children 0–17 years old with the use of cholecalciferol, depending on the severity of the new coronavirus infection

Параметр	Форма тяжести COVID-19			Тестовая статистика
	бессимптомная (n=13)	легкая (n=31)	среднетяжелая (n=11)	
25(OH)D, нг/мл				
до лечения	26,4 [22,7; 30,2]	23,4 [23,4; 27,3]	21,6 [20,6; 26,4]	H=0,51 df=2 p=0,775
после лечения	33,6 [31,4; 35,8]	35,0 [32,9; 37,7]	30,5 [28,2; 31,9]	H=2,66 df=2 p=0,265
Оценка динамических изменений уровня 25(OH)D	Z = −2,83 p=0,005	Z = −4,41 p<0,001	Z = −2,67 p=0,008	—

Таблица 2. Динамика обеспеченности витамином D у детей в возрасте 0–17 лет после новой коронавирусной инфекции на фоне применения холекальциферола

Table 2. Dynamics of vitamin D supply in children 0–17 years old after a new coronavirus infection with the use of cholecalciferol

Параметр		Исследуемые группы			Тестовая статистика
		25(OH)D 30–100 нг/мл — адекватный уровень (n=18)	25(OH)D 20–30 нг/мл — недостаточность (n=18)	25(OH)D 10–20 нг/мл — дефицит (n=19)	
Степень тяжести	бессимптомная (n=13)	27,8% (5/18)	22,2% (4/18)	21,1% (4/19)	$\chi^2=0,872$ df=4 $p=0,929$
	легкая (n=31)	55,6% (10/18)	61,1% (11/18)	52,6% (10/19)	
	среднетяжелая (n=11)	16,7% (3/18)	16,7% (3/18)	26,3% (5/19)	
Мужской пол		55,6% (10/18)	55,6% (10/18)	47,4% (9/19)	$\chi^2=0,334$ df=4 $p=0,846$
25(OH)D, нг/мл					
до лечения		33,0 [33,0; 33,9]	25,3 [23,9; 25,5]	15,9 [15,3; 17,1]	H=48,0 df=2 $p<0,001$
после лечения		35,7 [35,7; 39,1]	33,6 [33,0; 40,3]	26,6 [26,2; 29,2]	H=19,37 df=2 $p<0,001$
Оценка динамических изменений уровня 25(OH)D		Z = -1,764 $p=0,078$	Z = -3,724 $p<0,001$	Z = -3,823 $p<0,001$	—

Распространенность дефицита витамина D в исследовании R.T. Pinzon [18] составила 90% среди взрослых с COVID-19 в Индонезии, у остальных 10% наблюдалась недостаточность его. G.A. Sánchez-Zuno и соавт. [19] опубликовали данные о недостаточном уровне витамина D у 81% взрослых пациентов, инфицированных SARS-CoV-2. В работе, проведенной M. Alipio и соавт. [20], отмечено, что уровень витамина D оказался дефицитным или недостаточным у 74,1% пациентов во взрослой возрастной группе с диагнозом коронавирусная инфекция. Наши результаты соответствуют сведениям, полученным в ходе исследования K.Yılmaz и соавт. [21], в котором показано, что доля детей с дефицитом и недостаточным содержанием витамина D в сыворотке крови составила 72,5%.

Таблица 3. Динамика обеспеченности витамином D детей в возрасте 0–6 лет после новой коронавирусной инфекции на фоне применения холекальциферола

Table 3. Dynamics of vitamin D provision in children 0–6 years old after a new coronavirus infection against the background of the use of cholecalciferol

	Параметр	Исследуемые группы			Тестовая статистика
		25(ОН)D 30–100 нг/мл — адекватный уровень (n=3)	25(ОН)D 20–30 нг/мл — недостаточность (n=8)	25(ОН)D 10–20 нг/мл — дефицит (n=2)	
Степень тяжести	бессимптомная (n=3)	33,3% (1/3)	25,0% (2/8)	0	$\chi^2=3,06$ df=4 p=0,548
	легкая (n=8)	66,7% (2/3)	62,5% (5/8)	50,0% (1/2)	
	среднетяжелая (n=2)	0	12,5% (1/8)	50,0% (1/2)	
Мужской пол		33,3% (1/3)	50% (4/8)	50% (1/2)	$\chi^2=0,26$ df=2 p=0,877
25(ОН)D, нг/мл					
до лечения		32,6 [29,8; 37,8]	26,2 [24,7; 26,9]	18,6 [14,5; 22,8]	H=9,07 df=2 p=0,011
после лечения		35,7 [33,6; 37,4]	39,8 [35,0; 49,3]	27,4 [20,4; 34,3]	H=4,32 df=2 p=0,116
Оценка динамических изменений уровня 25(ОН)D		Z = –0,54 p=0,593	Z = –2,52 p=0,012	Z = –1,31 p=0,180	—

Таблица 4. Динамика обеспеченности витамином D детей в возрасте 7–17 лет после новой коронавирусной инфекции на фоне применения холекальциферола

Table 4. Dynamics of vitamin D provision in children 7–17 years old after a new coronavirus infection with the use of cholecalciferol

	Параметр	Исследуемые группы			Тестовая статистика
		25(ОН)D 30–100 нг/мл — адекватный уровень (n=15)	25(ОН)D 20–30 нг/мл — недостаточность (n=10)	25(ОН)D 10–20 нг/мл — дефицит (n=17)	
Степень тяжести	бессимптомная (n=10)	26,7% (4/15)	20,0% (2/10)	23,5% (4/17)	$\chi^2=0,24$ df=4 p=0,993
	легкая (n=23)	53,5% (8/15)	60,0% (6/10)	52,9% (9/17)	
	среднетяжелая (n=9)	20,0% (3/15)	20,0% (2/10)	23,5% (4/17)	
Мужской пол		60% (9/15)	60% (6/10)	47,1% (8/17)	$\chi^2=0,68$ df=2 p=0,710
25(ОН)D, нг/мл					
до лечения		33,1 [33,0; 33,7]	22,2 [22,2; 25,0]	15,5 [14,9; 16,9]	H=35,88 df=2 p<0,001
после лечения		35,7 [35,7; 39,8]	30,6 [29,2; 35,3]	26,6 [26,0; 29,4]	H=16,62 df=2 p<0,001
Оценка динамических изменений уровня 25(ОН)D		Z = –1,76 p=0,078	Z = –2,80 p=0,005	Z = –6,62 p<0,001	—

Т.Л. Каронова и соавт. описали концентрацию 25(ОН)D в сыворотке крови в пределах 12,6 [8,90; 23,23] нг/мл у госпитализированных взрослых с коронавирусной инфекцией [22]. В Турции обнаружили, что уровень 25-гидроксивитамина D в сыворотке крови у госпитализированных детей с COVID-19 значительно ниже, чем в контрольной

группе здоровых детей (21,5±10,0 и 28,0±11,0 МЕ соответственно; p<0,001) [3]. В исследовании К. Yılmaz, V. Şen [21] медиана уровня витамина D в группе детей с COVID-19 составила 13,14 нг/мл [4,2; 69,3], что в 2 раза меньше аналогичного показателя в настоящем исследовании. Распределение уровня витамина D не зависело от степени тяжести

COVID-19 в настоящем исследовании, что согласуется с информацией К. Yılmaz, V. Şen [21]. В то же время у взрослых тяжелое течение коронавирусной инфекции ассоциировалось с дефицитом витамина D ($11,9 \pm 6,4$ нг/мл) чаще, чем среднетяжелая форма заболевания ($18,5 \pm 14,0$ нг/мл; $p=0,027$) [22]. В работе Е.В. Шрайнер и соавт. [23] обнаружена ассоциативная связь между концентрацией витамина D в плазме крови и тяжестью течения перенесенной новой коронавирусной инфекции. Коронавирусная инфекция на начальных этапах заболевания у взрослых пациентов с низким уровнем витамина D, находившихся в отделении реанимации, протекала тяжелее [24].

Отсутствие статистически значимых различий между концентрацией витамина D в сыворотке крови и формой тяжести новой коронавирусной инфекции у детей в нашем исследовании, в отличие от взрослых, вероятно, обусловлено рядом факторов. Во-первых, низкий уровень витамина D у взрослых ассоциирован с увеличением числа сопутствующих заболеваний, которых в детском возрасте гораздо меньше. Во-вторых, тяжелые и критические формы COVID-19 во взрослой популяции связаны с дефи-

цитом витамина D, в том числе тяжелым (содержание 25(OH)D менее 10 нг/мл); в нашей работе такие пациенты отсутствовали.

Заключение

Для детей с новой коронавирусной инфекцией COVID-19 в большинстве случаев характерны недостаточность и дефицит витамина D. У детей младше 6 лет чаще диагностировалась недостаточность витамина D, тогда как у пациентов возрасте 7–17 лет — дефицит витамина D. Не установлено статистически значимых различий между концентрацией витамина D в сыворотке крови и полом детей. Распределение уровня витамина D не различалось в зависимости от формы тяжести коронавирусной инфекции. Эффективность дотации препарата D₃ продемонстрирована у детей с разной степенью тяжести инфекции, вызванной SARS-CoV-2. Лечение препаратами холекальциферола в рекомендованных дозах заметно повышает концентрацию 25-гидроксивитамина D у детей при COVID-19, но не достигает уровня достаточной обеспеченности у пациентов с дефицитом витамина D.

ЛИТЕРАТУРА (REFERENCES)

- Захарова И.Н., Климов Л.Я., Курьянинова В.А., Долбня С.В., Майкова И.Д., Касьянова А.Н., и др. Обеспеченность витамином D детей грудного возраста. Российский вестник перинатологии и педиатрии 2016; 61: (6): 68–76. [Zakharova I.N., Klimov L.Ya., Kuryaninova V.A., Dolbnya S.V., Maikova I.D., Kasyanova A.N. et al. Vitamin D provision for babies. Ros Vestn Perinatol i Pediatr 2016; 61: (6): 68–76. (in Russ.)] DOI: 10.21508/1027–4065–2016–61–6–68–76
- Поленова Н.В., Вараева Ю.Р., Ливанцова Е.Н., Вукентьев Д.В., Косюра С.Д., Стародубова А.В. Витамин D у лиц пожилого и старческого возраста: фокус на COVID-19. Лечебное дело 2021; 3: 65–74. [Polenova N.V., Varava Yu.R., Livantsova E.N., Vikent'ev D.V., Kosyura S.D., Starodubova A.V. Vitamin D in the Elderly and Senile Patients: Focus on COVID-19. Lechebnoe delo 2021; 3: 65–74. (in Russ.)] DOI: 10.24412/2071–5315–2021–12361
- Alpcan A., Tursun S., Kandur Y. Vitamin D levels in children with COVID-19: a report from Turkey. Epidemiol Infect 2021; 149: e180. DOI: 10.1017/S0950268821001825
- Marik P.E., Kory P., Varon J. Does vitamin D status impact mortality from SARS-CoV-2 infection? Med Drug Discov 2020; 6: 100041. DOI: 10.1016/j.medidd.2020.100041
- Karimian P., Tahami M.S., Sayyahfar S., Aghajani Delavar M. Association of vitamin D and severity of COVID-19 in children. Eur J Translat Myol 2022; 32(2): 10453. DOI: 10.4081/ejtm.2022.10453
- Rondanelli M., Miccono A., Lamburghini S., Avanzato I., Riva A., Allegrini P. et al. Self-Care for Common Colds: The Pivotal Role of Vitamin D, Vitamin C, Zinc, and Echinacea in Three Main Immune Interactive Clusters (Physical Barriers, Innate and Adaptive Immunity) Involved during an Episode of Common Colds-Practical Advice on Dosages and on the Time to Take These Nutrients/Botanicals in order to Prevent or Treat Common Colds. Evidence-based complementary and alternative medicine: eCAM 2018; 2018: 5813095. DOI: 10.1155/2018/5813095
- Grant W.B., Lahore H., McDonnell S.L., Baggerly C.A., French C.B., Aliano J.L. et al. Evidence that Vitamin D Supplementation Could Reduce Risk of Influenza and COVID-19 Infections and Deaths. Nutrients 2020; 12(4): 988. DOI: 10.3390/nu12040988
- Ceramella J., Iacopetta D., Sinicropi M.S., Andreu I., Mariconda A., Saturnino C. et al. Drugs for COVID-19: An Update. Molecules 2022; 27: 8562. DOI: 10.3390/molecules27238562
- Iacopetta D., Ceramella J., Catalano A., Saturnino C., Pellegrino M., Mariconda A. et al. COVID-19 at a Glance: An Up-to-Date Overview on Variants, Drug Design and Therapies. Viruses 2022; 14: 573. DOI: 10.3390/v14030573
- Barrea L., Verde L., Grant W.B., Frias-Toral E., Sarno G., Vetrani C. et al. Vitamin D: A Role Also in Long COVID-19? Nutrients 2022; 14: 1625. DOI: 10.3390/nu14081625
- Hansdotir S., Monick M.M. Vitamin D effects on lung immunity and respiratory diseases. Vitamin Hormon 2011; 86: 217–237. DOI: 10.1016/B978–0–12–386960–9.00009–5
- Мингазова Э.Н., Гуреев С.А., Сидоров В.В. Роль обеспеченности населения витамином D в условиях пандемии COVID-19 (обзор зарубежной литературы). Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины 2021; 29(1): 32–36. [Mingazova E.N., Gureev S.A., Sidorov V.V. The role of supplying population with vitamin D in conditions of COVID-19 pandemic: foreign publications review. Problemi sotsial'noi gigieny, zdravookhraneniya i istorii meditsini 2021; 29(1): 32–36. (in Russ.)] DOI: 10.32687/0869–866X-2021–29–1–32–36
- Nadiger M., Hassor S., Totapally B. 138: vitamin D levels in children with COVID-19 admitted to the PICU. Critical Care Med 2021; 49(1): 54.
- Максимов М.Л., Звегинцева А.А., Исмаилова М.А., Кулагина Л.Ю. Применение витамина D в профилактике инфицирования и развития тяжелых форм новой коронавирусной инфекции COVID-19. Практическая медицина 2021; 19(4): 37–44. [Maksimov M.L., Zvegintseva A.A., Ismailova M.A., Kulagina L.Yu. Vitamin D in prophylactics

- of contamination and development of severe forms of the new coronavirus infection COVID-19. *Prakticheskaya meditsina* 2021; 19(4): 37–44. (in Russ.)] DOI: 10.32000/2072–1757–2021–4–37–44
15. Zhou J., Du J., Huang L., Wang Y., Shi Y., Lin H. Preventive Effects of Vitamin D on Seasonal Influenza A in Infants: A Multicenter, Randomized, Open, Controlled Clinical Trial. *Pediatr Infect Dis J* 2018; 37(8): 749–754. DOI: 10.1097/INF.0000000000001890
 16. Aglipay M., Birken C.S., Parkin P.C., Loeb M.B., Thorpe K., Chen Y. et al.; *TARGet Kids! Collaboration*. Effect of High-Dose vs Standard-Dose Wintertime Vitamin D Supplementation on Viral Upper Respiratory Tract Infections in Young Healthy Children. *JAMA* 2017; 318(3): 245–254. DOI: 10.1001/jama.2017.8708
 17. Национальная программа «Недостаточность витамина D у детей и подростков Российской Федерации: современные подходы к коррекции». Союз педиатров России [и др.]. М.: ПедиатрЪ, 2021; 116. [National program «Vitamin D deficiency in children and adolescents of the Russian Federation: modern approaches to correction». Union of Pediatricians of Russia. Moscow: Pediatr, 2021; 116. (in Russ.)]
 18. Pinzon R.T., Angela, Pradana A.W. Vitamin D deficiency among patients with COVID-19: case series and recent literature review. *Tropical Med Health* 2020; 48(1): 102. DOI: 10.1186/s41182–020–00277-w
 19. Sánchez-Zuno G.A., González-Estevez G., Matuz-Flores M.G., Macedo-Ojeda G., Hernández-Bello J., Mora-Mora J.C. et al. Vitamin D Levels in COVID-19 Outpatients from Western Mexico: Clinical Correlation and Effect of Its Supplementation. *J Clin Med* 2021; 10(11): 2378. DOI: 10.3390/jcm10112378
 20. Alipio M. Vitamin D supplementation could possibly improve clinical outcomes of patients infected with coronavirus-2019 (COVID-19). *SSRN Electronic Journal*. Available at SSRN 3571484. 2020. DOI: 10.2139/ssrn.3571484
 21. Yılmaz K., Şen V. Is vitamin D deficiency a risk factor for COVID-19 in children? *Pediatr Pulmonol* 2020; 55(12): 3595–3601. DOI: 10.1002/ppul.25106
 22. Каронова Т.Л., Андреева А.Т., Вашукова М.А. Уровень 25(OH)D в сыворотке крови у больных COVID-19. *Журнал инфектологии* 2020; 12(3): 21–27. [Karonova T.L., Andreeva A.T., Vashukova M.A. Serum 25(OH)D level in patients with CoVID-19. *Zhurnal infekologii* 2020; 12(3): 21–27. (in Russ.)] DOI: 10.22625/2072–6732–2020–12–3–21–27
 23. Шрайнер Е.В., Петухова С.К., Хавкин А.И., Кох Н.В., Лифшиц Г.И. Ассоциация генетических предпосылок дефицита витамина D с тяжестью перенесенной COVID-19 инфекцией. *Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология* 2022; 6(202): 50–55. [Shrayner E.V., Petukhova S.K., Khavkin A.I., Kokh N.V., Lifshits G.I. Association of genetic prerequisites of vitamin d deficiency with severity of past COVID-19 infection. *Eksperimental'naya i klinicheskaya gastroenterologiya* 2022; 202(6): 50–55. (in Russ.)] DOI: 10.31146/1682–8658-ecg-202–6–50–55
 24. Петриков С.С., Савков Г.Е., Годков М.А., Боровкова Н.В., Квасников А.М., Лебедев Д.А. и др. Влияние концентрации витамина D (25-OH D3) на течение и исходы заболевания у реанимационных пациентов с COVID-19. *Анестезиология и реаниматология* 2022; 5: 30–35. [Petrikov S.S., Savkov G.E., Godkov M.A., Borovkova N.V., Kvasnikov A.M., Lebedev D.A., et al Effect of vitamin D (25-OH D3) concentration on the course and outcomes of COVID-19 in intensive care patients. *Anesteziologiya i reanimatologiya* 2022; 5: 30–35. (in Russ.)] DOI: 10.17116/anaesthesiology202205130

Поступила: 23.04.24

Received on: 2024.04.23

Конфликт интересов:

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов и финансовой поддержки, о которых необходимо сообщить.

Conflict of interest:

The authors of this article confirmed the lack of conflict of interest and financial support, which should be reported.