

# Усугубление дефицита витамина D от рождения до старшего школьного возраста в г. Хабаровске в осенне-зимний сезон

О.А.Сенькевич, М.А.Чебаргина, З.А.Плотоненко, Ю.Г.Ковальский, Е.Г.Рябцева

Дальневосточный государственный медицинский университет, Хабаровск, Российская Федерация

**Цель.** Определить обеспеченность витамином D детей разных возрастных групп для выявления групп риска по его низкому статусу.

**Пациенты и методы.** Дизайн исследования: наблюдательное, аналитическое, поперечное. Методом случайной выборки в исследование включены условно-здоровые дети в возрасте от 0 до 18 лет ( $n = 226$ ), проходящие обследование в медицинских организациях Министерства здравоохранения Хабаровского края в осенне-зимний период. Дети, согласно возрастной периодизации, были разделены на группы: новорожденные ( $n = 67$ ), раннего возраста (1–3 лет,  $n = 58$ ), дошкольного возраста (4–6 лет,  $n = 37$ ), младшие школьники (7–9 лет,  $n = 34$ ) и подростки (10–18 лет,  $n = 30$ ). Количественное определение уровня 25-гидроксивитамина D (25(OH)D) в сыворотке крови выполнено методом твердофазного иммуноферментного анализа.

**Результаты.** Низкий статус витамина D был выявлен у каждого второго ребенка детской популяции г. Хабаровска (47,8%). Обнаружено увеличение распространенности дефицита витамина D по мере взросления детей ( $p < 0,001$ ) и, соответственно, снижение его адекватной обеспеченности ( $p < 0,001$ ). Наиболее высокая распространенность низкого статуса витамина D определена у детей в возрасте 10–18 лет (80,0%), немного меньше – у младших школьников (67,6%), дефицит и недостаточность витамина D встречались у детей дошкольного и раннего возраста в 64,9 и 46,6% случаев соответственно и значительно реже у новорожденных – 14,9% ( $p < 0,001$ ). Распространенность дефицита витамина D у детей школьного возраста была в 2 раза (ОШ = 1,939; 95% ДИ 1,011–3,720) выше в сравнении с детьми от 1 до 6 лет.

**Заключение.** Проведенное исследование демонстрирует высокую распространенность низкого статуса витамина D среди детского населения г. Хабаровска, при этом наиболее уязвимой группой являются подростки, репродуктивный потенциал региона.

**Ключевые слова:** витамин D, дети, новорожденные, младшие школьники, подростки

**Для цитирования:** Сенькевич О.А., Чебаргина М.А., Плотоненко З.А., Ковальский Ю.Г., Рябцева Е.Г. Усугубление дефицита витамина D от рождения до старшего школьного возраста в г. Хабаровска в осенне-зимний сезон. Вопросы практической педиатрии. 2023; 18(6): 84–88. DOI: 10.20953/1817-7646-2023-6-84-88

## Aggravation of vitamin D deficiency from birth till high school age in autumn-summer season in Khabarovsk

O.A.Senkevich, M.A.Chebargina, Z.A.Plotonenko, Yu.G.Kovalsky, E.G.Ryabtseva

The Far Eastern State Medical University, Khabarovsk, Russian Federation

**Objective.** To determine the vitamin D supply of children in different age groups to identify risk groups based on its low status.

**Patients and methods.** Study design: observational, analytical, cross-sectional. By using a random sampling method, the study included relatively healthy children aged 0 to 18 years ( $n = 226$ ), undergoing examination in medical organizations of the Ministry of Health of the Khabarovsk Territory in the autumn-winter period. Children were divided into groups, according to the age range: newborns ( $n = 67$ ), early years (1–3 years,  $n = 58$ ), preschool age (4–6 years,  $n = 37$ ), primary school age (7–9 years,  $n = 34$ ) and teenagers (10–18 years,  $n = 30$ ). Quantitative determination of the level 25-hydroxyvitamin D (25(OH)D) in blood serum was performed by enzyme-linked immunosorbent analysis.

**Results.** The low vitamin D level was detected in one in every two children in the population in Khabarovsk (47.8%). An increase in the prevalence of vitamin D deficiency was found as children grew older ( $p < 0.001$ ) and, accordingly, a decrease in its adequate supply ( $p < 0.001$ ). The highest prevalence of low vitamin D status was determined in children aged 10–18 years (80.0%), slightly less in primary schoolchildren (67.6%), vitamin D deficiency and insufficiency occurred in preschool and early age children in 64.9 and 46.6% of cases, respectively, and significantly less often in newborns – 14.9% ( $p < 0.001$ ). The prevalence of vitamin D deficiency in school-age children was 2 times (OR = 1.939; 95% CI 1.011–3.720) higher compared to children aged 1 to 6 years.

**Conclusion.** The study demonstrates the high prevalence rate of children with low vitamin D level in Khabarovsk, with the most vulnerable group being teenagers, the reproductive potential of the region.

**Key words:** vitamin D, children, newborns, primary school children, teenagers

**For citation:** Senkevich O.A., Chebargina M.A., Plotonenko Z.A., Kovalsky Yu.G., Ryabtseva E.G. Aggravation of vitamin D deficiency from birth till high school age in autumn-summer season in Khabarovsk. Vopr. prakt. pediatri. (Clinical Practice in Pediatrics). 2023; 18(6): 84–88. (In Russian). DOI: 10.20953/1817-7646-2023-6-84-88

### Для корреспонденции:

Сенькевич Ольга Александровна, доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой педиатрии, неонатологии и перинатологии с курсом неотложной медицины Дальневосточного государственного медицинского университета

Адрес: 680000, Хабаровск, ул. Муравьева-Амурского, 35

Статья поступила 03.04.2023, принята к печати 25.12.2023

### For correspondence:

Olga A. Senkevich, MD, PhD, DSc, Professor, Head of the Department of Pediatrics, Neonatology and Perinatology with a course of Emergency Medicine of the Far Eastern State Medical University

Address: 35 Muravyov-Amursky str., Khabarovsk, 680000, Russian Federation

The article was received 03.04.2023, accepted for publication 25.12.2023

**В** настоящее время низкий статус витамина D становится одним из самых распространенных дефицитных состояний и встречается почти повсеместно. Анализ обеспеченности витамином D детского населения различных стран выявил некоторые возрастные особенности. Европейские подростки в возрасте 15–18 лет демонстрируют более высокую распространенность дефицита витамина D (12–40%) по сравнению детьми 1–14 лет (4–7%) [1]. В популяции детей Пакистана наибольший процент лиц с дефицитом витамина D составляют дети и подростки в возрасте от 6 до 18 лет (71% подростков и 65% детей) [2]. Распространенность дефицита и недостаточности витамина D среди детей материкового Китая составила 7 и 16% соответственно, при этом наиболее низкие уровни обеспеченности выявлены у новорожденных (дефицит – 55%, недостаточность – 33%), подростки имели низкий статус витамина D в 18 и 35% случаев соответственно [3].

В результате эпидемиологических исследований, проведенных на территории Российской Федерации, определена высокая распространенность дефицита витамина D среди детского населения, которая различается в зависимости от возраста исследуемой группы детей и региона проживания и варьирует от 48,8 до 93,0% [4].

Обеспеченность витамином D детского населения Дальневосточного федерального округа вызывает опасения ввиду выраженной распространенности его низкого статуса. В результате многоцентрового исследования «Родничок» у детей раннего возраста, населяющих города Хабаровск, Владивосток и Благовещенск, была выявлена высокая частота встречаемости недостаточных уровней витамина D (73,3; 87,9 и 62,8% соответственно) [5]. Низкий статус витамина D у детей дошкольного и подросткового возраста, проживающих в Амурской области, диагностирован в 80,0 и 88,3% случаев соответственно [6].

Последние исследования, проведенные на территории Хабаровского края, показали значительную распространенность недостаточной обеспеченности витамином D у детей младшего школьного возраста: дефицит витамина D диагностирован у каждого второго ребенка в возрасте 7–8 лет (50,0%), при этом тяжелая степень дефицита выявлена в 13,3% случаев [7, 8]. Увеличение распространенности дефицита и недостаточности витамина D происходит от южной (56,7%) к центральной (73,3%) и северной (83,4%) географическим зонам региона (48°, 50°, 52° с.ш. соответственно) [9].

Значительное расширение исследований связано с признанием роли витамина D не только в гомеостазе фосфорно-кальциевого обмена, главным образом необходимого для роста и правильного развития опорно-двигательного аппарата ребенка [10, 11], но и в других метаболических процессах, не связанных со скелетом [10]. В последнее время все больше исследований посвящены внекостным эффектам витамина D, которые включают иммунорегулирующее [12] и противовоспалительное [13, 14], противоопухолевое [10] и нейропротекторное действия [15]. Показано, что низкий статус витамина D может играть значительную роль в развитии как острых, так и хронических заболеваний, таких как респираторные инфекции [16, 17], атопический дерматит, бронхиальная астма и сезонные аллергические риниты [18–20], ожирение и связанные с ним метаболические заболевания [21, 22]. Недавние исследования

подтверждают влияние витамина D в улучшении репродуктивных исходов – при дефиците витамина D повышается риск бесплодия, т.к. снижается овариальный запас [23].

Неоднозначность результатов ранее проведенных исследований в отношении распространенности дефицита витамина D в зависимости от возраста ребенка требует дальнейшего изучения. Также необходимо отметить, что исследования обеспеченности витамином D детей разных возрастных групп Хабаровского края в соответствии с современными критериями диагностики ранее не проводились, что послужило основанием для проведения настоящего исследования.

**Цель:** определить обеспеченность витамином D детей разных возрастных групп для выявления групп риска по его низкому статусу.

### Пациенты и методы

**Дизайн исследования:** обсервационное, аналитическое, поперечное. Методом случайной выборки в исследование включены дети в возрасте от 0 до 18 лет ( $n = 226$ ), проходящие обследование в медицинских организациях Министерства здравоохранения Хабаровского края – консультативно-диагностическом отделении Детской городской клинической больницы им. В.М.Истомина и КГБУЗ «Перинатальный центр» им. профессора Г.С.Постола. Дети, согласно возрастной периодизации, были разделены на группы исследования: новорожденные ( $n = 67$ ), раннего возраста (1–3 лет,  $n = 58$ ), дошкольного возраста (4–6 лет,  $n = 37$ ), младшие школьники (7–9 лет,  $n = 34$ ) и подростки (10–18 лет,  $n = 30$ ).

**Критерии включения:** возраст детей 0–18 лет, рожденные и проживающие в г. Хабаровске, проходящие обследование в выбранных медицинских организациях на момент проведения исследования, родители или законные представители которых дали письменное добровольное информированное согласие на участие в исследовании.

Количественное определение уровня 25-гидроксивитамина D (25(OH)D) в сыворотке крови выполнено методом твердофазного иммуноферментного анализа, основанного на принципе конкурентного связывания, с использованием набора реагентов 25-OH-Vitamin D ELISA (DRG Instruments GmbH, Германия). Диапазон определяемых концентраций 25(OH)D составлял (согласно инструкции производителя теста) 2,89–130 нг/мл. Результатов, выходящих за пределы указанных значений, в настоящем исследовании не выявлено. Внутрисерийный коэффициент вариации для диапазона концентраций 25(OH)D составляет от 3,0 до 6,6%, межсерийный – от 8,6 до 10,7% (согласно инструкции производителя теста). Регистрация результатов исследования выполнена на фотометре Model 680 Microplate Reader (Bio-Rad, США). Набор биоматериала был проведен в осенне-зимний период 2021–2022 гг. Уровень обеспеченности витамином D определяли согласно критериям, изложенным в национальной программе [23].

Исследование одобрено локальным этическим комитетом при ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный медицинский университет» Минздрава России (протокол №10 от 10.06.2020), проведено согласно этическим принципам проведения медицинских исследований с участием людей

в качестве субъектов (Хельсинки, 1964; пересмотр – Шотландия, октябрь 2000).

Полученные результаты были подвергнуты статистической обработке. Описание количественных показателей выполнено с указанием медианы (*Me*), 25-го и 75-го перцентилей. Проверку нормальности распределения данных осуществляли с помощью критерия Шапиро–Уилка. Сравнение количественных показателей в группах сравнения проводили с использованием критерия Краскела–Уоллиса с последующим *post hoc* анализом и попарным сравнением групп с помощью критерия Данна. Статистическую значимость различий относительных показателей оценивали с использованием критерия  $\chi^2$  Пирсона при анализе многопольных таблиц и точного критерия Фишера для четырехпольных таблиц. Для оценки взаимосвязи показателей использовали корреляционный анализ Спирмена. При количественной оценке связи между определенным исходом и фактором риска при сравнении двух групп использовали статистический показатель отношение шансов (ОШ) с расчетом 95%-го доверительного интервала (ДИ). Статистический анализ результатов исследования проводили с использованием пакета статистических программ Statistica, версия 12.0 (StatSoft Inc., США). Различия между группами считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

### Результаты исследования и их обсуждение

В целом низкий статус витамина D был выявлен у каждого второго ребенка детской популяции г. Хабаровска ( $47,8 \pm 3,3\%$ ). Дефицит витамина D диагностирован у  $29,2 \pm 3,0\%$  детей в возрасте от 0 до 18 лет, в т.ч. тяжелый дефицит – у  $8,9 \pm 1,9\%$ , недостаточная обеспеченность определялась в  $18,6 \pm 2,6\%$  случаев, оптимальный уровень витамина D имели  $52,2 \pm 3,3\%$  обследуемых детей.

Анализ концентраций 25(OH)D в сыворотке крови детей в группах сравнения показал достоверные различия обеспеченности витамином D в зависимости от возраста ( $p = 0,005$ ) (табл. 1). Наиболее высокое содержание витамина D в сыворотке крови ребенка, соответствующее достаточному уров-

ню обеспеченности, выявлено в группе новорожденных: медиана концентрации 25(OH)D в сыворотке крови была в 2 раза больше по сравнению с концентрациями кальцидиола у детей дошкольного ( $p = 0,026$ ) и младшего школьного возраста ( $p = 0,018$ ) и почти в 3 раза больше, чем у подростков ( $p = 0,014$ ). В сыворотке крови детей раннего возраста медианное значение было выше в 1,5–2 раза по сравнению с показателем у младших школьников ( $p = 0,026$ ) и подростков ( $p = 0,005$ ).

В результате исследования было установлено статистически значимое различие относительных показателей обеспеченности витамином D детей разных возрастных групп ( $\chi^2 (8, N = 226) = 55,6, p < 0,001$ ). Обнаружено увеличение распространенности дефицита витамина D по мере взросления детей ( $p < 0,001$ ) и, соответственно, снижение его адекватной обеспеченности ( $p < 0,001$ ) (табл. 2). Наиболее высокая распространенность низкого статуса витамина D определена у детей в возрасте 10–18 лет ( $80,0 \pm 7,3\%$ ), немного меньше – у младших школьников ( $67,6 \pm 8,0\%$ ), дефицит и недостаточность витамина D встречались у детей дошкольного и раннего возраста в  $64,9 \pm 7,9\%$  и  $46,6 \pm 6,6\%$  случаев соответственно и значительно реже у новорожденных –  $14,9 \pm 4,4\%$  ( $\chi^2 (4, N = 226) = 51,2, p < 0,001$ ). Статистически значимых различий по количеству детей с недостаточностью витамина D не обнаружено ( $p = 0,164$ ) (табл. 2).

С целью подтверждения взаимосвязи между уровнем обеспеченности витамином D и возрастной группой детей был проведен корреляционный анализ, в результате которого получена статистически значимая умеренная отрицательная связь, свидетельствующая о снижении концентрации 25(OH)D в сыворотке крови при увеличении возраста ребенка ( $r = -0,31, p < 0,001$ ).

Полученные нами данные согласуются с результатами исследования Е.И.Кондратьевой и соавт., в котором также продемонстрировано уменьшение концентрации кальцидиола в сыворотке крови детей с возрастом [24]. В исследовании, проведенном в г. Ханчжоу (Китай), с включением 1510 здоровых детей в возрасте от 24 до 72 мес., выявлена значимая отрицательная корреляция между уровнем 25(OH)D и возрастом ребенка ( $r = -0,144, p < 0,001$ ). Регрессионный анализ показал, что у детей с возрастом концентрация 25(OH)D снижалась на  $0,17$  нг/мл в месяц [25].

Необходимо отметить, что проведенное около 10 лет назад мультицентровое проспективное когортное фармако-эпидемиологическое исследование по оценке обеспеченности детского населения младшей возрастной группы (0–3 года) витамином D в Российской Федерации «Родничок» выявило у детей г. Хабаровска высокую распространенность дефицита ( $42,9 \pm 6,6\%$ ) и недостаточности витамина D

Таблица 1. Концентрации 25(OH)D в сыворотке крови обследуемых детей

Table 1. Concentration of 25(OH)D in the blood serum of the examined children

Группа детей / Group of children	Me (25%; 75%)
Новорожденные / Newborns	49,1 (39,3; 60,0)
1–3 года / years	34,5 (22,0; 53,0)
4–6 лет / years	22,0 (16,0; 40,0)
7–9 лет / years	23,3 (15,3; 31,7)
10–18 лет / years	18,2 (12,0; 28,0)
<i>p</i>	0,005

Таблица 2. Обеспеченность детей разных возрастных групп витамином D

Table 2. Provision of vitamin D in children of different age groups

Обеспеченность витамином D, абс. (%) / Provision of vitamin D, abs (%)	Возрастные группы / Age groups				$\chi^2$ (df = 4)	<i>p</i>	
	Новорожденные / Newborns	1–3 года / years	4–6 лет / years	7–9 лет / years			10–18 лет / years
Дефицит / Deficiency	4 (6,0)	14 (24,1)	17 (46,0)	14 (41,1)	17 (56,7)	36,5	<0,001
Тяжелый дефицит / Severe deficiency	3 (4,5)	2 (3,4)	2 (5,4)	6 (17,6)	7 (23,3)	15,3	0,004
Недостаточность / Insufficiency	6 (8,9)	13 (22,4)	7 (18,9)	9 (26,5)	7 (23,3)	6,5	0,164
Оптимальный уровень / Optimal level	57 (85,1)	31 (53,4)	13 (35,1)	11 (32,4)	6 (20,0)	51,2	<0,001

(30,4 ± 6,1%) [5]. Дефицит витамина D у детей раннего возраста по результатам настоящего исследования почти в 2 раза меньше по сравнению с показателями исследования «Родничок» ( $p = 0,035$ ), при этом отмечено увеличение количества детей с достаточным уровнем обеспеченности с 26,8 ± 5,9% до 53,4 ± 6,6% ( $p = 0,004$ ). Улучшение уровня обеспеченности витамином D, вероятно, связано с выполнением врачами-педиатрами рекомендаций по дотации холекальциферола, изложенных в Национальной программе ликвидации дефицита витамина D, большей осведомленности и приверженности родителей к алиментарной коррекции дефицитного состояния с использованием витаминно-минеральных комплексов, содержащих холекальциферол.

При попарном сравнении концентраций 25(OH)D в сыворотке крови, а также относительных показателей разной степени обеспеченности витамином D у детей в дошкольном, младшем школьном и подростковом возрасте статистически значимых различий выявлено не было ( $p > 0,05$ ). Однако при расчете отношения шансов установлено, что распространенность дефицита витамина D у детей школьного возраста была в 2 раза (ОШ = 1,939; 95% ДИ 1,011–3,720) выше в сравнении с детьми от 1 до 6 лет. Обнаружено, что школьники были подвержены дефициту витамина D в 3 раза (ОШ = 2,952; 95% ДИ 1,359–6,414) чаще, чем дети раннего возраста, при этом у подростков выявлена наиболее высокая частота выявления дефицитного состояния (ОШ = 4,110; 95% ДИ 1,606–10,519). У детей дошкольного возраста показатель распространенности дефицита витамина D встречался также чаще, чем у детей 1–3 лет (ОШ = 2,671; 95% ДИ 1,105–6,460).

### Заключение

В результате проведенного исследования низкий статус витамина D был выявлен у каждого второго ребенка детской популяции г. Хабаровска (47,8 ± 3,3%). Дефицит и недостаточность витамина D у детей в возрасте от 0 до 18 лет диагностированы в 29,2 ± 3,0% и 18,6 ± 2,6% случаев соответственно. Для реализации костных и внескостных эффектов витамина D необходимо поддержание концентрации 25(OH)D в сыворотке крови в диапазоне 40–70 нг/мл [26], что невозможно при имеющемся типе питания и проживании детей в относительно высоких широтах [9] и, следовательно, требует назначения с профилактической и лечебной целью холекальциферола в виде моновитамина или в составе витаминно-минеральных комплексов [27–29].

Несмотря на небольшую выборку детей в каждой возрастной группе, сравнительный анализ обеспеченности витамином D показал снижение концентрации 25(OH)D в сыворотке крови детей и, соответственно, увеличение частоты обнаружения его низкого статуса по мере взросления. Следует акцентировать внимание специалистов педиатрического профиля на обеспеченности витамином D детей старшего школьного возраста, которые являются наиболее уязвимой группой детского населения в отношении дефицита витамина D и, как следствие, подвержены повышенному риску развития инфекционных и неинфекционных заболеваний. Расстройства пищевого и социального поведения наиболее распространены в подростковом возрасте, что ставит

под угрозу их здоровье на протяжении этого периода и позднее в жизни, а также здоровье их детей.

### Информация о финансировании

Финансирование данной работы не проводилось.

### Financial support

No financial support has been provided for this work.

### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Conflict of interests

The authors declare that there is no conflict of interest.

### Информированное согласие

При проведении исследования было получено информированное согласие пациентов или их родителей либо законных представителей.

### Informed consent

In carrying out the study, written informed consent was obtained from all patients or their parents or legal representatives.

### Литература / References

- Cashman KD, Dowling KG, Škrabáková Z, Gonzalez-Gross M, Valtueña J, De Henauw S, et al. Vitamin D deficiency in Europe: pandemic? *Am J Clin Nutr*. 2016;103:1033-44. DOI: 10.3945/ajcn.115.120873
- Arshad S, Zaidi SJA. Vitamin D levels among children, adolescents, adults, and elders in Pakistani population: a cross-sectional study. *BMC Public Health*. 2022;22:2040. DOI: 10.1186/s12889-022-14526-6
- Yang C, Mao M, Ping L, Yu D. Prevalence of vitamin D deficiency and insufficiency among 460,537 children in 825 hospitals from 18 provinces in mainland China. *Medicine (Baltimore)*. 2020;99(44):e22463. DOI: 10.1097/MD.00000000000022463
- Петрушкина АА, Пигарова ЕА, Рожинская ЛЯ. Эпидемиология дефицита витамина D в Российской Федерации. Остеопороз и остеопатии. 2018; 21(3):15-20. / Petrushkina AA, Pigarova EA, Rozhinskaya LYa. The prevalence of vitamin D deficiency in Russian Federation. *Osteoporosis and Bone Diseases*. 2018;21(3):15-20. DOI: 10.14341/osteo10038 (In Russian).
- Захарова ИН, Мальцев СВ, Боровик ТЭ, Яцык ГВ, Малявская СИ, Вахлова ИВ, и др. Результаты многоцентрового исследования «РОДНИЧОК» по изучению недостаточности витамина D у детей раннего возраста в России. *Педиатрия. Журнал им. Г.Н.Сперанского*. 2015;94(1):62-67. / Zaharova IN, Maltsev SV, Borovik TE, Yatsyk GV, Malyavskaya SI, Vakhlovai IV, et al. Results of a multicenter research «RODNICHOK» for the study of vitamin D insufficiency in infants in Russia. *Pediatrics. Journal n.a. G.N.Speransky*. 2015;94(1):62-67. (In Russian).
- Борисенко ЕП, Романцова ЕБ, Бабцева АФ. Обеспеченность витамином D детского и взрослого населения Амурской области. *Бюллетень физиологии и патологии дыхания*. 2016;60:57-61. / Borisenko EP, Romantsova EB, Babceva AF. Provision of vitamin D children and adults in the Amur region. *Bulletin of physiology and pathology of breathing*. 2016;60:57-61. (In Russian).
- Чернобровкина МА, Сенькевич ОА, Ковальский ЮГ, Мельницкая ЕА. Обеспеченность витамином D и его влияние на физическое и когнитивное развитие детей. *Российский педиатрический журнал*. 2021;24(4):285. / Chernobrovkina MA, Senkevich OA, Kovalsky YuG, Melnitskaya EA. Vitamin D sufficiency and its impact on the physical and cognitive development of children. *The Russian Pediatric Journal*. 2021;24(4):285. (In Russian).
- Чернобровкина МА, Сенькевич ОА, Ковальский ЮГ. Риск формирования когнитивной недостаточности у младших школьников в результате дефицита элементов и витамина D. *Вопросы практической педиатрии*. 2022;17(2):35-40. / Chernobrovkina MA, Senkevich OA, Kovalsky YuG. Association between mineral and vitamin D deficiency and risk of cognitive disorders in primary school children. *Vopr. prakt. pediatri. (Clinical Practice in Pediatrics)*. 2022;17(2):35-40. DOI: 10.20953/1817-7646-2022-2-35-40 (In Russian).

9. Сенькевич ОА, Чернобровкина МА, Ковальский ЮГ. Обеспеченность витамином D детей в возрасте 7–8 лет, проживающих в разных географических зонах (48–52° северной широты): одномоментное исследование. Вопросы современной педиатрии. 2022;21(6):487–492. / Senkevich OA, Chernobrovkina MA, Kovalski YuG. Vitamin D Supplementation of 7–8 Years Old Children from Different Geographical Areas (48–52° North Latitude): Cross Sectional Study. Voprosy sovremennoi pediatrii (Current Pediatrics). 2022;21(6):487–492. DOI: 10.15690/vsp.v21i6.2461 (In Russian).
10. Gil Á, Plaza-Diaz J, Mesa MD. Vitamin D: Classic and Novel Actions. Ann Nutr Metab. 2018;72(2):87–95. DOI:10.1159/000486536
11. Horan MP, Williams K, Hughes D. The Role of Vitamin D in Pediatric Orthopedics. Orthop Clin North Am. 2019;50(2):181–191. DOI: 10.1016/j.ocl.2018.10.002
12. Meza-Meza MR, Ruiz-Ballesteros AI, de la Cruz-Mosso U. Functional effects of vitamin D: From nutrient to immunomodulator. Crit Rev Food Sci Nutr. 2022;62(11):3042–3062. DOI: 10.1080/10408398.2020.1862753
13. Zisi D, Challa A, Makis A. The association between vitamin D status and infectious diseases of the respiratory system in infancy and childhood. Hormones. 2019;18:353–63. DOI: 10.1007/s42000-019-00155-z
14. Luan Z, Ma Y, Xin Y, Qian J, Wang H. Possible molecular mechanisms by which vitamin D prevents inflammatory bowel disease and colitis-associated colorectal cancer. Curr Med Chem. 2017;24:911–7. DOI: 10.2174/0929867323666161202153028
15. AlJohri R, AlOkail M, Haq SH. Neuroprotective role of vitamin D in primary neuronal cortical culture. eNeurologicalSci. 2019;14:43–48. DOI: 10.1016/j.ensci.2018.12.004
16. Zhang J, Sun RR, Yan ZX, Yi WX, Yue B. Correlation of serum vitamin A, D, and E with recurrent respiratory infection in children. Eur Rev Med Pharmacol Sci. 2019;23(18):8133–8138. DOI: 10.26355/eurrev\_201909\_19033
17. Горелов АВ, Петров ВА, Усенко ДВ. Роль витамина D в профилактике острых респираторных инфекций: систематический обзор и мета-анализ. Инфекционные болезни. 2023;21(1):119–124. / Gorelov AV, Petrov VA, Usenko DV. Role of vitamin D in the prevention of acute respiratory infections: a systematic review and metaanalysis. Infekc. bolezni (Infectious Diseases). 2023;21(1):119–124. DOI: 10.20953/1729-9225-2023-1-119-124 (In Russian).
18. Громова ОА, Торшин ИЮ, Захарова ИН, Малявская СИ, Егорова ЕЮ, Лиманова ОА, и др. Недостаточность витамина D и коморбидные состояния у детей 7–16 лет: интеллектуальный анализ данных. Качественная клиническая практика. 2017;(4):58–67. / Gromova OA, Torshin IYu, Zakharova IN, Mal'yavskaya SI, Egorova EYu, Limanova OA, et al. Vitamin D deficiency and comorbid conditions in children 7–16 years of age: intelligent data analysis. Kachestvennaya klinicheskaya praktika (Good Clinical Practice). 2017;(4):58–67. DOI: 10.24411/2588-0519-2017-00031 (In Russian).
19. Шумилов АП, Сёмченкова МЮ, Михалик ДС, Авдеева ТГ, Шумилов ПВ. Роль витамина D в развитии сахарного диабета 2-го типа. Вопросы детской диетологии. 2021;19(1):44–52. / Shumilov AP, Semchenkova MYu, Mikhaliik DS, Avdeeva TG, Shumilov PV. The role of vitamin D in the development of type 2 diabetes. Vopr. det. dietol. (Pediatric Nutrition). 2021;19(1):44–52. DOI: 10.20953/1727-5784-2021-1-44-52 (In Russian).
20. Ильенкова НА, Степанова ЛВ, Лошкова ЕВ, Одинаева НД, Герасимова ТА, Сидорова СС. Обеспеченность витамином D детей с бронхиальной астмой города Красноярск в различные сезоны года. Вопросы практической педиатрии. 2022;17(3):156–163. / Ilenkova NA, Stepanova LV, Loshkova EV, Odinaeva ND, Gerasimova TA, Sidorova SS. Vitamin D provision for children with bronchial asthma of the Krasnoyarsk in different seasons. Vopr. prakt. pediatri. (Clinical Practice in Pediatrics). 2022;17(3):156–163. DOI: 10.20953/1817-7646-2022-3-156-163 (In Russian).
21. Midtbo LK, Nygaard LB, Markhus MW, Kjellevoid M, Lie O, Dahl L, et al. Vitamin D status in preschool children and its relations to vitamin D sources and body mass index-fish intervention studies-KIDS (FINS-KIDS). Nutrition. 2020;70:110595. DOI: 10.1016/j.nut.2019.110595
22. Nimitphong H, Park E, Lee MJ. Vitamin D regulation of adipogenesis and adipose tissue functions. Nutr Res Pract. 2020;14:553–67. DOI: 10.4162/nrp.2020.14.6.553
23. Союз педиатров России [и др.]. Национальная программа «Недостаточность витамина D у детей и подростков Российской Федерации: современные подходы к коррекции». М.: ПедиатрЪ, 2021. / The Union of Pediatricians of Russia [et al.]. The National Program "Vitamin D deficiency in children and adolescents of the Russian Federation: modern approaches to correction". M.: Pediatr Publ., 2021. (In Russian).
24. Кондратьева ЕИ, Лошкова ЕВ, Захарова ИН, Шубина ЮФ, Саприн ТВ, Никонова ВС, и др. Оценка обеспеченности витамином D в различные возрастные периоды. Медицинский совет. 2021;12:294–303. / Kondratyeva EI, Loshkova EV, Zakharova IN, Shubina YuF, Saprina TV, Nikonova VS, et al. Assessment of vitamin D supply at different age. Meditsinskiy sovet (Medical Council). 2021;12:294–303. DOI: 10.21518/2079-701X-2021-12-294-303. (In Russian).
25. Chen Z, Lv X, Hu W, Qian X, Wu T, Zhu Y. Vitamin D Status and Its Influence on the Health of Preschool Children in Hangzhou. Front Public Health. 2021;9:675403. DOI: 10.3389/fpubh.2021.675403
26. Weydert JA. Vitamin D in Children's Health. Children (Basel). 2014;1(2):208–26. DOI: 10.3390/children1020208
27. Коденцова ВМ, Рисник ДВ. Витамин D – алиментарный фактор профилактики заболеваний, обусловленных его дефицитом. Медицинский совет. 2022;16(6):181–191. / Kodentsova VM, Risnik DV. Vitamin D – an alimentary factor in the prevention of diseases caused by its deficiency. Meditsinskiy sovet (Medical Council). 2022;16(6):181–191. DOI: 10.21518/2079-701X-2022-16-6-181-191 (In Russian).
28. Налётов АВ, Свистунова НА, Гуз НП. Оценка обеспеченности витамином D детей, соблюдающих ограничительные диеты. Вопросы диетологии. 2020;10(3):11–14. / Nalyotov A.V., Svistunova N.A., Guz N.P. Assessment of vitamin D status in children on restrictive diets. Vopr. Dietol. (Nutrition). 2020;10(3):11–14. DOI: 10.20953/2224-5448-2020-3-11-14
29. Савватеева ОА, Горелов АВ, Печкуров ДВ, Савватеев АМ, Подымова СД, Борисова ЕВ, Полотнянко ЕЮ. Воспалительные заболевания кишечника у детей: уровень обеспеченности витамином D и особенности течения болезни при его недостаточности. Вопросы детской диетологии. 2021;19(1):16–23. / Savvateeva O.A., Gorelov A.V., Pechkurov D.V., Savvateev A.M., Podimova S.D., Borisova E.V., Polotnyanko E.Yu. Inflammatory bowel disease in children: vitamin D status and specific features of the course of disease in its insufficiency. Vopr. det. dietol. (Pediatric Nutrition). 2021;19(1):16–23. (In Russian). DOI: 10.20953/1727-5784-2021-1-16-23

#### Информация о соавторах:

Чебаргина Мария Александровна, кандидат медицинских наук, ассистент кафедры педиатрии, неонатологии и перинатологии с курсом неотложной медицины Дальневосточного государственного медицинского университета

Плотоненко Зинаида Анатольевна, кандидат медицинских наук, доцент кафедры педиатрии, неонатологии и перинатологии с курсом неотложной медицины Дальневосточного государственного медицинского университета

Ковальский Юрий Григорьевич, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой биологической химии и клинической лабораторной диагностики Дальневосточного государственного медицинского университета

Рябцева Елена Георгиевна, кандидат медицинских наук, доцент кафедры биологической химии и клинической лабораторной диагностики Дальневосточного государственного медицинского университета

#### Information about co-authors:

Maria A. Chebargina, MD, PhD, Assistant of the Department of Pediatrics, Neonatology and Perinatology with a course of Emergency Medicine of the Far Eastern State Medical University

Zinaida A. Plotonenko, MD, PhD, Associate Professor of the Department of Pediatrics, Neonatology and Perinatology with a course of Emergency Medicine of the Far Eastern State Medical University, Chief Freelance Neonatologist of the Ministry of Health of the Khabarovsk Territory

Yury G. Kovalskiy, MD, PhD, DSc, Professor, Head of the Department of Biological Chemistry and Clinical Laboratory Diagnostics of the Far Eastern State Medical University

Elena G. Ryabtseva, MD, PhD, Associate Professor, the Department of Biological Chemistry and Clinical Laboratory Diagnostics of the Far Eastern State Medical University