



Оригинальное исследование

УДК 577.161.22

<http://dx.doi.org/10.35177/1994-5191-2025-3-7>

РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ НИЗКОГО СТАТУСА ВИТАМИНА D СРЕДИ ДЕТЕЙ – ЖИТЕЛЕЙ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

Мария Александровна Чебаргина^{1✉}, Ольга Александровна Сенькевич²,
Юрий Григорьевич Ковальский³

¹⁻³ Дальневосточный государственный медицинский университет, Хабаровск, Россия

^{1✉}marie_work95@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8022-3279>

²senkevicholga@ya.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4195-2350>

³kovalyura53@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1803-9168>

Аннотация. У жителей высоких северных широт дефицит витамина D диагностируется чаще, чем в южных регионах, в связи с чем была сформулирована цель исследования – изучить распространенность низкого статуса витамина D у детей различных возрастных групп, жителей Арктической зоны Дальневосточного федерального округа. В исследование было включено 215 детей в возрасте от 0 до 18 лет, родившихся и постоянно проживающих в Чукотском автономном округе, г. Анадырь, разделенных на группы согласно основным принципам возрастной периодизации. В результате исследования низкий статус витамина D был диагностирован у 81,4 % детского населения, 69,3 % участников исследования страдали дефицитом витамина D, в 12,1 % случаев зарегистрирована недостаточная обеспеченность организма кальцидиолом и только 18,6 % участников исследования имели оптимальный уровень витамина D. В ходе исследования установлено снижение обеспеченности витамином D по мере взросления ребенка, начиная с раннего возраста – 93,3 %, 82,6 % и 86,4 %, соответственно, новорожденных, младших школьников и подростков имели низкий уровень обеспеченности витамином D, дети 4-6 лет страдали дефицитом и недостаточностью витамина D в 74,4 % случаев. У детей раннего возраста распространенность низкого статуса витамина D была более редкой (66,7 %). При проведении сравнительного анализа уровня обеспеченности витамином D по гендерному признаку были получены данные о преобладании низкого статуса витамина D у мальчиков.

Ключевые слова: дефицит витамина D, дети, 25(OH)D, Арктическая зона

Для цитирования: Чебаргина М.А. Распространенность низкого статуса витамина D среди детей – жителей арктической зоны Дальневосточного федерального округа / М.А. Чебаргина, О.А. Сенькевич, Ю.Г. Ковальский // Дальневосточный медицинский журнал. – 2025. – № 3. – С. 54-59. <http://dx.doi.org/10.35177/1994-5191-2025-3-1>.

PREVALENCE OF LOW VITAMIN D STATUS IN CHILDREN LIVING IN THE ARCTIC ZONE OF THE FAR EASTERN FEDERAL DISTRICT

Maria A. Chebargina^{1✉}, Olga A. Senkevich², Yuri G. Kovalsky³

¹⁻³The Far Eastern State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Khabarovsk, Russia

^{1✉}marie_work95@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0001-8022-3279>

²senkevicholga@ya.ru. <https://orcid.org/0000-0003-4195-2350>

³kovalyura53@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0003-1803-9168>

Abstract. The prevalence of vitamin D deficiency is more frequently observed in the population of high northern latitudes, and therefore we set the aim of the research – to study the prevalence of low vitamin D status in children of different age groups living in the Arctic zone of the Far Eastern Federal District. Using a simple random sampling method, the study included 215 children aged 0 to 18 years old, born and living in the Chukotka Autonomous Okrug, Anadyr. The children were divided into study groups according to the main principles of age division. As the result of the study, low vitamin D status was diagnosed in 81,4 % of the child population, 69,3 % of study participants suffered from vitamin D deficiency, in 12,1 % of cases there was insufficient supply of the body with calcidiol, only 18,6 % of study participants had an optimal level of vitamin D. The study revealed a decrease in vitamin D status as the child ages, starting from an early age. 93,3 %, 82,6 % and 86,4 % of newborns, primary school children and adolescents, respectively, had inadequate levels



of vitamin D, children aged 4-6 suffered from vitamin D deficiency and insufficiency in 74,4 % of cases. The lowest prevalence of diminished vitamin D status was observed in young children – 66,7 %. While conducting a comparative analysis of the distribution of vitamin D status by gender, data were obtained on the predominance of low vitamin D status in the group of boys.

Keywords: vitamin D deficiency, children, 25(OH)D, Arctic zone

For citation: Chebargina M.A. Prevalence of low vitamin D status in children living in the arctic zone of the Far Eastern federal district / M.A. Chebargina, O.A. Senkevich, Yu.G. Kovalsky // Far Eastern medical journal. – 2025. – № 3. – P. 54-59. <http://dx.doi.org/10.35177/1994-5191-2025-3-1>.

Дефицит витамина D у детей стал проблемой как в странах с высоким, так и в странах с низким уровнем дохода [1]. В глобальном систематическом обзоре и метаанализе с включением 308 статей и 7,9 миллионами участниками в возрасте 1 года и старше из 81 страны и шести регионов, Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) были представлены актуальные данные обеспеченности витамином D. Мировая распространенность низкого статуса витамина D составила 76,6 %, дефицит диагностировался у каждого второго жителя планеты (47,9 %), у 15,7 % людей наблюдался дефицит тяжелой степени. Распространенность дефицитного состояния варьировала от 18,9 % в регионе Африки до 53,0 % в Европе, 71,8 % в районе Восточного Средиземноморья и 10,0% населения Западной части Тихого океана имели сывороточную концентрацию 25(OH)D<30 нмоль/л. Установлено, что каждый пятый житель Европейского региона и Юго-Восточной Азии страдает тяжелым дефицитом витамина D (18,0 % и 22,0 % соответственно) [2].

Неадекватный уровень обеспеченности витамином D ассоциирован как с инфекционными, так и неинфекционными заболеваниями. Многочисленные исследования *in vitro*, *in vivo*, генетические и молекулярные убедительно свидетельствуют о том, что сигнализация витамина D имеет множество внескелетных эффектов [3]. К ним относятся регуляция пролиферации, дифференциации, созревания и метаболизма клеток, противовоспалительное [4], иммуномодулирующее [5] и противоаллергическое действия [6], нейропротекторные свойства [7] и, соответственно, связанные с ними психомоторное и нейропсихологическое развитие детей [8, 9], регуляция адипогенеза с предупреждением формирования ожирения и метаболических заболеваний [10]. Недостаточность витамина D, по последним данным, повышает смертность от всех причин [11].

За десятилетие излучений биодоступности D₂- и D₃-форм витамина было продемонстрировано,

что прием холекальциферола имеет преимущества, учитывая канцерогенные свойства чрезмерного УФ-излучения, неопределенную индивидуальную реакцию и недоступность для стран, расположенных в высоких широтах [12, 13]. Тем не менее, современные исследования показывают, что ограниченное воздействие солнечного света признано основной причиной неоптимального содержания витамина D в организме и увеличенное время пребывания на солнце вызывает наибольшую степень изменения концентрации 25(OH)D в сыворотке крови в сравнении с алиментарным приемом [14].

Таким образом, распространенность низкого статуса витамина D увеличивается с удалением территории от экватора и чаще регистрируется при проживании в высоких северных широтах (40-60° с. ш. – 74,6 %, 60-80° с. ш. – 83,2 %). У жителей 40-60° с. ш. дефицит витамина D диагностируется в 45,3% случаев, тогда как у населения, проживающего в районах 60-80° с. ш., распространенность дефицитного состояния наблюдается чаще и составляет 57,4 % [2].

Исследования, посвященные жителям районов, расположенных в высоких широтах Российской Федерации, и, в особенности, детскому населению, немногочисленны. В исследовании Малявской С.И. и соавторов приведены данные о низкой обеспеченности детей Архангельска, города на Северо-Западе России: адекватные уровни 25(OH)D имели только 5 % новорожденных, 43 % детей младше 3 лет, 9 % школьников и 1 % подростков. [15]. Северо-Восток России, включающий регион Арктики, остается неизученной территорией. В связи с этим нами была поставлена цель исследования – изучить распространенность низкого статуса витамина D среди детей различных возрастных групп, проживающих в Арктической зоне Дальневосточного федерального округа.

Материалы и методы

Дизайн исследования: наблюдательное, аналитическое, поперечное исследование.

В исследование были включены дети от 0 до 18 лет – жители Чукотского автономного округа (г. Анадырь, n=215). Участники исследования были отобраны методом простой случайной выборки и разделены на группы сравнения согласно принципам

возрастной периодизации: новорожденные (n=30), дети раннего возраста (1-3 лет, n=30), дошкольники (4-6 лет, n=43), дети младшего школьного возраста (7-11 лет, n=46) и подростки (12-18 лет, n=66). Также проведена оценка обеспеченности витамином D в группах, сформированных в зависимости от половой принадлежности, при этом не учитывали



возраст детей: группа мальчиков (n=113) и девочек (n=102).

Критерии включения: дети, родившиеся и постоянно проживающие в Чукотском автономном округе, г. Анадырь, условно здоровые, не принимавшие витамин D в течение, как минимум, 3 месяцев до начала исследования, родители или законные представители которых дали письменное добровольное информированное согласие на участие в исследовании.

Забор биологического материала проводился в июле и августе 2024 года в детской поликлинике ГБУЗ Чукотской окружной больницы Департамента здравоохранения Чукотского автономного округа. Материалом для проведения количественной лабораторной оценки уровня витамина D была периферическая венозная кровь, взятая утром натощак из локтевой вены, которую собирали в вакуумные пробирки, отстаивали в течение 30 минут при комнатной температуре и затем центрифугировали при 3 000 об./мин. в течение 20 минут. Далее образцы сыворотки отбирали в стерильные пластиковые пробирки, замораживали при температуре -25°C , помещали в термоконтейнер с хладоэлементами и самолетом транспортировали в Центральную научно-исследовательскую лабораторию Дальневосточного государственного медицинского университета (г. Хабаровск).

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) и фотометра Model 680 Microplate Reader (Bio-Rad, США). Статус витамина D определяли по концентрации 25(OH)D в сыворотке крови согласно рекомендациям, изложенным в Национальной программе [16]:

- диапазон 30-100 нг/мл – адекватный уровень обеспеченности витамином D;
- интервал 21-29 нг/мл – недостаточность витамина D;
- значения 20 нг/мл и менее – дефицитное состояние;
- показатели менее 10 нг/мл – тяжелый дефицит.

Исследование проведено согласно этическим принципам проведения медицинских исследований с участием людей в качестве субъектов (Хельсинки, 1964; пересмотр – Шотландия, октябрь 2000), одобрено локальным этическим комитетом при ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный медицинский университет» Минздрава России (протокол № 2 от 16.05.2024 г.).

Статистический анализ результатов исследования проводили с использованием Statistica 12.0 (StatSoft Inc., США) и IBM SPSS Statistics 20. Результаты исследования представлены в виде медианы (Me), 25-, 75-го перцентилей, относительной величины и ее ошибки. Сравнение количественных показателей в группах исследования проводили с использованием критерия Краскела – Уоллиса с последующим post hoc анализом и попарным сравнением групп с помощью критерия Данна. Статистическую значимость различий относительных показателей (долей) оценивали с использованием критерия χ^2 Пирсона или точного критерия Фишера в соответствии с ограничениями по количеству наблюдений. С целью изучения статистической взаимосвязи показателей был использован коэффициент ранговой корреляции Спирмена. При количественной оценке связи между определенным исходом и фактором риска при сравнении двух групп использовали статистический показатель отношение шансов (ОШ) с расчетом 95 % доверительных интервалов (ДИ). Различия между группами считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

В целом низкий статус витамина D был диагностирован у $81,4 \pm 2,7$ % детского населения г. Анадырь, при этом 2/3 детей страдали дефицитом витамина D ($69,3 \pm 3,2$ %). У каждого восьмого ребенка наблюдалась недостаточная обеспеченность организма кальцидиолом ($12,1 \pm 2,2$ %), только $18,6 \pm 2,7$ % участников исследования имели оптимальный уровень витамина D.

В ходе исследования было проанализировано содержание витамина D в организме детей различных возрастных групп, проживающих в условиях сурового климата Арктики, и получены статистически значимые различия. Так, наибольшая концентрация 25(OH)D в сыворотке крови наблюдалась в группе детей раннего возраста: медианное значение кальцидиола было равно 25,2 нг/мл и преобладало в 1,7 раз над показателями 25(OH)D у новорожденных (14,6 нг/мл, $p=0,000$) и подростков (15,0 нг/мл, $p=0,000$), а также в 1,5 раза в сравнении с детьми младшего школьного возраста (16,5 нг/мл, $p=0,001$) (табл. 1).

Таблица 1 – Концентрация кальцидиола в организме детей различного возраста (Me (25 %; 75 %))

Группа исследования	Новорожденные	1-3 лет	4-6 лет	7-11 лет	12-18 лет	P
25(OH)D, нг/мл	14,6 (10,7; 19,6)	25,2 (17,7; 44,0)	17,8 (14,3; 30,0)	16,5 (13,5; 19,4)	15,0 (10,4; 19,5)	0,000

Начиная с раннего возраста, выявлена тенденция к уменьшению содержания витамина D в организме детей. Так, при проведении корреляционного анализа была установлена отрицательная связь между концентрацией 25(OH)D в сыворотке крови и возрастом детей, что свидетельствует о снижении обеспеченности витамином D по мере взросления ребенка ($r=-0,337$, $p<0,001$).

Содержание витамина D в организме подростков было достоверно меньше в сравнении с детьми 4-6 лет, межквартильный размах был соответственно равен 10,4-19,5 нг/мл и 14,3-30,0 нг/мл ($p=0,025$). Интересен тот факт, что концентрация кальцидиола у детей



школьного возраста и новорожденных не имела статистически значимых различий ($p=0,272$) и соответствовала уровню дефицита, что относит их к группам риска, требующим повышенного внимания.

Необходимо отметить, что медианные значения во всех группах исследования соответствовали низкому статусу витамина D, т.е. его недостаточности или дефициту. Более высокие показатели кальцидиола в организме детей 1-3 лет, вероятно, связаны с соблюдением врачами-педиатрами рекомендаций Союза педиатров России по дотации холекальциферола. Однако дети старшего возраста, также нуждающиеся в саплементации, теряются из поля зрения детских специалистов ввиду урежения частоты профилактических осмотров в декретированные сроки и отсутствия санитарно-просветительских программ по поддержанию оптимального уровня кальцидиола у детей.

Результаты исследования Karagol C. и Duyan Samurdan A. [17] соотносятся с данными настоящей работы и демонстрируют увеличение частоты дефицита витамина D с возрастом, а также подтверж-

дают тот факт, что проживание к Северу от 40-й параллели является фактором риска недостаточной обеспеченности витамином D.

При анализе относительных показателей обеспеченности витамином D было отмечено, что во всех возрастных группах превалировал низкий статус витамина D, который статистически значимо различался в группах сравнения ($\chi^2(4, N=215)=9,6, p=0,048$) (табл. 2). Большинство (93,3±4,6 %) новорожденных имели неадекватный уровень обеспеченности витамином D, немного реже низкий статус был выявлен у детей младшего и старшего школьного возраста (82,6±5,6 % и 86,4±4,2 % соответственно), дети 4-6 лет страдали дефицитом и недостаточностью витамина D в 74,4±6,7 % случаев. Наименьшая распространенность низкого статуса витамина D была зафиксирована у детей раннего возраста, однако, несмотря на это, каждый третий ребенок (66,7±8,6 %) имел несоответствующее нормальным значениям содержание кальцидиола в организме.

Таблица 2 – Сравнительный анализ обеспеченности витамином D детей различных возрастных групп (абс., $P \pm m$)

Уровень обеспеченности	Новорожденные (n=30)	1-3 лет (n=30)	4-6 лет (n=43)	7-11 лет (n=46)	12-18 лет (n=66)	p
Дефицит	24 (80,0±7,3)	11 (36,7±8,8)	27 (62,8±7,4)	36 (78,2±6,1)	51 (77,3±5,2)	<0,001
Тяжелый дефицит	4 (13,3±6,2)	0 (0,0)	4 (9,3±4,4)	3 (6,5±3,6)	14 (21,2±5,0)	0,023
Недостаточность	4 (13,3±6,2)	9 (30,0±8,4)	5 (11,6±4,9)	2 (4,4±3,0)	6 (9,1±3,5)	0,016
Оптимальный уровень	2 (6,7±4,6)	10 (33,3±8,6)	11 (25,6±6,7)	8 (17,4±5,6)	9 (13,6±4,2)	0,048

Тяжелый дефицит витамина D наиболее часто диагностировался в группе подростков (21,2±5,0 %), что в 2 раза выше в сравнении с новорожденными и дошкольниками (13,3±6,2 %, $p=0,413$ и 9,3±4,4 %, $p=0,120$ соответственно), и в 3 раза относительно детей младшего школьного возраста (6,5±3,6 %, $p=0,036$). Дети раннего возраста не имели тяжелого дефицита кальцидиола, у них преимущественно наблюдалась недостаточность 25(OH)D в организме (30,0±8,4 %).

Важно подчеркнуть, что исследование проведено в летний период и высокая распространенность неадекватной обеспеченности витамином D детского населения г. Анадырь связана с отсутствием необходимой для эндогенного синтеза витамина D инсоляции. Территория расположена на Северо-Востоке России, где продолжительность годового солнечного сияния не превышает 1 700 часов, что абсолютно недостаточно для поддержания оптимального статуса витамина D у жителей данного региона [18].

При проведении сравнительного анализа распределения уровня обеспеченности витамином D по гендерному признаку были получены данные о преобладании низкого статуса витамина D в группе лиц мужского пола (рис. 1). Дефицит кальцидиола наблюдался у 75,2±4,1 % мальчиков, тогда как у девочек данное состояние встречалось в 2 раза реже и диагностировалось в 59,8±4,9 % случаев (ОШ=2,040, 95 % ДИ

1,140-3,653). Распространенность тяжелого дефицита и недостаточности витамина D в группах сравнения не имела статистически значимых различий ($p=0,889$ и $p=0,367$ соответственно), при этом частота встречаемости оптимального содержания кальцидиола в организме детей была в 2 раза выше в группе лиц женского пола – 25,5±4,3 % (против 14,2±3,3 % у мальчиков; ОШ = 0,482, 95 % ДИ 0,242-0,963).

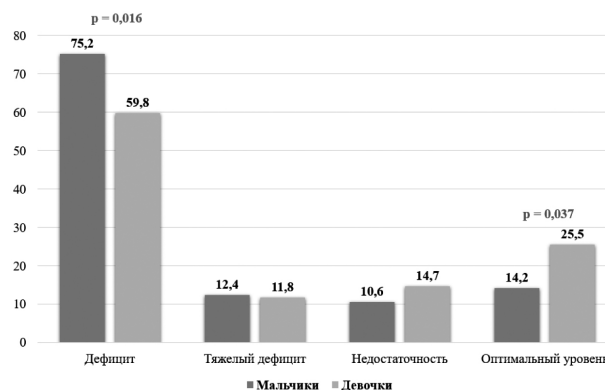


Рис. 1. Гендерные особенности обеспеченности детей витамином D

В продольном исследовании Fit Futures [19], проведенном в Норвегии (69° с. ш.), представлены данные подростковой популяции Арктики. Распространенность дефицита витамина D у детей в возрасте



16-18 лет колебалась в диапазоне от 73,7 % до 77,1 %, тяжелый дефицит диагностировался до 40,9 % случаев и дефицит витамина D чаще встречался у мальчиков 16 и 18 лет в сравнении с девочками (соответственно 82,5 % и 86,4 % против 65,7 % и 68,6 %). Полученные данные в норвежском исследовании согласуются с результатами нашего анализа и демонстрируют однонаправленный тренд высокой распространенности низкого статуса витамина D у подростков-мальчиков, проживающих в высоких широтах.

Полученные в результате исследования данные о высокой частоте неадекватной обеспеченности витамина D у детей, проживающих в условиях Арктики, еще раз подтверждают тот факт, что единственным путем решения проблемы дефицита витамина D у жителей высоких широт является его алиментарная дотация. В исследовании Rios-Leyvraz M.

и соавторов [20], проведенного под эгидой Всемирной организацией здравоохранения и Продовольственной и сельскохозяйственной организации (WHO/FAO), представлены результаты нового многоуровневого и многофакторного моделирования реакции концентрации 25(OH)D в сыворотке крови на общее потребление витамина D у детей младше 4 лет. С точки зрения безопасности прием холекальциферола в дозе 35 мкг (1400 МЕ) в день будет поддерживать концентрацию сывороточного кальцидиола почти у всех детей младшего возраста (98,6 %) на адекватном уровне [20]. Рекомендуемые ежедневные профилактические дозы для подростков могут достигать 4000 МЕ в зависимости от сезона, пигментации кожи, потребления продуктов, обогащенных витамином D, индекса массы тела и наличия сопутствующих заболеваний [21].

Выводы

1. Четверо из пяти детей арктической зоны Дальневосточного федерального округа имели низкий статус витамина D, наибольшая распространенность его дефицита диагностировалась у новорожденных и детей старшего школьного возраста.

2. Отчетливый тренд снижения обеспеченности витамином D у детей – жителей Крайнего Севера по мере взросления требует внимания врачей детских специальностей в направлении профилактики,

своевременной диагностики и коррекции низкого статуса витамина D у детей различных возрастных групп с акцентом внимания на новорожденных и подростках.

3. Алиментарный прием витамина D является ключом к поддержанию адекватного уровня 25(OH)D в организме детей, проживающих в Арктической зоне России, и, соответственно, профилактике инфекционных и неинфекционных заболеваний.

Список источников

1. Lips P., Cashman K.D., Lamberg-Allardt C., et al. Current vitamin D status in European and Middle East countries and strategies to prevent vitamin D deficiency: a position statement of the European Calcified Tissue Society // *Eur J Endocrinol.* – 2019. – Vol. 180 (4). – P. 23-54. DOI: 10.1530/EJE-18-0736.
2. Cui A., Zhang T., Xiao P., Fan Z., Wang H., Zhuang Y. Global and regional prevalence of vitamin D deficiency in population-based studies from 2000 to 2022: A pooled analysis of 7.9 million participants // *Front. Nutr.* – 2023. – Vol. 10, №1070808. DOI: 10.3389/fnut.2023.1070808.
3. Bouillon R., Marcocci C., Carmeliet G., et al. Skeletal and Extraskeletal Actions of Vitamin D: Current Evidence and Outstanding Questions // *Endocr Rev.* – 2019. – Vol. 40 (4). – P. 1109-1151. DOI: 10.1210/er.2018-00126.
4. Carboo J.A., Malan L., Lombard M., Nienaber A., Dolman-Macleod R.C. The relationship between 25-hydroxyvitamin D and markers of intestinal and systemic inflammation in undernourished and non-undernourished children, 6-59 months // *Cytokine.* – 2025. – Vol. 185, № 156807. DOI: 10.1016/j.cyto.2024.156807.
5. Meza-Meza M.R., Ruiz-Ballesteros A.I., de la Cruz-Mosso U. Functional effects of vitamin D: From nutrient to immunomodulator // *Crit Rev Food Sci Nutr.* – 2022. – Vol. 62 (11). – P. 3042-3062. DOI: 10.1080/10408398.2020.1862753.
6. Громова О.А., Торшин И.Ю., Захарова И.Н. и др. Недостаточность витамина D и коморбидные состояния у детей 7-16 лет: интеллектуальный анализ данных // *Качественная клиническая практика.* – 2017. – № 4. – С. 58-67.
Gromova O.A., Torshin I.Yu., Zakharova I.N. et al. Vitamin D deficiency and comorbid conditions in children aged 7-16: database mining // *Qualitative Clinical Practice.* - 2017. - № 4. - P. 58-67.
7. AlJohri R., AlOkail M., Haq S.H. Neuroprotective role of vitamin D in primary neuronal cortical culture // *eNeurologicalSci.* – 2019. – Vol. 14. – P. 43-48. DOI: 10.1016/j.ensci.2018.12.004.
8. Weiler H.A., Hazell T.J., Majnemer A., Vanstone C.A., Gallo S., Rodd C.J. Vitamin D supplementation and gross motor development: A 3-year follow-up of a randomized trial // *Early Hum Dev.* – 2022. – Vol. 171, № 105615. DOI: 10.1016/j.earlhumdev.2022.105615.
9. Sandboge S., Räikkönen K., Lahti-Pulkkinen M., et al. Effect of Vitamin D3 Supplementation in the First 2 Years of Life on Psychiatric Symptoms at Ages 6 to 8 Years: A Randomized Clinical Trial // *JAMA Netw Open.* 2023. – Vol. 6 (5). e2314319. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2023.14319.



10. Nimitphong H., Park E., Lee M.J. Vitamin D regulation of adipogenesis and adipose tissue functions // *Nutr Res Pract.* – 2020. – Vol. 14 (6). – P. 553-567.
11. Lindqvist P.G. The Winding Path Towards an Inverse Relationship Between Sun Exposure and All-cause Mortality // *Anticancer Res.* – 2018. – Vol. 38 (2). – P. 1173-1178. DOI: 10.21873/anticancer.12337.
12. Guzikowski J., Krzyścin J., Czerwińska A., Raszevska W. Adequate vitamin D3 skin synthesis versus erythema risk in the Northern Hemisphere midlatitudes // *J Photochem Photobiol B.* – 2018. – Vol. 179. – P. 54-65. DOI: 10.1016/j.jphotobiol.2018.01.004.
13. Reichrath J., Saternus R., Vogt T. Endocrine actions of vitamin D in skin: Relevance for photocarcinogenesis of non-melanoma skin cancer, and beyond // *Mol Cell Endocrinol.* – 2017. – Vol. 453. – P. 96-102. DOI: 10.1016/j.mce.2017.05.001.
14. Wu S.E., Chen W.L. Moderate Sun Exposure Is the Complementor in Insufficient Vitamin D Consumers // *Front Nutr.* – 2022. – Vol. 9. № 832659. DOI: 10.3389/fnut.2022.832659.
15. Malyavskaya S., Kostrova G., Kudryavtsev A.V., Lebedev A. Low vitamin D levels among children and adolescents in an Arctic population // *Scandinavian Journal of Public Health.* – 2022. – Vol. 51 (7). – P. 1003-1008. DOI: 10.1177/14034948221092287.
16. Союз педиатров России [и др.]. Национальная программа «Недостаточность витамина D у детей и подростков Российской Федерации: современные подходы к коррекции». – М.: ПедиатрЪ; 2021. – 116 с.
Union of Pediatricians of Russia, et al. National program «Vitamin D Deficiency in Children and Adolescents of the Russian Federation: Modern Approaches to Correction». – М.: PEDIATR; 2021. – 116 p.
17. Karagol C., Duyan Camurdan A. Evaluation of vitamin D levels and affecting factors of vitamin D deficiency in healthy children 0-18 years old // *Eur J Pediatr.* – 2023. – Vol. 182 (9). – P. 4123-4131. DOI: 10.1007/s00431-023-05096-9.
18. Национальный атлас России. Т. 2 — Природа. Экология. Глава: Климат. – С. 152. URL: <https://nationalatlas.ru/tom2/152.html>.
National Atlas of Russia. Vol. 2. – Nature. Ecology. – Chapter: Climate. – P. 152. URL: <https://nationalatlas.ru/tom2/152.html>.
19. Öberg J., Jorde R., Almås B., et al. Vitamin D Status During Adolescence and the Impact of Lifestyle Changes: 2 Years' Follow-up From the Fit Futures Study // *J Clin Endocrinol Metab.* – 2024. – Vol. 109 (3). – P. 1029-1039. DOI: 10.1210/clinem/dgad655.
20. Rios-Leyvraz M., Martino L., Cashman K.D. The Relationship Between Vitamin D Intake and Serum 25-hydroxyvitamin D in Young Children: A Meta-Regression to Inform WHO/FAO Vitamin D Intake Recommendations // *J Nutr.* – 2024. – Vol. 154 (6). – P. 1827-1841. DOI: 10.1016/j.tjnut.2024.04.031.
21. Patseadou M., Haller D.M. Vitamin D in Adolescents: A Systematic Review and Narrative Synthesis of Available Recommendations // *J Adolesc Health.* – 2020. – Vol. 66 (4). – P. 388-407. DOI: 10.1016/j.jadohealth.2019.08.025.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья принята к публикации 12.07.2025.

The article was accepted for publication 12.07.2025.

