

УДК 616.71-053.2:577.161.21

DOI: <https://doi.org/10.17816/RFD531471>

Содержание витамина D и показатели метаболизма костной ткани у детей-казахов грудного возраста

А.К. Жумалина¹, И.С. Ким¹, В.М. Делягин²¹ Западно-Казахстанский медицинский университет им. Марата Оспанова, Актобе, Казахстан;² Национальный медицинский исследовательский центр детской гематологии, онкологии и иммунологии им. Дмитрия Рогачева, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Недостаточность и дефицит витамина D регистрируют у значительной части населения. Витамин D наряду с формированием костной ткани включен во все виды обмена и определяет рост организма, развитие иммунитета и нервной системы. Последствия его дефицита могут быть отдаленными и в ряде случаев необратимыми. Проблема дефицита витамина D у детей грудного возраста изучена недостаточно.

Цель исследования — определить содержание витамина D и показатели костного метаболизма у детей-казахов в первый год жизни.

Материалы и методы. Обследованы 250 казахских детей грудного возраста. Определяли содержание витамина D в крови. Состояние костного метаболизма оценивали по концентрациям кальция, фосфора, паратгормона, остеокальцина и кальцитонина в сыворотке крови и дезоксипиридинолина — в моче.

Результаты. Недостаточность/дефицит витамина D отмечены у 77,8 % обследованных детей. Показатели костного метаболизма (концентрации общего кальция, фосфора, паратгормона, остеокальцина) зависели от степени снижения уровня витамина D. Наиболее чувствительным индикатором, реагирующим на изменение уровня витамина D, является остеокальцин. Уровень сывороточного витамина D можно использовать в качестве маркера в доклинической диагностике метаболических нарушений костного гомеостаза у детей.

Заключение. Подтверждено влияние витамина D на метаболические процессы в костной системе. Наиболее чувствительным индикатором, реагирующим на изменение уровня витамина D, является остеокальцин. Исследования в данном направлении могут быть основанием для обсуждения целесообразности субституции витамином D и уточнения схем дородового наблюдения.

Ключевые слова: дети грудного возраста; витамин D; костная ткань; метаболизм.

Как цитировать

Жумалина А.К., Ким И.С., Делягин В.М. Содержание витамина D и показатели метаболизма костной ткани у детей-казахов грудного возраста // Российский семейный врач. 2023. Т. 27. № 3. С. 23–29. DOI: <https://doi.org/10.17816/RFD531471>

DOI: <https://doi.org/10.17816/RFD531471>

Vitamin D level and indicators of bone tissue metabolism in kazakh infants

Akmaral K. Zhumalina¹, Irina S. Kim¹, Wassili M. Delyagin²

¹ West Kazakhstan Medical University named after Marat Ospanov, Aktobe, Kazakhstan;

² Dmitry Rogachev National Medical Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology, Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Insufficiency and deficiency of vitamin D are recorded in a significant part of the population. Vitamin D, along with the formation of bone tissue, is included in all types of metabolism, determining the growth and development of the body, immunity, and the normal development of the nervous system. The consequences of deficiency can be long-term and in some cases irreversible. The problem of deficiency in infants is not well understood.

AIM: To determine the content of vitamin D and indicators of bone metabolism in children of the first year of life of the Kazakh population.

MATERIALS AND METHODS: 250 infants of the Kazakh population were examined. The content of vitamin D in the blood was determined. The state of bone metabolism was assessed by the results of a blood test to determine the serum concentration of calcium, phosphorus, parathyroid hormone, osteocalcin, calcitonin, and in the urine — deoxypyridinoline.

RESULTS: There is a wide prevalence (77.8%) of vitamin D insufficiency/deficiency in children under one year old in the Kazakh population. The greatest decrease in vitamin D was found in newborns. Statistically significant differences were found in the levels of bone metabolism indicators, such as total calcium, phosphorus, calcitonin and osteocalcin in different age groups. Indicators of bone metabolism, such as total calcium, phosphorus, parathyroid hormone, osteocalcin, depend on the degree of decrease in vitamin D levels. The most sensitive indicator that responds to changes in vitamin D levels is osteocalcin. The level of serum vitamin D can be used as a marker for the preclinical diagnosis of metabolic disorders of bone homeostasis in children.

CONCLUSIONS: The study confirms the effect of vitamin D on metabolic processes in the skeletal system. The most sensitive indicator that responds to changes in vitamin D levels is osteocalcin. Research in this direction may be the basis for discussing the feasibility of vitamin D substitution and clarifying prenatal care schemes.

Keywords: infants; vitamin D; bone tissue; metabolism.

To cite this article

Zhumalina AK, Kim IS, Delyagin WM. Vitamin D level and indicators of bone tissue metabolism in kazakh infants. *Russian Family Doctor*. 2023;27(3):23–29.

DOI: <https://doi.org/10.17816/RFD531471>

Received: 07.07.2023

Accepted: 18.09.2023

Published: 29.09.2023

ОБОСНОВАНИЕ

Недостаточность и дефицит витамина D регистрируют у значительной части населения всего мира. Высокие показатели распространенности дефицита витамина D увеличивают и глобальное бремя болезней [1]. Витамин D наряду с формированием костной ткани включен во все виды обмена [2] и определяет рост организма, развитие иммунитета и нервной системы [3, 4]. Последствия дефицита витамина D могут быть отдаленными и в ряде случаев необратимыми [5, 6]. Проблема такого дефицита у детей грудного возраста усугубляется тем, что нервная система человека развивается в первый год жизни. Определению концентрации витамина D у новорожденных и их матерей посвящено немного работ [7]. По результатам аналогичных исследований, выполненных в разных регионах, выявлено снижение содержания витамина D у беременных и их потомков [8]. В Республике Казахстан такие исследования в доступной литературе не найдены, в России они крайне немногочисленны [9]. Отсутствие широких исследований затрудняет разработку организационных и лечебно-профилактических мероприятий.

Цель исследования — определить содержание витамина D и показатели костного метаболизма у детей-казахов в первый год жизни.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В описательное одномоментное поперечное исследование включены 250 детей в возрасте до 1 года, рожденные в г. Актобе. Расчет объема выборки сделан в программе Epi Info.

Принадлежность к казахской национальности устанавливали путем анкетирования и сверки данных свидетельств о рождении. В основу работы положен анализ результатов, полученных при комплексном клинико-лабораторном обследовании 250 детей: 94 (37,6 %) мальчиков и 156 (62,4 %) девочек. Родители или законные представители пациентов, включенных в исследование, подписывали информированное согласие с разрешением на обработку персональных данных в научных целях. Набор детей осуществляли методом случайной выборки. Работа выполнена на клинических базах Западно-Казахстанского медицинского университета.

Критерии включения: практически здоровые казахские дети, возраст от 0 до 12 мес., отсутствие органической патологии и генетических синдромов, удовлетворительное состояние на момент исследования, возможность взятия крови для обследования, наличие подписанного родителями или законными представителями информированного согласия на участие в исследовании.

Критерии исключения: недоношенные дети, возраст старше 1 года, наследственные заболевания опорно-двигательного аппарата, тяжелые хронические соматические

заболевания, инвалидность по причине других заболеваний, факт приема витамина D в лечебной дозе, отказ родителей или законных представителей от участия в исследовании.

Для достижения поставленной цели определяли содержание витамина D в крови. Состояние костного метаболизма оценивали по концентрациям кальция, фосфора, паратгормона (ПТГ), остеокальцина и кальцитонина в сыворотке крови и дезоксипиридинолина — в моче.

Сывороточное содержание кальцифедиола [25(OH)D] определяли иммунохемилюминесцентным методом на анализаторе Iflash 2022 г. (Китай). Обеспеченность витамином D оценивали в соответствии с критериями, установленными в национальной программе «Недостаточность витамина D у детей и подростков Российской Федерации: современные подходы к коррекции» 2018 г.: дефицит определяли при концентрации 25(OH)D менее 21 нг/мл, недостаточность — при 21–30 нг/мл, адекватная концентрация составляла более 30–75 нг/мл.

Сывороточную концентрацию кальция определяли колориметрическим фотометрическим методом на биохимическом автоматическом анализаторе BA 400 (Испания). Концентрацию общего кальция у детей до 15 лет считали нормальной в пределах 2,2–2,7 ммоль/л. Сывороточную концентрацию фосфора оценивали колориметрическим методом с использованием молибдата аммония на аппарате BA 400 (Испания). Референсные значения уровня фосфора у детей до 12 лет в норме — 1,45–2,16 ммоль/л. Содержание остеокальцина определяли иммунохроматографическим методом на анализаторе Siemens Immulite 2000 Xpi (США). Референсные значения остеокальцина — 2,8–41 нг/мл. Сывороточное содержание кальцитонина оценивали иммунохроматографическим методом на анализаторе Immulite 2000 Xpi (США). Его нормальное содержание составляет менее 50 нг/л. Концентрацию ПТГ и дезоксипиридинолина определяли на этом же анализаторе. Референсные значения составили 15–65 пг/мл и 13,7–41,0 нмоль/мкмоль креатинина соответственно.

Статистический анализ результатов исследования выполнен с помощью программного пакета Statistica 10. Использованы методы описательной статистики. Для сравнительного анализа непараметрических данных

Таблица 1. Шкала Чеддока [10]

Table 1. Chaddock scale [10]

Абсолютное значение коэффициента корреляции	Теснота (сила) корреляционной связи
Менее 0,3	Слабая
От 0,3 до 0,5	Умеренная
От 0,5 до 0,7	Заметная
От 0,7 до 0,9	Высокая
Более 0,9	Весьма высокая

применяли *U*-критерий Манна – Уитни. Анализ зависимостей осуществляли с помощью ранговой корреляции Спирмена.

Критерии корреляции оценивали по шкале Чеддока (табл. 1).

РЕЗУЛЬТАТЫ

После клинического обследования у всех детей был определен уровень 25(OH)D. В зависимости от содержания витамина D в сыворотке крови дети распределены на три группы (табл. 2).

Анализ табл. 2 показал у 77,8 % детей снижение показателей витамина D в сыворотке крови. При этом в 23,8 % случаев выявлена недостаточность, а более чем у половины (54 %) детей — дефицит витамина D.

Показатели минерального обмена и его регуляции в зависимости от содержания витамина D представлены в табл. 3.

Изучение маркеров минерального обмена в зависимости от уровня витамина D в сыворотке крови (табл. 3) показало, что концентрации кальция, фосфора, ПТГ и кальцитонина во всех группах были в пределах нормы.

Таблица 2. Распределение детей по группам в зависимости от концентрации витамина D в сыворотке крови

Table 2. Distribution of children into groups depending on the concentration of vitamin D in blood serum

Группа	Концентрация витамина D	Количество детей, n (%)
1	30–75 нг/мл (норма)	55 (22,2)
2	21–30 нг/мл (недостаточность)	59 (23,8)
3	Менее 21 нг/мл (дефицит)	134 (54)

Таблица 3. Показатели минерального обмена и его регуляции в зависимости от содержания витамина D

Table 3. Indicators of mineral metabolism and its regulation depending on vitamin D content

Группа	Кальций общий, ммоль/л				Фосфор, ммоль/л				Кальцитонин, пг/мл				Паратгормон, пг/мл			
	М	Me	Q ₁	Q ₃	М	Me	Q ₁	Q ₃	М	Me	Q ₁	Q ₃	М	Me	Q ₁	Q ₃
1	2,46	2,52	2,29	2,64	2,09	2,11	1,87	2,23	3,99	3,18	2,0	4,79	20,56	10,8	4,5	25,2
2	2,5	2,5	2,39	2,6	1,82	1,95	1,52	2,09	6,18	4,64	2,15	8,37	19,66	15,2	6,12	28,4
3	2,36	2,41	2,24	2,52	1,87	1,9	1,54	2,2	5,62	4,55	2,0	6,92	28,39	20,5	8,87	39,3

Примечание. М — среднее арифметическое; Me — медиана; Q₁ — верхний квартиль; Q₃ — нижний квартиль.

Таблица 4. Усредненные показатели костного ремоделирования в зависимости от содержания витамина D

Table 4. Average rates of bone remodeling depending on vitamin D content

Группа	Дезоксиридинолин, нмоль/ммоль креатинина				Остеокальцин, нг/мл			
	М	Me	Q ₁	Q ₃	М	Me	Q ₁	Q ₃
1	26,05	24,0	18,0	34,5	7,6	3,9	2,0	10,3
2	30,32	32,0	22,0	40,0	5,49	2,97	2,0	6,67
3	25,17	20,0	14,0	33,2	3,97	2,0	2,0	3,02

Примечание. М — среднее арифметическое; Me — медиана; Q₁ — верхний квартиль; Q₃ — нижний квартиль.

Это означает, что содержание ПТГ и кальцитонина сбалансировано. Следовательно, в организме на должном уровне поддерживаются кальций-фосфорный метаболизм и целостность костной ткани.

Поскольку образование и резорбция костной ткани — независимые процессы, в норме тесно сопряженные, и их взаимосвязь поддерживает биохимическую устойчивость скелета, определены показатели ремоделирования костной ткани (табл. 4).

Все показатели распределились в референсных значениях. В то же время средние показатели остеокальцина, как маркера образования костной ткани, при нормальном содержании витамина D составили 7,6 нг/мл, при его недостаточности — 5,49 нг/мл, при его дефиците — 3,97 нг/мл. В результате обследования установлено, что в группе 3 у детей с наименьшим содержанием витамина D в сыворотке крови концентрация остеокальцина показывает тенденцию к снижению, что, возможно, связано с низкой скоростью обмена в костной ткани и зависимостью остеокальцина от уровня витамина D в крови.

Для установления взаимосвязей показателей костного метаболизма с уровнем витамина D использован коэффициент ранговой корреляции. Отмеченные корреляции значимы на уровне $p < 0,05$. Данные коэффициенты составили:

- 0,22 для уровня кальция общего (норма 2,25–2,75 ммоль/л);
- –0,175 для кальцитонина (норма 0,0–9,5 пг/мл);
- 0,261 для остеокальцина (норма 2,8–41 нг/мл);
- –0,185 для ПТГ (норма 15,0–65,0 пг/мл);
- 0,088 для фосфора (норма 1,45–2,16 ммоль/л);
- 0,107 для дезоксиридинолина (норма 13,7–41,0 нмоль/ммоль креатинина).

Таблица 5. Сравнение показателей костного метаболизма в зависимости от уровня витамина D в 1 и 2 группах**Table 5.** Comparison of bone metabolism parameters depending on the level of vitamin D in groups 1 and 2

Показатель костного метаболизма	Сумма рангов в группе 1	Сумма рангов в группе 2	U-критерий Манна – Уитни	Z-критерий Фишера	Уровень <i>p</i>
Кальций общий (норма 2,25–2,75 ммоль/л)	3256,5	3413,5	1583,5	0,369	0,711
Кальцитонин (норма 0,0–9,5 пг/мл)	2760,5	3909,5	1220,5	–2,401	0,018
Остеокальцин (норма 2,8–41 нг/мл)	3834,5	11390,5	1799,5	2,541	0,011
Паратгормон интактный (норма 15,0–65,0 пг/мл)	3023,5	3646,5	1483,5	–0,929	0,352
Фосфор (норма 1,45–2,16 ммоль/л)	3742,0	2928,0	1098,0	3,087	0,002
Дезоксипиридинолин (норма 13,7–41,0 нмоль/мкмоль креатинина)	1227,5	2012,5	632,5	–1,45	0,147

Таблица 6. Сравнение показателей костного метаболизма в зависимости от уровня витамина D в группах 1 и 3**Table 6.** Comparison of bone metabolism parameters depending on the level of vitamin D in groups 1 and 3

Показатель костного метаболизма	Сумма рангов в группе 1	Сумма рангов в группе 3	U-критерий Манна – Уитни	Z-критерий Фишера	Уровень <i>p</i>
Кальций общий (норма 2,25–2,75 ммоль/л)	6243,0	11902,0	2722,0	2,87	0,003
Кальцитонин (норма 0,0–9,5 пг/мл)	4496,0	13649,0	2956,0	–2,19	0,027
Остеокальцин (норма 2,8–41 нг/мл)	6701,0	11444,0	2264,0	4,21	0,00002
Паратгормон интактный (норма 15,0–65,0 пг/мл)	4364,0	13781,0	2824,0	–2,58	0,009
Фосфор (норма 1,45–2,16 ммоль/л)	6205,0	11940,0	2760,0	2,76	0,005
Дезоксипиридинолин (норма 13,7–41,0 нмоль/мкмоль креатинина)	1947,5	3617,5	1061,5	0,99	0,32

Таблица 7. Сравнение показателей костного метаболизма в зависимости от уровня витамина D в группах 2 и 3**Table 7.** Comparison of bone metabolism parameters depending on the level of vitamin D in groups 2 and 3

Показатель костного метаболизма	Сумма рангов в группе 2	Сумма рангов в группе 3	U-критерий Манна – Уитни	Z-критерий Фишера	Уровень <i>p</i>
Кальций общий (норма 2,25–2,75 ммоль/л)	6984,0	12126,0	2946,0	3,033	0,002
Кальцитонин (норма 0,0–9,5 пг/мл)	6166,5	12943,5	3763,5	0,786	0,431
Остеокальцин (норма 2,8–41 нг/мл)	6918,0	12192,0	3012,0	2,852	0,004
Паратгормон интактный (норма 15,0–65,0 пг/мл)	5189,0	13921,0	3359,0	–1,898	0,057
Фосфор (норма 1,45–2,16 ммоль/л)	5682,0	13428,0	3852,0	–0,542	0,587
Дезоксипиридинолин (норма 13,7–41,0 нмоль/мкмоль креатинина)	3122,0	3781,0	1225,0	2,273	0,022

В соответствии с обнаруженными слабо выраженными положительными или отрицательными корреляционными связями между рутинными показателями костного метаболизма и уровнем витамина D выдвинута нулевая гипотеза, предполагающая возможность влияния уровня витамина D на показатели костного метаболизма. Сравнительная оценка показателей костного метаболизма в зависимости от уровня витамина D по группам представлена в табл. 5–7. Отмеченные критерии значимы при уровне $p < 0,017$.

Анализ результатов, представленных в табл. 5, показал статистически значимые различия между группами детей с нормальным содержанием и недостаточностью витамина D по показателям остеокальцина ($p \leq 0,01$) и фосфора ($p \leq 0,01$).

Выявлены достоверные статистические различия между группами детей с нормальным содержанием витамина D (группой 1) и его дефицитом (группой 3) по показателям общего остеокальцина ($p \leq 0,01$), фосфора ($p \leq 0,01$), кальция ($p \leq 0,01$) и ПТГ ($p \leq 0,01$). Констатируется тенденция к снижению содержания кальцитонина и дезоксипиридинолина.

Как видно из табл. 7, выявлены достоверные статистические различия между группой обследованных с недостаточностью витамина D и группой с дефицитом данного витамина по показателям остеокальцина ($p \leq 0,01$) и общего кальция ($p \leq 0,01$). Можно сделать заключение, что наиболее чувствительным индикатором изменения уровня витамина D является концентрация остеокальцина.

ОБСУЖДЕНИЕ

Витамин D (жирорастворимый витамин и прогормон) играет важную роль в метаболизме костей посредством регуляции кальциево-фосфатного гомеостаза и во многих внекостных процессах. Дефицит витамина D — глобальная проблема общественного здравоохранения [1]. По данным исследования, недостаток витамина D присутствует у 77,8 % детей грудного возраста, достигая в 54 % случаев степени выраженного дефицита, несмотря на то что население Республики Казахстан проживает в зоне высокой инсоляции. У новорожденных такой дефицит возникает даже в странах с более высокой инсоляцией и определен дефицитом этого витамина у их матерей [11]. Недостаток витамина D у беременных приводит к снижению костной плотности и уменьшению размеров тела у их потомков [12].

Оценка костного метаболизма невозможна без изучения баланса различных неорганических веществ. Основные незаменимые неорганические вещества, входящие в состав костной ткани, — кальций и фосфор. Они играют важную роль в работе органов и систем человека, поэтому поддержание оптимального уровня данных веществ в сыворотке крови является важным компенсаторным механизмом. Главные регуляторы обмена кальция и фосфора — кальцитонин, ПТГ и витамин D.

Результаты обследования выявили слабые положительные связи между концентрациями витамина D и кальция, а также между уровнями остеокальцина и витамина D. Слабые отрицательные связи обнаружены между уровнями ПТГ и витамина D, а также между сывороточными концентрациями кальцитонина и витамина D.

В соответствии с обнаруженными связями между рутинными показателями костного метаболизма и уровнем витамина D выдвинута нулевая гипотеза, предполагающая возможность влияния уровня витамина D на показатели костного метаболизма. Продемонстрированы достоверные статистические различия между группами детей с нормальным содержанием витамина D и его недостаточностью по уровням остеокальцина ($p \leq 0,01$) и фосфора ($p \leq 0,01$).

При сравнении показателей костного метаболизма в зависимости от уровня витамина D в группах с его нормальным содержанием и дефицитом выявлены достоверные статистические различия по концентрациям остеокальцина ($p \leq 0,01$), фосфора ($p \leq 0,01$), кальция ($p \leq 0,01$) и ПТГ ($p \leq 0,01$). Констатирован факт достоверного снижения кальцитонина, а также дезоксиридинолина. Выявлены также достоверные статистические различия между группой детей с недостаточностью витамина D и группой детей с его дефицитом по показателям остеокальцина ($p \leq 0,01$) и общего кальция ($p \leq 0,01$).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование подтверждает влияние витамина D на метаболические процессы в костной системе. Наиболее чувствительным индикатором, реагирующим на изменение уровня витамина D, является остеокальцин. Исследования в данном направлении могут быть основанием для обсуждения целесообразности субституции витамином D и уточнения схем дородового наблюдения.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. Исследование профинансировано Западно-Казахстанским медицинским университетом им. Марата Оспанова.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства, согласно международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Вклад авторов распределен следующим образом: *А.К. Жумалина* — концепция и дизайн исследования; *И.С. Ким* — сбор материала, статистическая обработка данных, написание текста статьи, обработка литературы; *В.М. Делягин* — обработка материала, анализ литературы, редактирование статьи.

Этическое утверждение. В работе соблюдены принципы Хельсинкской декларации 1964 г., обновленной в октябре 2013 г. на 64-ой генеральной ассамблее Всемирной медицинской ассоциации в Форталезе (Бразилия). Исследование одобрено локальным этическим комитетом Западно-Казахстанского медицинского университета им. Марата Оспанова 04.12.2020 г. (протокол № 10, зарегистрированный на ClinicalTrials.gov под идентификационным номером NCT05375331).

ADDITIONAL INFORMATION

Funding. The study funded by West Kazakhstan Medical University named after Marat Ospanov.

Conflict of interest. The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Author contributions. All authors confirm the compliance of their authorship, according to the international ICMJE criteria (all authors made a significant contribution to the preparation of the article, read and approved the final version before publication).

The contribution of the authors is distributed as follows: *A.K. Zhumalina* — concept and design of the study; *I.S. Kim* — collection of material, statistical data processing, writing the text of the article, processing of literature; *W.M. Delyagin* — material processing, literature analysis, article editing.

Ethics approval. The work follows the principles of the 1964 Declaration of Helsinki, updated in October 2013 at the 64th General Assembly of the World Medical Association in Fortaleza (Brazil). The study was approved by the local ethics committee of the West Kazakhstan Medical University named after Marat Ospanov 12.04.2020 (protocol No. 10, registered on ClinicalTrials.gov under identification number NCT05375331).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Cui A., Zhang T., Xiao P. et al. 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. P. 1070808. DOI: 10.3389/fnut.2023.1070808
2. Vitamin D. Vol. 1: Biochemistry, Physiology and Diagnostics. Vol. 2: Health, Disease and Therapeutics. Ed. by M. Hewison, R. Bouillon, E. Giovannucci, D. Goltzman. 4th ed. Elsevier, 2017.
3. Eyles D., Smith S., Kinobe R. et al. Distribution of the vitamin D receptor and 1 α -hydroxylase in human brain // *J. Chem. Neuroanat.* 2005. Vol. 29, No. 1. P. 21–30. DOI: 10.1016/j.jchemneu.2004.08.006
4. Eyles D., Feron F., Cui X. et al. Developmental vitamin D deficiency causes abnormal brain development // *Psychoneuroendocrinology.* 2009. Vol. 34, No. Suppl 1. P. S247–S257. DOI: 10.1016/j.psyneuen.2009.04.015
5. Glabska D., Kolota A., Lachowicz K. et al. The influence of vitamin D intake and status on mental health in children: a systematic review // *Nutrients.* 2021. Vol. 13, No. 3. P. 952. DOI: 10.3390/nu13030952
6. Khoshbakht Y., Bidaki R., Salehi-Abargouei A. Vitamin D status and attention deficit hyperactivity disorder: a systematic review and

- meta-analysis of observational studies // *Adv. Nutr.* 2018. Vol. 9, No. 1. P. 9–20. DOI: 10.1093/advances/nmx002
7. Shresthal D., Budhathoki S., Pokhrel S. et al. Prevalence of vitamin D deficiency in pregnant women and their babies in Bhaktapur, Nepal // *BMC Nutr.* 2019. Vol. 5. P. 31. DOI: 10.1186/s40795-019-0294-7
8. Kanike N., Kanekanti N., Camacho J. Vitamin D deficiency in pregnant women and newborn [Электронный ресурс] // *Vitamin D.* Ed. by Ö. Özdemir. IntechOpen; 2021. P. 282–335. Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.98454>
9. Нароган М.В., Рюмина И.И., Крохина К.Н. и др. Витамин D у новорожденных и недоношенных детей // *Неонатология. Новости, мнения, обучение.* 2018. Т. 6, № 3(21). С. 134–138.
10. Basha M., Majid H., Razali N. et al. Longitudinal vitamin D deficiency among Malaysian pregnant women and its correlation with neonatal serum 25-hydroxyvitamin D levels // *Front. Public Health.* 2021. Vol. 9. P. 654292. DOI: 10.3389/fpubh.2021.654292
11. Boghosian N., Koo W., Liu A. et al. Longitudinal measures of maternal vitamin D and neonatal body composition // *Eur. J. Clin. Nutr.* 2019. Vol. 73. P. 424–431. DOI: 10.1038/s41430-018-0212-0

REFERENCES

1. Cui A, Zhang T, Xiao P, et al. 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;10:1070808. DOI: 10.3389/fnut.2023.1070808
2. Vitamin D. Vol. 1: Biochemistry, Physiology and Diagnostics. Vol. 2: Health, Disease and Therapeutics. Hewison M, Bouillon R, Giovannucci E, Goltzman D. (Eds.). 4th ed. Elsevier; 2017.
3. Eyles D, Smith S, Kinobe R, et al. Distribution of the vitamin D receptor and 1 α -hydroxylase in human brain. *J Chem Neuroanat.* 2005;29(1):21–30. DOI: 10.1016/j.jchemneu.2004.08.006
4. Eyles D, Feron F, Cui X, et al. Developmental vitamin D deficiency causes abnormal brain development. *Psychoneuroendocrinology.* 2009;34 (suppl 1):S247–S257. DOI: 10.1016/j.psyneuen.2009.04.015
5. Glabska D, Kolota A, Lachowicz K, et al. The influence of vitamin D intake and status on mental health in children: a systematic review. *Nutrients.* 2021;13(3):952. DOI: 10.3390/nu13030952
6. Khoshbakht Y, Bidaki R, Salehi-Abargouei A. Vitamin D status and attention deficit hyperactivity disorder: a systematic review and

- meta-analysis of observational studies. *Adv Nutr.* 2018;9(1):9–20. DOI: 10.1093/advances/nmx002
7. Shresthal D, Budhathoki S, Pokhrel S, et al. Prevalence of vitamin D deficiency in pregnant women and their babies in Bhaktapur, Nepal. *BMC Nutr.* 2019;5:31. DOI: 10.1186/s40795-019-0294-7
8. Kanike N, Kanekanti N, Camacho J. Vitamin D deficiency in pregnant women and newborn [Internet]. In: *Vitamin D.* Ed. by Ö. Özdemir. IntechOpen; 2021. P. 282–335. Available from: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.98454>
9. Narogan MV, Ryumina II, Krokhhina KN, et al. Vitamin D in newborns and premature babies. *Neonatology: news, opinions, training.* 2018;6(3(21)):134–138. (In Russ.)
10. Basha M, Majid H, Razali N, et al. Longitudinal vitamin D deficiency among Malaysian pregnant women and its correlation with neonatal serum 25-hydroxyvitamin D levels. *Front Public Health.* 2021;9:654292. DOI: 10.3389/fpubh.2021.654292
11. Boghosian N, Koo W, Liu A, et al. Longitudinal measures of maternal vitamin D and neonatal body composition. *Eur J Clin Nutr.* 2019;73:424–431. DOI: 10.1038/s41430-018-0212-0

ОБ АВТОРАХ

Акмарал Канашевна Жумалина, д-р мед. наук, профессор;
ORCID: 0000-0002-4583-5779; e-mail: zumalina@mail.ru

Ирина Сергеевна Ким, ассистент;
ORCID: 0000-0003-0304-3156; e-mail: irina.kim.90@mail.ru

* **Василий Михайлович Делягин**, д-р мед. наук, профессор;
адрес: Россия, 117997, Москва, ул. Саморы Машела, д. 1;
ORCID: 0000-0001-8149-7669;
e-mail: delyagin-doktor@yandex.ru

AUTHORS INFO

Akmaral K. Zhumalina, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor;
ORCID: 0000-0002-4583-5779; e-mail: zumalina@mail.ru

Irina S. Kim, Assistant;
ORCID: 0000-0003-0304-3156; e-mail: irina.kim.90@mail.ru

* **Wassili M. Delyagin**, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor;
address: 1 Samory Machel St., Moscow, 117997, Russia;
ORCID: 0000-0001-8149-7669;
e-mail: delyagin-doktor@yandex.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author