

ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ ВИТАМИНОМ D ДЕТЕЙ С БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМОЙ: КЛИНИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ**Р. Н. Хоха¹, Н. С. Парамонова¹, О. В. Вежель², Ю. А. Троян²**¹Гродненский государственный медицинский университет, Гродно, Беларусь²Гродненская детская областная клиническая больница, Гродно, Беларусь

Введение. В последние годы внимание исследователей привлекает роль витамина D в патогенезе астмы и его потенциальная терапевтическая ценность. Связь между уровнями витамина D и бронхиальной астмой у детей, клиническими ее проявлениями до конца не изучена, и некоторые исследования не выявили четкой связи.

Цель исследования. Установить обеспеченность витамином D детей с бронхиальной астмой.

Материал и методы. В одномоментное поперечное исследование включено 80 детей в возрасте 6–18 лет: 70 с бронхиальной астмой, 10 условно здоровых (группа сравнения). Всем пациентам проведено общеклиническое обследование, исследование функции внешнего дыхания с помощью спирометрии. Сывороточную концентрацию 25(ОН)D определяли методом ИФА с использованием наборов 25OH Vitamin D Total ELISA Kit. Период исследования май 2024 – февраль 2025 г.

Результаты. Недостаток/дефицит 25 (ОН) D установлен у 71,4% (ДИ: 59,2–81,28) детей с бронхиальной астмой, в группе сравнения – в 30% (ДИ: 8,09–64,63) случаев ($p=0,03$, $\chi^2=4,99$), при этом дефицит витамина D наблюдался только у детей с бронхиальной астмой. Средний уровень 25(ОН)D в сыворотке крови у пациентов с бронхиальной астмой был статистически значимо ниже, чем у детей группы сравнения: 21,7 (15,13; 31,43) нг/мл против 31,95 (26,63; 38,74) нг/мл, $p<0,01$. В анализируемой когорте уровень 25(ОН)D не зависел от пола, длительности заболевания, возраста манифестации и установления диагноза астмы, индекса массы тела, семейной истории по аллергии и бронхиальной астме ($p>0,05$). Также уровень 25(ОН)D не зависел от степени тяжести бронхиальной астмы ($p>0,05$), однако при тяжелом течении астмы был статистически значимо ниже, чем при легком течении ($p=0,04$). При легкой бронхиальной астме уровень 25(ОН)D не отличался от группы сравнения ($p>0,05$), при среднетяжелой и тяжелой был статистически значимо ниже, чем в группе сравнения ($p<0,01$). У пациентов с контролируемой бронхиальной астмой уровень 25(ОН)D в сыворотке крови был выше, чем у детей с неконтролируемой астмой ($p<0,0001$). У детей с бронхиальной астмой и недостатком/дефицитом 25(ОН)D (<30 нг/мл) в сравнении с его достаточным уровнем (>30 нг/мл) отмечается увеличение частоты аллергического ринита ($p<0,001$), частоты сенсibilизации к аллергенам клеща домашней пыли ($p=0,01$), пыльцы растений ($p=0,01$), шерстистых животных ($p=0,04$). У пациентов с бронхиальной астмой установлена значимая положительная корреляция уровня 25(ОН)D в сыворотке крови с параметрами спирометрии, такими как ЖЕЛ ($p<0,0001$), ФЖЕЛ ($p<0,001$), ОФВ1 ($p<0,001$); отрицательная – с уровнем контроля астмы ($rs=-0,39$; $p=0,013$).

Выводы. Настоящее исследование подтверждает связь дефицита витамина D и бронхиальной астмы, что совпадает с мировыми тенденциями. Детям, страдающим бронхиальной астмой, целесообразно проводить мониторинг уровня 25(ОН)D в сыворотке крови. Нормализация статуса витамина D в составе комплексной терапии бронхиальной астмы позволит перевести лечение недостаточности 25(ОН)D на качественно новый, пациент-ориентированный уровень и повысить уровень контроля над заболеванием.

Ключевые слова: бронхиальная астма, контроль астмы, функция легких, уровень 25 (ОН) D в сыворотке крови, дети

Для цитирования: Обеспеченность витамином D детей с бронхиальной астмой: клиническое исследование / Р. Н. Хоха, Н. С. Парамонова, О. В. Вежель, Ю. А. Троян // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. 2025. Т. 23, № 6. С. 580-587. <https://doi.org/10.25298/2221-8785-2025-23-6-580-587>

Введение

Витамин D – жирорастворимый витамин, играющий важную роль в регуляции иммунной системы и поддержании здоровья костей. Дефицит витамина D – распространенная проблема глобального здравоохранения, затрагивающая около миллиарда человек во всем мире. Исследования показывают, что от 30% до 93% населения мира может испытывать дефицит витамина D. По оценкам исследователей, [1] глобальная распространенность дефицита витамина D среди людей в возрасте от 1 года и старше в период с 2000 по 2022 гг. составила 15,7% (95% ДИ: 13,7–17,8). Распространенность дефицита витамина D варьируется в зависимости от широты, изучаемой популяции, пола, возраста, уровня

дохода [1]. Такие факторы, как урбанизация, уменьшение пребывания на открытом воздухе, уменьшение инсоляции, низкая физическая активность, ожирение или неполноценное питание, этническая принадлежность, курение повышают распространенность дефицита витамина D [2]. Прием некоторых лекарственных средств, например, противосудорожных препаратов и глюкокортикоидов также может быть причиной дефицита витамина D. Результаты исследований, проведенных в РБ у лиц старше 18 лет, свидетельствуют о высокой распространенности гиповитаминоза D в белорусской популяции: нормальные показатели 25(ОН)D отмечались только у трети обследованных лиц (от 27,5 до 33,8%) [3]. Распространенность недостаточно-

сти/дефицита витамина D достигает более 80% среди школьников, у каждого второго ребенка в возрасте 11–17 лет отмечается дефицит 25(OH)D [4].

Бронхиальная астма (БА), характеризующаяся воспалением дыхательных путей (ДП), их гиперреактивностью и обструкцией, является одним из наиболее распространенных хронических неинфекционных респираторных заболеваний у детей. Генетическая предрасположенность и воздействие окружающей среды являются ключевыми факторами риска развития заболевания, которые существенно влияют на контроль и тяжесть БА. В последние годы внимание исследователей привлекает роль витамина D в патогенезе астмы и его потенциальная терапевтическая ценность. Установлено, что витамин D играет важную роль в модуляции иммунных процессов, снижении воспаления и поддержания барьерной функции слизистых оболочек ДП, что особенно важно в контексте БА, поскольку воспаление ДП является ключевым патогенетическим звеном заболевания [5]. Ремоделирование ДП, как основная характеристика БА, включающая утолщение базальной мембраны, увеличение массы гладких мышц ДП и гиперплазию бокаловидных клеток, имеет решающее значение для прогрессирования заболевания. Исследования показывают, что витамин D подавляет рост гладкомышечных клеток ДП и влияет на различные звенья патогенеза ремоделирования ДП [6]. Также показано, что дефицит витамина D может способствовать развитию астмы [7], усугублять течение уже имеющегося заболевания. Низкий уровень витамина D связывают с более частыми обострениями [8], снижением функции легких, неконтролируемым течением астмы. Было установлено, что дефицит витамина D является независимым фактором риска развития тяжелой инфекции нижних ДП (триггер БА), госпитализации в отделение интенсивной терапии и необходимости кислородной поддержки [9], в то время как более высокие исходные уровни витамина D были связаны с уменьшением количества обострений астмы, посещений отделения неотложной помощи и госпитализаций в течение 3-летнего периода наблюдения. Связь между уровнями витамина D и контролем астмы у детей до конца не изучена, и некоторые исследования не выявили четкой связи [10]. Анализ, направленный на оценку эффективности коррекции уровня витамина D в рамках комплексного лечения БА, показывает, что при восполнении его дефицита возможно снижение частоты обострений, улучшение функции легких, а за счет синергизма с противоастматическими препаратами – снижение потребности в медикаментозной терапии [11]. В соответствии с действующим стандартом поэтапного лечения астмы, выбор вмешательства в зависимости от клинического статуса в первую очередь определяется реакцией пациента на воспаление ДП. Однако значительное число пациентов с БА, особенно тяжелой, остаются неконтролируемыми, несмотря на корректное назна-

чение стандартной базисной терапии. Одним из возможных подходов к лечению в данном случае является мониторинг и регулирование уровня витамина D в сыворотке крови у пациентов с БА. В эпоху персонализированного лечения этот подход привлекает внимание как потенциальное решение для улучшения контроля астмы. Однако, вопрос назначения добавок витамина D с целью коррекции терапии БА, оптимальных дозировок и длительности применения витамина D остается предметом активных дискуссий [12].

Учитывая высокую распространенность гиповитаминоза D у населения РБ можно предположить, что проблема дефицита витамина D актуальна и для пациентов с БА. Исследование уровня витамина D в сыворотке крови у детей с астмой на региональном уровне может дать ценную информацию о потенциальной роли витамина D в модификации клинических симптомов и способствовать разработке целевых вмешательств для улучшения результатов лечения заболевания.

Цель исследования – установить обеспеченность витамином D детей с бронхиальной астмой.

Материал и методы

В одномоментное поперечное исследование включено 80 детей: 70 с БА, 10 условно здоровых (группа сравнения). План исследования одобрен этическим комитетом УЗ «Гродненская областная клиническая больница» («ГОДКБ»). Базы для проведения исследования: УЗ «ГОДКБ» (главный врач – А. А. Козич), научно-исследовательская лаборатория УО «ГрГМУ» (заведующий лабораторией – канд. биол. наук, доцент А. Ю. Павлюковец).

Критерии включения: установленный в течение не менее 1 года до исследования диагноз БА, верифицированный согласно GINA 2024 [13]; информированное согласие родителей/опекунов; возраст пациентов 6–18 лет. Критерии исключения: острые инфекционные заболевания, хронические заболевания в стадии обострения; нежелание/отказ родителей/опекунов участвовать в исследовании. Клинико-анамнестическая характеристика пациентов с БА представлена в таблице 1.

Распределение пациентов по степени тяжести БА было следующим: легкая персистирующая/интермиттирующая (объединены в одну группу) – 55 (78,6%; ДИ: 66,83–87,13), среднетяжелая персистирующая – 10 (14,3%; ДИ: 7,43–25,17), тяжелая персистирующая – 5 (7,1%; ДИ: 2,66–15,66); по уровню контроля: контролируемая (полностью/хорошо контролируемая объединены в одну группу) – 40 (57,1%; ДИ: 44,78–68,72), неконтролируемая (частично контролируемая/неконтролируемая объединены в одну группу) – 30 (42,9%; ДИ: 31,28–55,22). Всем пациентам проведено общеклиническое обследование, исследование функции внешнего дыхания с помощью спирометрии. В качестве инструмента для оценки контроля БА у де-

Таблица 1 – Клинико-anamnestическая характеристика детей с бронхиальной астмой
Table 1 – Clinical and anamnestic characteristics of children with bronchial asthma

Параметр	Показатель
Семейный анамнез по аллергии, n (%; 95% ДИ)	33 (47,1; 35,24–59,36)
Семейный анамнез по БА, n (%; 95% ДИ)	24 (34,3; 23,62–46,69)
Длительность БА, Ме (Q25; Q75) годы	6,0 (3,0; 9,0)
Возраст установления диагноза БА, Ме (Q25; Q75) лет	6,0 (4,0; 9,0)
Возраст манифестации БА, Ме (Q25; Q75) лет	4,0 (3,0; 5,0)
Атопическая сенсibilизация, n (%; 95% ДИ):	54 (77,1; 65,27–85,99)
клещевая,	40 (57,1; 44,78–68,72)
пыльцевая,	47 (67,1; 54,77–77,62)
эпидермальная,	34 (48,6; 36,57–60,72)
пищевая.	18 (25,7; 16,34–37,78)
Аллергический ринит, n (%; 95% ДИ)	59 (84,3; 73,2–91,53)
Атопический дерматит, n (%; 95% ДИ)	7 (10,0; 4,45–20,1)
Аллергический конъюнктивит, n (%; 95% ДИ)	4 (5,7; 1,84–14,73)
ЖЕЛ, Ме (Q25; Q75) % от должного	91,0 (81,0; 103,0)
ФЖЕЛ, Ме (Q25; Q75) % от должного	95,5 (87,0; 103,0)
ОФВ1, Ме (Q25; Q75) % от должного	88,0 (72,0; 95,0)
ОФВ1/ЖЕЛ, Ме (Q25; Q75) % от должного	83,0 (75,0; 89,0)
ОФВ1/ФЖЕЛ, Ме (Q25; Q75) % от должного	84,5 (78,0; 90,0)
СОС 25-75, Ме (Q25; Q75) % от должного	78,0 (62,0; 100,0)
МОС 25, Ме (Q25; Q75) % от должного	67,0 (54,0; 90,0)
МОС 50, Ме (Q25; Q75) % от должного	70,0 (54,0; 94,0)
МОС 75, Ме (Q25; Q75) % от должного	78,0 (59,0; 103,0)

Примечания – ЖЕЛ – жизненная емкость легких; ФЖЕЛ – форсированная жизненная емкость легких выдоха; ОФВ1 – объем форсированного выдоха за первую секунду; ОФВ1/ЖЕЛ – индекс Тиффно; ОФВ1/ФЖЕЛ – индекс Генслера; СОС25-75 – средняя объемная скорость при выдохе от 25 до 75 % ФЖЕЛ; МОС25 – максимальная объемная скорость при выдохе 25% ФЖЕЛ; МОС50 – максимальная объемная скорость при выдохе 50% ФЖЕЛ; МОС75 – максимальная объемная скорость при выдохе 75% ФЖЕЛ.

тей использовались критерии GINA 2024 [13]. Обеспеченность витамином D в соответствии с международными стандартами оценивали по концентрации в сыворотке крови общего 25-гидроксивитамина D (25(ОН)D). Критерии оценки полученных результатов уровня

25(ОН)D [14]: менее 10 нг/мл – тяжелый дефицит, 10–20 нг/мл – дефицит, 20–30 нг/мл – недостаточность, 30–50 нг/мл – оптимальная концентрация, 50–100 нг/мл – высокая концентрация, выше 100 нг/мл – токсическая концентрация. Сывороточную концентрацию 25(ОН)D определяли методом ИФА с использованием наборов 25ОН Vitamin D Total ELISA Kit Китай (кат. № EU3593) согласно инструкции производителя. Забор образцов крови проведен в период май 2024 – февраль 2025 г. Исследование выполнено в соответствии с нормативными документами «Правила надлежащей клинической практики» (Good Clinical Practice) и принципами Хельсинкской декларации «Этические принципы проведения медицинских исследований с участием людей в качестве субъектов исследования», с поправками 2013 г.

Для статистического анализа данных использовали пакет статистических программ STATISTICA 10.0 для Windows (StatSoft, Inc., США). Для принятия решения о виде распределения в генеральной совокупности количественных признаков применяли тест Колмогорова-Смирнова и графический анализ данных. В случае распределения отличного от нормального применяли методы непараметрической статистики: в качестве меры центральной тенденции указывалась медиана, в качестве меры рассеяния – интерквартильный размах – значения нижней (Q25) и верхней (Q75) квартилей. Для сравнения количественных признаков в двух независимых группах использовали U-критерий Манна-Уитни (Mann-Whitney U-test), в трех независимых группах – критерий Краскела-Уоллиса (Kruskal-Wallis test) с последующим попарным сравнением. Качественные (бинарные) переменные были представлены в виде частот (%). Рассчитывали 95% доверительные интервалы (ДИ) частоты встречаемости признака. Для расчета ДИ использовали онлайн калькулятор (<http://vassarstats.net/prop1.html>). Для сравнения частот качественных признаков использовали критерий χ^2 Пирсона, точный критерий Фишера. Корреляционный анализ проводили с помощью метода ранговой корреляции по Спирмену. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Характеристики пациентов, включенных в исследование, представлены в таблице 2. Статистически значимых различий по возрасту, полу, индексу массы тела (ИМТ) между группой детей с БА и группой сравнения не было. У детей с БА отмечались более высокие показатели сывороточного IgE общего, содержания эозинофилов в периферической крови, низкие показатели уровня 25 (ОН)D.

Недостаток/дефицит 25(ОН)D отмечался у 71,4% (ДИ: 59,2–81,28) детей с БА, в группе сравнения – в 30% (ДИ: 8,09–64,63) случаев ($p=0,03$; $\chi^2=4,99$), при этом дефицит витамина D наблюдался только у детей с БА (табл. 3).

1/3 часть пациентов с легким течением БА (ДИ: 18,02–43,09), 1/5 – с среднетяжелым (ДИ:

Таблица 2 – Характеристики пациентов, включенных в исследование**Table 2** – Characteristics of patients included in the study

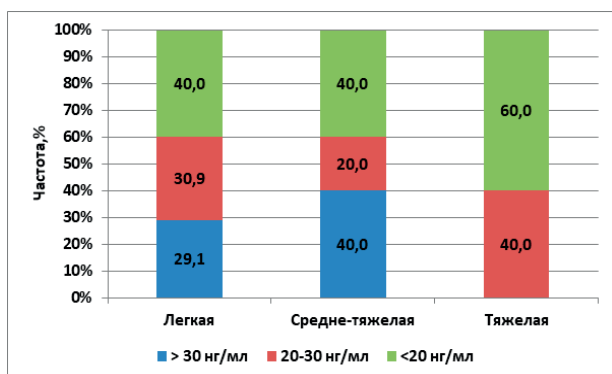
Параметр	БА	Группа сравнения	p
Возраст, Ме (Q25; Q75) лет	13,0 (11,0; 14,0)	13,5 (11,0; 14,0)	>0,05
Мальчики/Девочки, n (%)	39 (55,7)/31 (44,3)	5 (50)/5 (50)	>0,05
IgE общий в сыворотке крови, Ме (Q25; Q75) МЕ/мл	186,0 (84,7; 784,0)	63,0 (58,0; 79,0)	0,02
Эозинофилы в периферической крови, Ме (Q25; Q75) $\times 10^9/\text{л}$	0,3 (0,153; 0,62)	0,124 (0,11; 0,16)	0,02
ИМТ, Ме (Q25; Q75) кг/м ²	18,6 (16,7; 21,4)	21,3 (17,8; 23,5)	>0,05
Уровень 25 (ОН)D в сыворотке крови, Ме (Q25; Q75) нг/мл	21,7 (15,13; 31,43)	31,9 (26,63; 38,74)	<0,01

Таблица 3 – Обеспеченность 25(ОН)D детей, включенных в исследование, абсолютное число (%; 95% ДИ)**Table 3** – Availability of 25(ОН)D in children, included in the study absolute, number (%; 95% CI)

Уровень 25 (ОН)D	БА	Группа сравнения	P
>30 нг/мл	20 (28,6; 18,72–40,8)	8 (80,0; 44,22–96,46)	<0,01
20–30 нг/мл	21 (30,0; 19,93–42,29)	2 (20,0; 3,54–55,78)	>0,05
<20 нг/мл	29 (41,4; 29,98–53,82)	-	-

Примечание – p – уровень значимости между пациентами с БА и группой сравнения.

3,54–55,78) и около половины с тяжелым течением (ДИ: 7,26–82,96) находились в зоне недостатка 25(ОН)D. 1/2 пациентов с легким (ДИ: 27,32–54,08) и среднетяжелым течением (ДИ: 13,69–72,63) и более 50% (ДИ: 17,04–92,74) с тяжелым течением БА находились в зоне дефицита 25(ОН)D (рис. 1).

**Рисунок 1** – Обеспеченность 25 (ОН)D детей в зависимости от степени тяжести бронхиальной астмы**Figure 1** – Availability of 25 (ОН)D in children depending on the severity of bronchial asthma

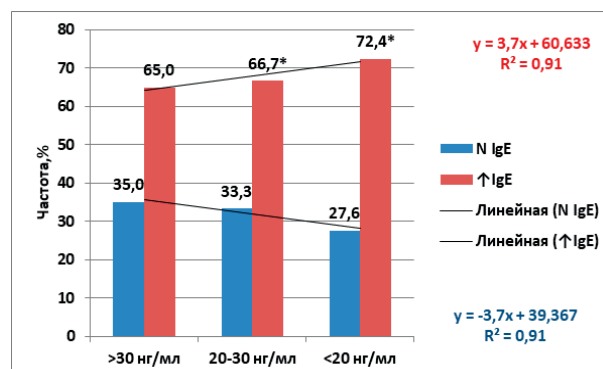
Недостаточный уровень 25 (ОН)D в 3,3 раза чаще встречался у детей с контролируемой БА (КБА), дефицит в 3 раза чаще у детей с неконтролируемой БА (НКБА) (табл. 4).

Таблица 4 – Обеспеченность 25(ОН)D детей с разным уровнем контроля бронхиальной астмы, абсолютное число (%; 95% ДИ)**Table 4** – Availability of 25(ОН)D in children with different levels of bronchial asthma control, absolute number (%; 95% CI)

Уровень 25(ОН)D	КБА	НКБА	p
>30 нг/мл	14 (35,0; 19,07–49,24)	6 (20,0; 8,4–39,13)	0,05
20–30 нг/мл	17 (42,5; 29,6–61,34)	4 (13,3; 4,36–31,64)	<0,0001
<20 нг/мл	9 (22,5; 11,4–38,86)	20 (66,7; 47,14–82,06)	<0,001

Примечание – p – уровень значимости между пациентами с КБА и НКБА.

Повышенный уровень IgE общего в сыворотке крови установлен у 48 (68,6%, 56,23–78,85) детей с БА. По мере снижения обеспеченности 25(ОН)D отмечался рост % детей с повышенным содержанием IgE общего в сыворотке крови (рис. 2).



Примечания – $p_1 > 0,05$; $p_2 = 0,03$; $p_3 < 0,001$; p_1 – уровень значимости в группе >30 нг/мл, p_2 – в группе 20-30 нг/мл, p_3 – в группе <20 нг/мл.

Рисунок 2 – Частота нормального и повышенного уровня сывороточного IgE общего у детей с бронхиальной астмой в зависимости от обеспеченности 25(ОН)D**Figure 2** – Frequency of normal and elevated levels of total serum IgE in children with bronchial asthma depending on the availability of 25(ОН)D

Эозинофилию в периферической крови имели 32 (45,7%; ДИ: 33,91–57,99) ребенка. Снижение обеспеченности 25(ОН)D сопровождалось некоторым ростом, без статистически значимых различий в группах ($p > 0,05$), % детей с эозинофилией (рис. 3).

Не было установлено взаимосвязи между уровнем общего IgE в сыворотке крови (критерий Краскела-Уоллиса: $p > 0,05$; $df=2$, $\chi^2=1,16$), содержанием эозинофилов периферической крови (критерий Краскела-Уоллиса: $p > 0,05$; $df=2$, $\chi^2=0,82$) и обеспеченностью организма витамином D (табл. 5).

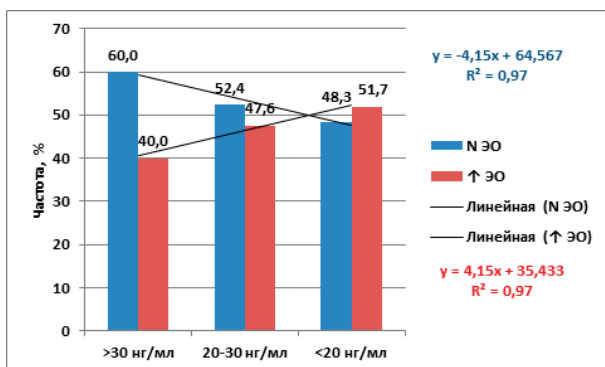


Рисунок 3 – Частота нормального и повышенного содержания эозинофилов в периферической крови у детей с бронхиальной астмой в зависимости от обеспеченности 25(OH)D

Figure 3 – Frequency of normal and elevated eosinophil counts in peripheral blood in children with bronchial asthma depending on the level of 25(OH)D

Таблица 5 – Медианные значения сывороточного IgE общего и эозинофилов периферической крови в зависимости от обеспеченности 25(OH)D

Table 5 – Median values of total serum IgE and peripheral blood eosinophils depending on the level of 25(OH)D

Уровень 25(OH)D	Уровень сывороточного IgE общего, Ме (Q25; Q75) МЕ/мл	Содержание эозинофилов периферической крови, Ме (Q25; Q75) $\times 10^9/\text{л}$
>30 нг/мл	252, 5 (86,15; 556,5)	0,24 (0,117; 0,47)
20–30 нг/мл	184,0 (72,8; 481,0)	0,32 (0,144; 0,603)
<20 нг/мл	232,0 (88,5; 908,0)	0,35 (0,192; 0,64)

У детей с БА без статистически значимых гендерных различий (20,68 (14,95; 30,06) нг/мл мальчики, 22,69 (16,6; 33,3) нг/мл девочки; $p>0,05$), уровень 25(OH) D в сыворотке крови (21,73 (15,13; 31,43)) нг/мл был ниже, чем у детей группы сравнения (31,94 (26,63; 38,74)) нг/мл, $p=0,01$. В анализируемой когорте уровень 25(OH)D у детей с БА не зависел от длительности заболевания, возраста манифестации и установления диагноза астмы, ИМТ, семейной истории по аллергии и БА.

У детей с тяжелым течением БА уровень 25(OH)D был ниже, чем при легком и среднетяжелом течении. При легкой степени тяжести БА уровень 25(OH) D не отличался от такового в группе сравнения, при среднетяжелом и тяжелом течении был ниже, чем в группе сравнения (табл. 6).

У детей с НКБА БА уровень 25(OH)D был значительно ниже, чем у детей с КБА ($p<0,0001$). Кроме того, при НКБ чаще диагностировали дефицит 25(OH) D (15,8 (10,97; 21,44) нг/мл), при КБА – недостаток (26,1 (20,68; 34,4) нг/мл) (рис. 4).

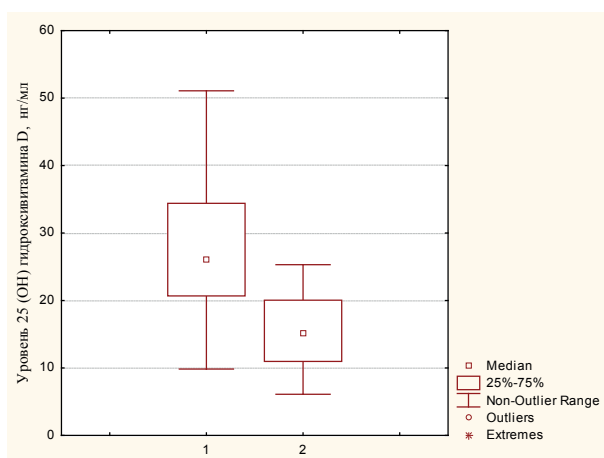
Установлено, что при легкой КБА ($n=36$) уровень 25(OH)D в сыворотке крови был на уровне

Таблица 6 – Уровни 25(OH) D у детей с бронхиальной астмой с разной степенью тяжести, Ме (Q25; Q75), нг/мл

Table 6 – Levels of 25(OH)D in children with bronchial asthma of varying severity, Ме (Q25; Q75), ng/ml

Степень тяжести БА	Уровень 25(OH) D	p
Легкая	26,08 (20,68; 30,4)	$p1=0,04$
Среднетяжелая	24, 35 (12,65; 39,37)	$p2>0,05$
Тяжелая	13,78 (10,15; 20,7)	$p3>0,05$
Группа сравнения	31, 95 (26,63; 38,74)	$p4>0,05$ $p5<0,01$ $p6<0,01$

Примечания – $p1$ – уровень значимости между пациентами с легкой и тяжелой БА, $p2$ – между легкой и среднетяжелой БА, $p3$ – между легкой БА и группой сравнения, $p4$ – между среднетяжелой и тяжелой БА, $p5$ – между среднетяжелой БА и группой сравнения, $p6$ – между тяжелой БА и группой сравнения, критерий Краскела-Уоллиса; $\chi^2=20,9$; $df=3$, $p<0,0001$.



Примечания – 1 – КБА, 2 – НКБА.

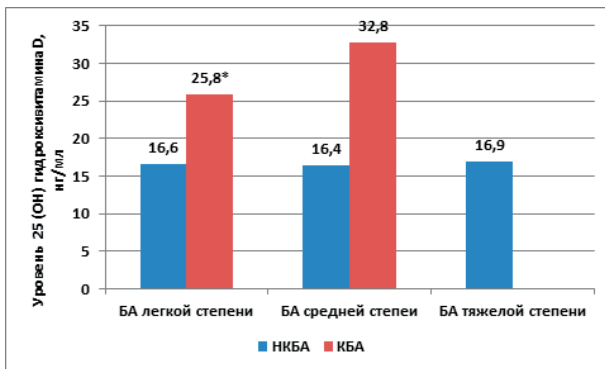
Рисунок 4 – Уровень 25(OH)D у детей с бронхиальной астмой и разным уровнем контроля

Figure 4 – Level of 25(OH)D in children with bronchial asthma and different levels of control

недостатка, при легкой НКБА ($n=19$) – на уровне дефицита; при среднетяжелой КБА ($n=4$) – на достаточном уровне, при среднетяжелой НКБА ($n=6$) – на уровне дефицита; при тяжелой НКБА у всех детей ($n=5$) был установлен дефицит 25(OH)D. Статистически значимые различия уровня 25(OH)D установлены между группой детей с НКБА и КБА при легком течении астмы ($p<0,001$) (рис. 5).

У детей с БА и недостатком/дефицитом 25(OH)D (<30 нг/мл) в сравнении с его достаточным уровнем (>30 нг/мл) отмечалось увеличение частоты сенсibilизации к аллергенам клеща домашней пыли ($p=0,01$), пыльцы растений ($p=0,01$), шерстистых животных ($p=0,04$). Частота аллергического ринита в этой группе пациентов также была увеличена ($p<0,001$).

Корреляционный анализ показал, что уровень 25(OH)D в сыворотке крови коррелирует с параметрами спирометрии ЖЕЛ, ФЖЕЛ, ОФВ1, МОС 25 (табл. 7), контролем БА ($rs=-0,39$; $p=0,013$), но не с уровнем IgE ($rs=-0,09$) и эозинофилией ($rs=0,06$).



Примечание – * – $p < 0,001$ при легкой КБА и легкой НКБА.

Рисунок 5 – Уровни 25(OH)D в зависимости от уровня контроля в группах с разной степенью тяжести бронхиальной астмы

Figure 5 – Levels of 25(OH)D depending on the level of control in groups with different severity of bronchial asthma

Таблица 7 – Корреляция уровня 25(OH)D в сыворотке крови с параметрами спирометрии у детей с бронхиальной астмой

Table 7 – Correlation of the level 25(OH)D in serum with spirometry parameters in children with bronchial asthma

Параметр	Коэффициент корреляции (rs)	p
ЖЕЛ	0,43	<0,0001
ФЖЕЛ	0,46	<0,001
ОФВ1	0,34	<0,01
ОФВ1/ЖЕЛ	-0,07	0,53
ОФВ1/ФЖЕЛ	0,05	0,65
МОС 25–75	0,11	0,35
МОС 25	0,27	0,02
МОС 50	0,12	0,32
МОС 75	0,11	0,37

Таким образом, настоящее исследование подтверждает связь между уровнем витамина D и БА, поскольку у большинства детей с астмой наблюдался недостаток/дефицит витамина D

(≤ 30 нг/мл), что совпадает с мировыми тенденциями. Детям, страдающим БА, целесообразно проводить мониторинг уровня 25(OH)D в сыворотке крови. Нормализация статуса витамина D в составе комплексной терапии БА позволит перевести лечение недостаточности 25(OH)D на качественно новый, пациент-ориентированный уровень [15] и повысить уровень контроля над заболеванием.

Выводы

1. БА у детей сопровождается недостаточностью/дефицитом 25(OH)D в 71,4% (ДИ: 59,2–81,28) случаев, в группе сравнения – в 30% (ДИ: 8,09–64,63) случаев ($p=0,03$, $\chi^2=4,99$). Уровень 25(OH)D в сыворотке крови у пациентов с БА был статистически значимо ниже, чем у детей группы сравнения: 21,7 (15,13; 31,43) нг/мл против 31,95 (26,63; 38,74) нг/мл, $p<0,01$.

2. У детей с БА уровень 25(OH)D не имел линейной зависимости от степени тяжести БА, однако при тяжелом течении астмы был статистически значимо ниже, чем при легком течении ($p=0,04$). Уровень 25(OH)D при легкой БА не отличался от группы сравнения ($p>0,05$), при среднетяжелой и тяжелой был статистически значимо выше, чем в группе сравнения ($p<0,01$).

3. Дефицит 25(OH)D достоверно связан с уровнем контроля БА. У пациентов с контролируемой астмой уровень 25(OH)D в сыворотке крови был выше, чем у детей с неконтролируемой астмой ($p<0,0001$).

4. У детей с БА и недостатком/дефицитом 25(OH)D (<30 нг/мл) в сравнении с его достаточным уровнем (>30 нг/мл) увеличена частота аллергического ринита ($p<0,001$), частота сенсибилизации к аллергенам клеща домашней пыли ($p=0,01$), пыльцы растений ($p=0,01$), шерстистых животных ($p=0,04$).

5. У пациентов с БА установлена положительная корреляция уровня 25(OH)D в сыворотке крови с параметрами спирометрии: ЖЕЛ ($p<0,0001$), ФЖЕЛ ($p<0,01$), ОФВ1 ($p<0,01$); отрицательная – с контролем БА ($p=0,013$).

Литература

- Global and regional prevalence of vitamin D deficiency in population-based studies from 2000 to 2022: A pooled analysis of 7.9 million participants / A. Cui, T. Zhang, P. Xiao [et al.] // *Frontiers in nutrition*. – 2023. – Vol. 10. – Art. 1070808. – doi: 10.3389/fnut.2023.1070808.
- Association between circulating 25-hydroxyvitamin D and cardiometabolic risk factors in adults in rural and urban settings / C. M. Mba, A. Koulman, N. G. Forouhi [et al.] // *Nutrition and diabetes*. – 2022. – Vol. 12 (1). – Art. 34. – doi: 10.1038/s41387-022-00215-1.
- Руденко, Е. В. Распространенность гиповитаминоза D у взрослого населения Республики Беларусь / Е. В. Руденко // *Доклады Национальной академии наук Беларуси*. – 2021. – Т. 65, № 5. – С. 600–607. – doi: 0.29235/1561-8323-2021-65-5-601-607. – edn: OWVAWN.
- Содержание 25(OH)D и сезонная обеспеченность витамином D детского населения разных возрастных групп Минска и Минской области / А. В. Сукало, И. Э. Бовбель, А. М. Журавлева [и др.] // *Медицинские новости*. – 2021. – № 6 (321). – С. 37–40. – edn: MDCUNK.
- Asthma and vitamin D deficiency: Occurrence, immune mechanisms, and new perspectives / F. Salmanpour, N. Kian, N. Samieefar [et al.] // *Journal of Immunology Research*. – 2022. – Vol. 2022. – Art. 6735900. – doi: 10.1155/2022/6735900.
- The Role of Vitamin D Supplementation on Airway Remodeling in Asthma: A Systematic Review / L. Salameh, W. Mahmood, R. Hamoudi [et al.] // *Nutrients*. – 2023. – Vol. 15, iss. 11. – Art. 2477. – doi: 10.3390/nu15112477.
- Vitamin D [Serum 25(OH) cholecalciferol] Insufficiency is Associated With Childhood Asthma: Recent Case-Control Findings From Bangladesh / N. Tabassum, K. S. Anwar, P. K. Sarkar [et al.] // *Global pediatric health*. – 2024. – Vol. 11. – Art. 2333794X241240574. – doi: 10.1177/2333794X241240574.

8. Лучникова, Т. А. Влияние витамина D и витамин-D связывающего белка на течение бронхиальной астмы / Т. А. Лучникова, О. Б. Приходько // Амурский медицинский журнал. – 2022. – № 1 (32). – С. 39–43. – doi: 10.24412/2311-5068_2022_1_39. – edn: VNKMIJ.
9. Kangel, D. The Effect of Vitamin D Level on the Clinical Course of the Disease in Patients with Lower Respiratory Tract Infection / D. Kangel, A. Kiral // *Cam & Sakura Medical Journal*. – 2025. – Vol. 5, iss. 1. – P. 17–24. – doi: 10.4274/csmedj.galenos.2025.2025-3-2.
10. Alolayan, A. Association between vitamin D status and asthma control levels among children and adolescents: a retrospective cross sectional study in Saudi Arabia / A. Alolayan, O. Al-Wutayd // *BMC pediatrics*. – 2025. – Vol. 25, iss. 1. – Art. 585. – doi: 10.1186/s12887-025-05969-y.
11. Liu, M. A Meta-Analysis on Vitamin D Supplementation and Asthma Treatment / M. Liu, J. Wang, X. Sun // *Frontiers in nutrition*. – 2022. – Vol. 9. – Art. 860628. – doi: 10.3389/fnut.2022.860628.
12. The therapeutic potential of vitamin D supplementation in asthma / R. Krasowski, K. Kamińska, K. Głodek [et al] // *Pharmacological Reports*. – 2025. – Vol. 77, iss. 4. – P. 874–888. – doi: 10.1007/s43440-025-00734-5.
13. Global strategy for asthma management and prevention / Global Initiative of Asthma. – GINA, 2024. – 261 p. – URL: https://ginasthma.org/wp-content/uploads/2024/05/GINA-2024-Strategy-Report-24_05_22_WMS.pdf (date of access: 15.09.2025).
14. Practical guidelines for the supplementation of vitamin D and the treatment of deficits in Central Europe – recommended vitamin D intakes in the general population and groups at risk of vitamin D deficiency / P. Pludowski, E. Karczmarewicz, M. Bayer [et al.] // *Endokrynologia Polska*. – 2013. – Vol. 64, № 4. – P. 319–327. – doi: 10.5603/ep.2013.0012.
15. Витамин D: генетическая регуляция воспаления на примере аутоиммунной, метаболической и микробной моделей / Е. В. Лошкова, Е. И. Кондратьева, А. И. Хавкин [и др.] // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. – 2023. – № 8 (216). – С. 151–166. – doi: 10.31146/1682-8658-ecg-216-8-151-166. – edn: VXPNCQ.
5. Salmanpour F, Kian N, Samieefar N, Khazeei Tabari MA, Rezaei N. Asthma and Vitamin D Deficiency: Occurrence, Immune Mechanisms, and New Perspectives. *Journal of Immunology Research*. 2022;2022:6735900. doi: 10.1155/2022/6735900.
6. Salameh L, Mahmood W, Hamoudi R, Almazrouei K, Lochanan M, Seyhoglu S, Mahboub B. The Role of Vitamin D Supplementation on Airway Remodeling in Asthma: A Systematic Review. *Nutrients*. 2023;15(11):2477. doi: 10.3390/nu15112477.
7. Tabassum N, Anwar KS, Sarkar PK, Kabir ARML, Mollah MAH, Saha D, Alam MJ, Chisti MJ. Vitamin D [Serum 25(OH) cholecalciferol] Insufficiency is Associated With Childhood Asthma: Recent Case-Control Findings From Bangladesh. *Global pediatric health*. 2024;11:2333794X241240574. doi: 10.1177/2333794X241240574.
8. Luchnikova TA, Prihod'ko OB. The effect of vitamin D and vitamin-D binding protein on the course of asthma. *Amur Medical Journal*. 2022;1(32):39–43. doi: 10.24412/2311-5068_2022_1_39. edn: VNKMIJ. (Russian).
9. Kangel D, Kiral A. The Effect of Vitamin D Level on the Clinical Course of the Disease in Patients with Lower Respiratory Tract Infection. *Cam & Sakura Medical Journal*. 2025;5(1):17–24. doi: 10.4274/csmedj.galenos.2025.2025-3-2.
10. Alolayan A, Al-Wutayd O. Association between vitamin D status and asthma control levels among children and adolescents: a retrospective cross sectional study in Saudi Arabia. *BMC pediatrics*. 2025;25(1):585. doi: 10.1186/s12887-025-05969-y.
11. Liu M, Wang J, Sun X. A Meta-Analysis on Vitamin D Supplementation and Asthma Treatment. *Frontiers in nutrition*. 2022;9:860628. doi: 10.3389/fnut.2022.860628.
12. Krasowski R, Kamińska K, Głodek K, Ostrowska J, Zajda K, Pawliczak R, Kleniewska P. The therapeutic potential of vitamin D supplementation in asthma. *Pharmacological Reports*. 2025;77(4):874–888. doi: 10.1007/s43440-025-00734-5.
13. Global Initiative of Asthma. Global strategy for asthma management and prevention [Internet]. GINA; 2024. 261 p. Available from: https://ginasthma.org/wp-content/uploads/2024/05/GINA-2024-Strategy-Report-24_05_22_WMS.pdf
14. Pludowski P, Karczmarewicz E, Bayer M, Carter G, Chlebna-Sokół D, Czech-Kowalska J, Dębski R, Decsi T, Dobrzańska A, Franek E, Głuszko P, Grant WB, Holick MF, Yankovskaya L, Konstantynowicz J, Książyk JB, Książopolska-Orłowska K, Lewiński A, Litwin M, Lohner S, Lorenc RS, Lukaszkiwicz J, Marcinowska-Suchowierska E, Milewicz A, Misiorowski W, et al. Practical guidelines for the supplementation of vitamin D and the treatment of deficits in Central Europe – recommended vitamin D intakes in the general population and groups at risk of vitamin D deficiency. *Endokrynologia Polska*. 2013;64(4):319–327. doi: 10.5603/ep.2013.0012.
15. Loshkova EV, Kondratyeva EI, Khavkin AI, Zhekaite EK, Kotova YuV, Melyanovskaya YuL, Erokhina MI, Yablokova EA, Zhelev VA. Vitamin D: genetic regulation of inflammation in autoimmune, metabolic and microbial models. *Experimental and Clinical Gastroenterology*. 2023;216(8):151–166. doi: 10.31146/1682-8658-ecg-216-8-151-166. edn: VXPNCQ. (Russian).

References

1. 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. *Frontiers in nutrition*. 2023;10:1070808. doi: 10.3389/fnut.2023.1070808.
2. Mba CM, Koulman A, Forouhi NG, Sharp SJ, Imamura F, Jones K, Meadows SR, Assah F, Mbanya JC, Wareham NJ. Association between circulating 25-hydroxyvitamin D and cardiometabolic risk factors in adults in rural and urban settings. *Nutrition and diabetes*. 2022;12(1):34. doi: 10.1038/s41387-022-00215-1.
3. Rudenka EV. Prevalence of hypovitaminosis D in the adult population of the Republic of Belarus. *Doklady of the National Academy of Sciences of Belarus*. 2021;65(5):600–607. doi: 10.29235/1561-8323-2021-65-5-601-607. edn: OWVAWN. (Russian).
4. Sukalo AV, Boybel IE, Zhuravleva AM, Vasyukovich SA, Hanchar OA. Vitamin D (25(OH)D) content and seasonal vitamin D status in children of different age groups in Minsk and Minsk region. *Medical News*. 2021;6(321):37–40. edn: MDCUNK. (Russian).

VITAMIN D SUPPLEMENTATION IN CHILDREN WITH BRONCHIAL ASTHMA: CLINICAL STUDY

R. N. Khokha¹, N. S. Paramonova¹, O. V. Vezhel², Yu. A. Troyan²

¹Grodno State Medical University, Grodno, Belarus

²Grodno Regional Children's Clinical Hospital, Grodno, Belarus

Recently, the role of vitamin D in the pathogenesis of asthma and its potential therapeutic value has attracted the attention of researchers. The relationship between vitamin D levels and asthma in children, its clinical manifestations has not been fully studied and some studies have not revealed a clear relationship.

Objective. To establish the vitamin D supplementation in children with bronchial asthma.

Materials and methods. The cross-sectional study included 80 children aged 6-18 years: 70 with bronchial asthma, 10 apparently healthy (comparison group). All patients underwent a general clinical examination, a study of the function of external respiration using spirometry. Serum concentration of 25(OH)D was determined by ELISA using the «25OH Vitamin D Total ELISA Kit». The study period is May 2024 – February 2025.

Results. Deficiency of 25(OH)D was found in 71.4% (CI: 59.2-81.28) of children with bronchial asthma, and in 30% (CI: 8.09-64.63) of cases in the comparison group ($p=0.03$, $\chi^2=4.99$), while vitamin D deficiency was observed only in children with bronchial asthma. The average level of 25(OH)D in the blood serum of patients with bronchial asthma was statistically significantly lower than in children in the comparison group: 21.7 (15.13; 31.43) ng/ml versus 31.95 (26.63; 38.74) ng/ml, $p<0.01$. In the analyzed cohort, the level of 25(OH)D did not depend on gender, disease duration, age of asthma manifestation and diagnosis, body mass index, family history of allergies and bronchial asthma ($p>0.05$). Also, the level of 25(OH)D did not depend on the severity of bronchial asthma ($p>0.05$), but in severe asthma it was statistically significantly lower than in mild asthma ($p=0.04$). In mild bronchial asthma, the level of 25(OH)D did not differ from the comparison group ($p>0.05$), while in moderate and severe asthma it was statistically significantly lower than in the comparison group ($p<0.01$). In patients with controlled bronchial asthma the level of 25(OH)D in the blood serum was higher than in children with uncontrolled asthma ($p<0.0001$). In children with bronchial asthma and deficiency of 25(OH)D (<30 ng/ml) compared to its sufficient level (>30 ng/ml), there is an increase in the frequency of allergic rhinitis ($p<0.001$), the frequency of sensitization to allergens of house dust mite ($p=0.01$), plant pollen ($p=0.01$), and hairy animals ($p=0.04$). In patients with bronchial asthma, a significant positive correlation was established between the level of 25(OH)D in the blood serum and spirometry parameters such as vital capacity of the lungs ($p<0.0001$), FVC ($p<0.001$), FEV1 ($p<0.001$); negative – with the level of asthma control ($rs=-0.39$, $p=0.013$).

Conclusions. This study confirms the relationship between vitamin D deficiency and bronchial asthma, which coincides with global trends. It is advisable to monitor the level of 25(OH)D in the blood serum of children suffering from bronchial asthma. Normalization of vitamin D status as part of complex therapy for bronchial asthma will allow the treatment of 25(OH)D deficiency to be transferred to a qualitatively new, patient-oriented level and to increase the level of control over the disease.

Keywords: bronchial asthma, asthma control, lung function, level of 25(OH) hydroxyvitamin D in the blood serum, children

For citation: Khokha RN, Paramonova NS, Vezhel OV, Troyan YuA. Vitamin D supplementation in children with bronchial asthma: clinical study. *Journal of the Grodno State Medical University*. 2025;23(6):580-587. <https://doi.org/10.25298/2221-8785-2025-23-6-580-587>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Финансирование. Приказ № 211 от 08.05.2024 «О принятии к исполнению и выделении финансирования на выполнение грантов» УО «Гродненский государственный медицинский университет».

Financing. Order No. 211 dated 08/05/2024 “On acceptance for execution and allocation of funding for the implementation of grants” of the Grodno State Medical University.

Соответствие принципам этики. Исследование одобрено локальным этическим комитетом.

Conformity with the principles of ethics. The study was approved by the local ethics committee.

Об авторах / About the authors

*Хоха Раиса Николаевна / Khokha Raisa, e-mail: raisa_khokha-20@mail.ru, ORCID 0000-0002-1002-1783

Парамонова Нэлла Сергеевна / Paramonova Nella, ORCID 0000-0003-4823-7819

Вежел Ольга Владимировна / Vezhel Olga

Троян Юлия Александровна / Troyan Julia

* – автор, ответственный за переписку / corresponding author

Поступила / Received: 17.09.2025

Принята к публикации / Accepted for publication: 25.11.2025