

Уровень витамина D и лактата у детей с расстройствами аутистического спектра: клинико-метаболические ассоциации и динамика на фоне коррекции

Л.Г. Хачатрян, д.м.н., проф., Т.Е. Ареян, Т.С. Каминская, к.м.н.,
К.А. Казакова, к.м.н., Е.Н. Тюрина, Д.Е. Вадиян

Адрес для переписки: Татьяна Святославовна Каминская, kaminskayats@bk.ru

Для цитирования: Хачатрян Л.Г., Ареян Т.Е., Каминская Т.С. и др. Уровень витамина D и лактата у детей с расстройствами аутистического спектра: клинико-метаболические ассоциации и динамика на фоне коррекции. Эффективная фармакотерапия. 2026; 22 (23): 18–23.

DOI 10.33978/2307-3586-2026-22-23-18-23

Актуальность. У детей с расстройствами аутистического спектра (РАС) все чаще обсуждаются нарушения нутритивного статуса и энергетического обмена. Особый интерес представляют витамин D и лактат, однако совместная оценка этих показателей в указанной когорте проводится крайне редко.

Цель – оценить уровни витамина D и лактата у детей с РАС, проанализировать взаимосвязь между этими показателями и их динамику на фоне коррекции дефицита витамина D.

Материал и методы. В одноцентровое проспективное наблюдательное исследование было включено 52 ребенка от 1,5 до 6,5 года (средний возраст – $3,9 \pm 1,2$ года) с РАС. Проведена клиническая, шкальная, лабораторная и инструментальная оценка состояния. Повторное обследование выполнено через два месяца на фоне базисной терапии и приема витамина D в дозе 2000 МЕ/сут.

Результаты. На старте исследования дефицит витамина D выявлен у 8 (15,4%) детей, недостаточность – у 31 (59,6%), нормальный уровень – у 13 (25,0%). На фоне терапии средний уровень витамина D увеличился с $25,35 \pm 6,3$ до $31,35 \pm 6,8$ нг/мл ($p < 0,002$). Средний уровень лактата снизился с $2,22 \pm 0,8$ до $1,86 \pm 0,7$ ($p < 0,003$). Доля детей с повышенным уровнем лактата уменьшилась с 40,4 до 17,3%. Выявлена умеренная обратная корреляция между уровнями витамина D и лактата (коэффициент Спирмена (r_s) $-0,65$; $p = 0,003$). Клиническая динамика была менее выраженной по сравнению с лабораторной.

Заключение. У детей с РАС часто наблюдается сочетание сниженного уровня витамина D и метаболических сдвигов в виде повышения уровня лактата. Коррекция дефицита витамина D сопровождалась улучшением лабораторных показателей и умеренными положительными клиническими изменениями.

Ключевые слова: расстройства аутистического спектра, витамин D, лактат, дети, метаболические нарушения, коррекция дефицита

Введение

Расстройства аутистического спектра (РАС) относятся к числу наиболее значимых и клинически неоднородных нарушений нейроразвития. По данным Центров по контролю и профилактике заболеваний США, распространенность РАС среди детей увеличивается. В 2022 г. этот показатель составил 32,2 на 1000 восьмилетних детей, что соответствует примерно одному случаю на 31 ребенка [1]. Согласно результатам российского популяционного исследования, опубликованного в 2026 г., расчетная распространенность

РАС достигает 22,2 на 1000 детей [2]. Как показал обновленный систематический обзор, глобальная распространенность аутизма в среднем приближается к 1% детской популяции, при этом межстрановые различия частично объясняются особенностями диагностики, маршрутизации пациентов и регистрационных подходов [3].

Современное представление о РАС выходит за рамки исключительно поведенческой и психиатрической модели. У значительной части детей наряду с нарушениями социальной коммуникации



и стереотипными формами поведения выявляются соматические и метаболические особенности, включая избирательность питания, ограниченный пищевой репертуар, гастроинтестинальные расстройства и нутритивную недостаточность [4–6]. Эти факторы способны не только сопутствовать основному расстройству, но и влиять на общее состояние ребенка, его адаптационные возможности и переносимость реабилитационных вмешательств. В связи с этим особый интерес представляет поиск доступных лабораторных показателей, дополняющих клиническую оценку и отражающих отдельные аспекты метаболического статуса у детей с РАС [7].

В последние годы активно обсуждается такой маркер, как витамин D. Его рассматривают не только как регулятор кальций-фосфорного обмена, но и как фактор, участвующий в иммунной регуляции, нейротрофических процессах и функционировании развивающейся нервной системы [8–10]. Ряд обзоров и экспериментально-клинических работ свидетельствуют, что низкий уровень витамина D чаще встречается у детей с РАС и, вероятно, ассоциируется с выраженностью отдельных симптомов [11–13]. Вместе с тем имеющиеся данные не позволяют сделать однозначный вывод о причинно-следственной роли гиповитаминоза D в патогенезе аутизма. Метаанализы исследований по коррекции дефицита витамина D указывают на возможность улучшения отдельных клинических проявлений, однако результаты неоднородны, а выраженность эффекта вариабельна [14, 15]. Следовательно, оценка витамина D у детей с РАС представляет интерес в аспекте не только дефицитного состояния как такового, но и как возможного компонента более широкого клинικο-метаболического профиля.

Другим потенциально значимым показателем является лактат – маркер метаболических нарушений и один из косвенных индикаторов митохондриальной дисфункции. В последние годы роль нарушений энергетического обмена при РАС обсуждается все активнее: систематические обзоры и метаанализы указывают на наличие у ряда пациентов биохимических признаков митохондриальной недостаточности и метаболической неоднородности [16]. Сообщается как о повышении церебрального лактата у пациентов с РАС, так и о потенциальной диагностической ценности его определения в биологических средах для выделения подгрупп детей с более выраженными метаболическими нарушениями [17, 18]. Однако сам по себе лактат не является специфическим биомаркером РАС, поэтому его интерпретация требует обязательного учета клинического контекста и сопутствующих соматических факторов [7, 16].

Особый интерес представляет совместная оценка витамина D и лактата. Теоретически снижение обеспеченности витамином D может быть связано с менее благоприятным метаболическим профилем через механизмы, затрагивающие воспалительный ответ, окислительный стресс и клеточный энергетический

обмен [8, 11, 12]. Однако в доступной литературе такая комбинация показателей у детей с РАС изучена недостаточно, а данных о том, как изменяются уровни витамина D и лактата на фоне коррекции дефицита витамина D, мало. Кроме того, не до конца ясно, сопровождаются ли лабораторные изменения сопоставимой клинической динамикой, или биохимический ответ опережает изменения поведения и коммуникации [14, 15].

Таким образом, актуальность работы определяется высокой распространенностью РАС, частотой нарушений пищевого статуса у детей с РАС, обсуждаемой ролью гиповитаминоза D и недостаточной изученностью связи между уровнем витамина D и показателями энергетического обмена [3–5, 8, 11, 12, 16]. Совместная оценка уровней витамина D и лактата у детей с РАС, а также анализ их динамики на фоне коррекции дефицита витамина D могут иметь как научное, так и практическое значение для расширения клинικο-метаболической характеристики данной группы пациентов.

Цель – оценить уровень витамина D и лактата у детей с РАС, проанализировать взаимосвязь между этими показателями и их динамику на фоне коррекции дефицита витамина D.

Материал и методы

Исследование носило проспективный наблюдательный односторонний характер. Под наблюдением находились 52 ребенка в возрасте 1,5–6,5 года (средний возраст – $3,9 \pm 1,2$ года). Среди обследованных было 35 (67,3%) мальчиков и 17 (32,7%) девочек.

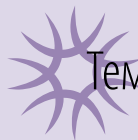
Критерии включения:

- клинически верифицированная задержка психического развития аутистического спектра;
- согласие родителей на обследование и динамическое наблюдение.

Дизайн исследования предусматривал две контрольные точки – исходное обследование и повторную оценку через два месяца. Все дети получали базисную терапию по поводу основного заболевания. При выявлении недостаточности или дефицита витамина D проводили коррекцию холекальциферолом в возрастной лечебной дозе 2000 МЕ/сут.

Клинический этап включал сбор анамнеза, оценку соматического и неврологического статуса, анализ особенностей пищевого поведения, сна, моторного развития и коммуникативных нарушений. Для оценки степени аутистических проявлений у ребенка использовали Childhood Autism Rating Scale (CARS), а также интегральные шкалы динамического наблюдения, применяемые в клинической практике центра.

Лабораторное обследование включало общий анализ крови, общий анализ мочи, определение уровней витамина D и лактата в сыворотке крови. Инструментальный блок предусматривал ультразвуковое исследование органов брюшной полости, почек и сердца, магнитно-резонансную томографию (МРТ) головного мозга и электроэнцефалографию.



Статистический анализ выполняли с использованием программ PAST и IBM SPSS Statistics 27. Для оценки связи между параметрами применяли ранговый коэффициент Спирмена. Статистически значимыми считали различия при $p < 0,01$.

Результаты

Общая клиническая характеристика пациентов представлена в табл. 1. У 6 (11,5%) детей отмечалась задержка физического развития, во всех случаях сочетавшаяся с генетическим или хромосомным заболеванием. В трех случаях зарегистрирована конституционально-экзогенная форма ожирения 1–2-й степени. Избирательность и стереотипность питания выявлены почти у половины наблюдавшихся детей (46,2%). У 35 пациентов в возрасте старше трех с половиной лет отмечались трудности пережевывания пищи. Нарушения сна и засыпания зафиксированы у 34 детей, негрубые двигательные нарушения – у 21 ребенка. По данным МРТ головного мозга, у 9 (17,3%) пациентов выявлены резидуальная вентрикуломегалия и признаки задержки миелинизации, у одного

ребенка – крупная арахноидальная киста. При ультразвуковом исследовании органов брюшной полости изменения паренхимы поджелудочной железы отмечались у 8 (15,4%) детей.

На старте наблюдения уровень витамина D у большинства детей был снижен. Среднее значение составило $25,35 \pm 6,3$ нг/мл. После двух месяцев коррекции средний уровень витамина D увеличился до $31,35 \pm 6,8$ нг/мл ($p < 0,002$), а доля пациентов с нормальным уровнем – с 25,0 до 55,8% (табл. 2 и 3).

Исходные значения лактата варьировали от 1,1 до 4,8 ммоль/л, средний показатель – $2,22 \pm 0,8$ ммоль/л. После курса наблюдения и коррекции содержания витамина D средний уровень лактата снизился до $1,86 \pm 0,7$ ммоль/л ($p < 0,003$). Доля детей с повышенным уровнем лактата уменьшилась с 40,4 до 17,3% (табл. 2 и 3, рис. 1 и 2).

Корреляционный анализ продемонстрировал умеренную обратную связь между концентрацией витамина D и уровнем лактата: чем ниже был уровень витамина D, тем чаще регистрировались более высокие значения лактата ($r_s = -0,65$).

Таблица 1. Клинико-анамнестическая характеристика обследованных детей ($n = 52$), абс. (%)

Показатель	Значение
Возраст, лет	$3,9 \pm 1,2$
Мальчики/девочки	35 (67,3)/17 (32,7)
Задержка физического развития	6 (11,5)
Ожирение 1–2-й степени	3 (5,8)
Избирательность/стереотипность питания	24 (46,2)
Трудности пережевывания пищи	35 (67,3)
Нарушения сна	34 (65,4)
Нарушения координации и тонкой моторики	21 (40,4)
Изменения по данным МРТ	10 (19,2)
Изменения паренхимы поджелудочной железы по данным ультразвукового исследования	8 (15,4)

Таблица 2. Динамика уровня витамина D и лактата

Показатель	До терапии	Через 2 месяца	p
Витамин D, среднее $\pm$ СО, нг/мл	$25,35 \pm 6,3$	$31,35 \pm 6,8$	$< 0,002$
Витамин D, диапазон, нг/мл	14–40	21–54	–
Лактат, среднее $\pm$ СО, ммоль/л	$2,22 \pm 0,8$	$1,86 \pm 0,7$	$< 0,003$
Лактат, диапазон, ммоль/л	1,1–4,8	1,1–3,8	–

Примечание. СО – среднее отклонение.

Таблица 3. Категориальная структура показателей витамина D и лактата, абс. (%)

Показатель	Категория	До терапии	Через 2 месяца
Витамин D	Дефицит	8 (15,4)	0
	Недостаточность	31 (59,6)	23 (44,2)
	Адекватный уровень	13 (25,0)	29 (55,8)
Лактат	Ниже нормы	6 (11,5)	15 (28,8)
	Норма	25 (48,1)	28 (53,8)
	Выше нормы	21 (40,4)	9 (17,3)

■ Адекватный уровень
■ Дефицит
■ Недостаточность

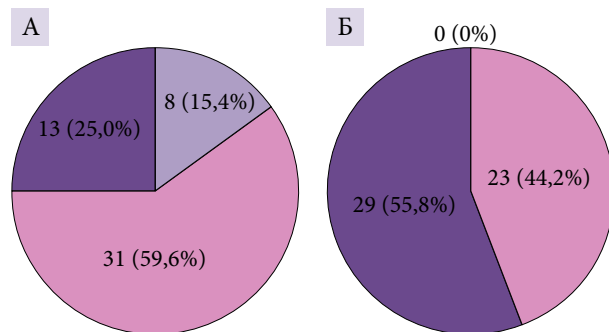


Рис. 1. Уровень витамина D у детей с РАС до терапии (А) и через 2 месяца наблюдения (Б)

■ Выше нормы
■ Ниже нормы
■ Норма

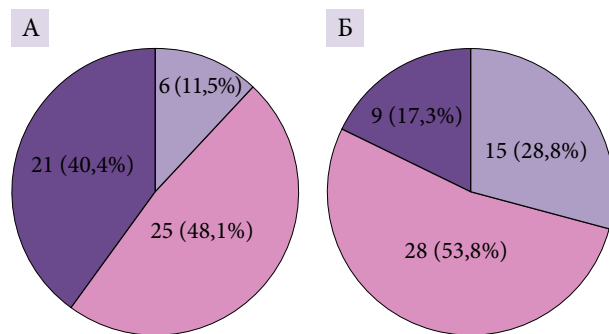


Рис. 2. Уровень лактата у детей с РАС до терапии (А) и через 2 месяца наблюдения (Б)



По CARS в исходной точке тяжелая степень нарушений отмечалась у 30 (57,7%) детей, умеренная – у 13 (25,0%), легкая – у 9 (17,3%). При повторной оценке число детей с тяжелыми проявлениями уменьшилось, а доля пациентов с более легкими нарушениями возросла. При этом статистически значимая положительная динамика фиксировалась не по всем доменам, хотя выраженность пищевых ритуалов у части детей уменьшилась (табл. 4). Оценка терапии родителями оказалась неоднозначной: 35 (67,3%) семей расценили изменения как удовлетворительные, 17 (32,7%) – как нейтральные. По шкале врачебной оценки у 4 (7,7%) детей явной динамики не зафиксировано, у 31 (59,6%) зарегистрированы небольшие положительные сдвиги в поведении и лексическом запасае, у 17 (32,7%) – более заметные улучшения в сфере восприятия, понимания речи и познавательной активности. Дополнительный анализ показал, что исходно тяжелая степень нарушений преобладала не только по CARS, но и по данным динамического наблюдения: у 28 (53,8%) детей зафиксированы тяжелые отклонения, у 21 (40,4%) – умеренные, лишь у 3 (5,8%) – легкие. Через два месяца количество детей с тяжелыми проявлениями уменьшилось до 17, а доля пациентов с более легкими нарушениями возросла (рис. 3).

При детальном клиническом анализе особенно заметны были сдвиги в пищевом поведении. Полного регресса стереотипий не наблюдалось, однако у части детей уменьшилась выраженность ритуалов при кормлении, появилась большая готовность к введению новых продуктов и снизилась конфликтность в бытовых ситуациях.

Обсуждение

В нашем исследовании снижение уровня витамина D выявлено у большинства детей с РАС: дефицит или недостаточность зарегистрированы у 39 (75,0%) из 52 пациентов, средний уровень витамина D на старте составил $25,35 \pm 6,3$ нг/мл. Данные о более низком уровне витамина D у детей с РАС по сравнению с ожидаемыми показателями в детской популяции обсуждаются в ряде современных работ [11, 12, 19]. При этом для нашей выборки было характерно преобладание недостаточности витамина D над выраженным дефицитом, что делает более уместной клиническую интерпретацию выявленных изменений как умеренного, но распространенного нарушения нутритивного статуса, а не как редкого тяжелого дефицитного состояния. На фоне двухмесячной коррекции дефицита витамина D средний уровень $25(\text{OH})\text{D}$ увеличился с $25,35 \pm 6,3$ до $31,35 \pm 6,8$ нг/мл, а доля детей с адекватным уровнем – с 25,0 до 55,8%. Эти данные показывают, что ответ на коррекцию в дозе 2000 МЕ в исследовании был отчетливым. Такой результат согласуется с данными метаанализов, в которых биохимический эффект витамина D описывается более последовательно [14, 15]. В то же время клинический эффект в этих работах оценивается как менее однородный и менее стабильный [14, 15]. Поэтому в настоящей работе уместно рассматривать рост уровня витамина D прежде всего как подтверждение эффективности коррекции дефицитного состояния, а не как самостоятельное доказательство влияния на основные проявления РАС.

Таблица 4. Клиническая динамика на фоне наблюдения и коррекции дефицита витамина D, абс. (%)

Показатель	Значение
Нарушения по шкале CARS на старте:	
■ тяжелые	30 (57,7)
■ умеренные	13 (25,0)
■ легкие	9 (17,3)
Нарушения по шкале динамического контроля до терапии:	
■ тяжелые	28 (53,8)
■ умеренные	21 (40,4)
■ легкие	3 (5,8)
Нарушения по шкале динамического контроля через 2 месяца:	
■ тяжелые	17 (32,7)
■ легкие	7 (13,5)
Уменьшение стереотипности пищевого поведения	7 (13,5)

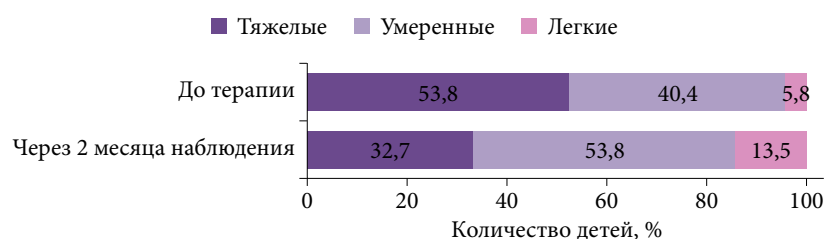
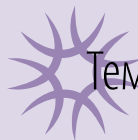


Рис. 3. Динамика степени нарушений по шкале динамического контроля у детей с РАС

Не менее важным результатом стало выявление повышенного уровня лактата у значительной части обследованных детей. До начала наблюдения повышенный уровень лактата определялся у 21 (40,4%) из 52 пациентов, его средний уровень составлял $2,22 \pm 0,8$ ммоль/л. Через два месяца средний показатель снизился до $1,86 \pm 0,7$ ммоль/л, а доля детей с повышенным уровнем лактата – до 17,3%. Лактат не является специфическим биомаркером РАС [16]. Вместе с тем он рассматривается как показатель метаболического сдвига и обсуждается в контексте нарушений энергетического обмена и митохондриальной дисфункции у ряда пациентов с РАС [16, 17]. С этой точки зрения полученные нами данные указывают на то, что у обследованной группы наряду с особенностями нутритивного статуса могли присутствовать и клинически значимые метаболические нарушения.

Для нашей выборки представляла интерес и выявленная обратная связь между уровнями витамина D и лактата: более низким значениям витамина D соответствовали более высокие значения лактата. Мы рассматриваем этот результат как клинко-метаболическую ассоциацию, а не как доказательство причинно-следственной связи. Такой подход представляется более корректным, поскольку нарушения нутритивного статуса, особенности энергетического обмена и признаки метаболической неоднородности при РАС, по данным литературы, могут сочетаться, но не сводятся к единому механизму [7, 16, 17, 20–22]. Практически это означает, что сочетание низкого уровня витамина D и повышенного уровня лактата у ребенка с РАС целесообразно интерпретировать только в контексте общей клинической картины.



Клиническая динамика в нашем исследовании была менее выраженной, чем лабораторная. По шкале динамического контроля доля детей с тяжелыми нарушениями уменьшилась с 53,8 до 32,7%, а доля детей с легкими нарушениями увеличилась с 5,8 до 13,5% через два месяца наблюдения. Согласно врачебной оценке, у 31 (59,6%) ребенка отмечались небольшие положительные сдвиги, у 17 (32,7%) – более заметные улучшения в восприятии, понимании речи и познавательной активности. При этом значимой динамики не наблюдалось у 4 (7,7%) детей. Такое соотношение между лабораторными и клиническими изменениями не противоречит данным литературы: в метаанализах, касающихся уровня витамина D у детей с РАС, возможное улучшение описано для отдельных симптоматических доменов, но не как стабильный и универсальный эффект в отношении всей симптоматики РАС [14, 15].

При интерпретации результатов важно учитывать и особенности самой обследованной группы. Избирательность и стереотипность питания выявлена у 46,2% детей, трудности пережевывания пищи – у 67,3%, нарушения сна – у 65,4%, нарушения координации и тонкой моторики – у 40,4%. Пищевые ограничения и гастроинтестинальные особенности у детей с РАС описаны в литературе достаточно подробно [4–6]. Именно поэтому выявленные изменения содержания витамина D в нашей работе трудно рассматривать изолированно от пищевого поведения и соматического статуса. В клиническом плане это означает, что лабораторные показатели у таких детей следует оценивать не отдельно, а в связи с пищевой избирательностью, переносимостью пищи и сопутствующими соматическими нарушениями.

Полученные результаты не позволяют трактовать коррекцию витамина D как самостоятельный метод воздействия на основные проявления аутизма. Наше исследование было одноцентровым и наблюдательным, имело ограниченный срок наблюдения. Кроме того, все дети продолжали получать базисную терапию, поэтому отделить вклад коррекции витамина D от влияния других лечебно-реабилитационных

мероприятий невозможно. По этой причине наиболее точной представляется следующая интерпретация: коррекция дефицита витамина D сопровождалась улучшением лабораторных показателей и отдельными положительными клиническими сдвигами, но сама по себе не доказывает прямого терапевтического эффекта в отношении основных симптомов РАС [14, 15].

Практическое значение нашей работы состоит в том, что у детей с РАС, особенно при выраженной пищевой избирательности и соматической коморбидности, оценка уровня витамина D может быть клинически оправданной [9, 23, 24]. При наличии признаков дефицита дополнительное определение уровня лактата также может быть полезным как элемент расширенного клинко-метаболического профиля [16, 17]. Дальнейшие исследования в этом направлении должны включать контрольные группы, более длительное наблюдение и более строгую стратификацию пациентов по исходному уровню витамина D и выраженности метаболических нарушений.

Заключение

1. У большинства детей с РАС в исследуемой выборке выявлено снижение уровня витамина D: дефицит или недостаточность зарегистрированы у 75,0% пациентов.
2. Повышенный уровень лактата до начала коррекции выявлен у 40,4% детей, а между концентрацией витамина D и уровнем лактата установлена умеренная обратная корреляция.
3. Коррекция дефицита витамина D в составе комплексной терапии сопровождалась достоверным повышением сывороточного уровня витамина D и снижением среднего уровня лактата.
4. Оценка витамина D и лактата может быть полезным элементом расширенного клинко-метаболического обследования детей с РАС. *

Финансирование. Исследование выполнено без внешней финансовой поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Shaw K.A., Williams S., Patrick M.E., et al. Prevalence and early identification of autism spectrum disorder among children aged 4 and 8 years – Autism and Developmental Disabilities Monitoring Network, 16 Sites, United States, 2022. *MMWR Surveill. Summ.* 2025; 74 (2): 1–22.
2. Talantseva O.I., Romanova R.S., Kuznetsova J.E., et al. A prevalence study of autism spectrum disorder in Russia. *Front. Psychiatry.* 2026; 17: 1790306.
3. Zeidan J., Fombonne E., Scora J., et al. Global prevalence of autism: a systematic review update. *Autism Res.* 2022; 15 (5): 778–790.
4. Ткачук Е.А., Мартынович Н.Н., Глобенко Н.Э. Особенности пищевого статуса и питания детей с расстройствами аутистического спектра. *Вопросы питания.* 2021; 90 (5): 67–76.
5. Сулейманова З.Я., Устинова Н.В., Турти Т.В. Особенности гастроинтестинальных нарушений у детей с расстройствами аутистического спектра: обзор литературы. *Педиатрическая фармакология.* 2022; 19 (2): 99–104.
6. Белоусова М.В., Морозова Е.А., Гомзина Е.Г. Нутрициологические подходы, применяемые в комплексной терапии детей с расстройством аутистического спектра. *Практическая медицина.* 2023; 21 (2): 8–14.
7. Brister D., Rose S., Delhey L., et al. Metabolomic signatures of autism spectrum disorder. *J. Pers. Med.* 2022; 12 (10): 1727.
8. Demay M.B., Pittas A.G., Bikle D.D., et al. Vitamin D for the prevention of disease: an Endocrine Society Clinical Practice Guideline. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 2024; 109 (8): 1907–1947.



9. Таранушенко Т.Е., Захарова И.Н. Гиповитаминоз D: клинические дискуссии и новые рекомендации Международного эндокринологического сообщества (предложения Endocrine Society). Медицинский совет. 2024; 18 (19): 22–28.
10. Калашникова Т.П., Поповская А.В., Минасанова А.В. Влияние витамина D на развитие мозга в процессе онтогенеза: обзор литературы. Пермский медицинский журнал. 2022; 39 (5): 69–79.
11. Wang J., Huang H., Liu C., et al. Research progress on the role of vitamin D in autism spectrum disorder. Front. Behav. Neurosci. 2022; 16: 859151.
12. Gao T., Dang W., Jiang Z., Jiang Y. Exploring the missing link between vitamin D and autism spectrum disorder: scientific evidence and new perspectives. Heliyon. 2024; 10 (17): e36572.
13. Lee B.K., Eyles D.W., Magnusson C., et al. Developmental vitamin D and autism spectrum disorders: findings from the Stockholm Youth Cohort. Mol. Psychiatry. 2021; 26 (5): 1578–1588.
14. Li B., Xu Y., Zhang X., et al. The effect of vitamin D supplementation in treatment of children with autism spectrum disorder: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Nutr. Neurosci. 2022; 25 (4): 835–845.
15. Zhang M., Wu Y., Lu Z., et al. Effects of vitamin D supplementation on children with autism spectrum disorder: a systematic review and meta-analysis. Clin. Psychopharmacol. Neurosci. 2023; 21 (2): 240–251.
16. Frye R.E., Rincon N., McCarty P.J., et al. Biomarkers of mitochondrial dysfunction in autism spectrum disorder: a systematic review and meta-analysis. Neurobiol. Dis. 2024; 197: 106520.
17. Maier S., Nickel K., Lange T., et al. Increased cerebral lactate levels in adults with autism spectrum disorders compared to non-autistic controls: a magnetic resonance spectroscopy study. Mol. Autism. 2023; 14 (1): 44.
18. Boterberg S., Vantroys E., De Paepe B., et al. Urine lactate concentration as a non-invasive screener for metabolic abnormalities: findings in children with autism spectrum disorder and regression. PLoS One. 2022; 17 (9): e0274310.
19. Guiducci L., Vassalle C., Prosperi M., et al. Vitamin D status in children with autism spectrum disorders: determinants and effects of the response to probiotic supplementation. Metabolites. 2022; 12 (7): 611.
20. Jia L., Hongfei D., Deyun Z. Relationship between 25(OH)D₂, 25(OH)D₃ and core symptoms in autism spectrum disorder. Front. Pediatr. 2025; 13: 1622439.
21. Tian P., Zhu X., Liu Z., et al. Effects of vitamin D on brain function in preschool children with autism spectrum disorder: a resting-state functional MRI study. BMC Psychiatry. 2025; 25 (1): 198.
22. Avram O.E., Bratu E.A., Curis C., et al. Modifiable nutritional biomarkers in autism spectrum disorder: a systematic review and meta-analysis of vitamin D, B₁₂, and homocysteine exposure spanning prenatal development through late adolescence. Int. J. Mol. Sci. 2025; 26 (9): 4410.
23. Мальцев С.В. Современные аспекты применения витамина D в клинической практике. РМЖ. Мать и дитя. 2022; 5 (3): 244–252.
24. Дефицит витамина D. Клинические рекомендации. Российская ассоциация эндокринологов. М., 2021.

Vitamin D and Lactate Levels in Children with Autism Spectrum Disorders: Clinical and Metabolic Associations and Changes During Correction

L.G. Khachatryan, PhD, Prof., T.E. Areyan, T.S. Kaminskaya, PhD, K.A. Kazakova, PhD, E.N. Tyurina, D.E. Vadiyan
I.M. Sechenov First Moscow State Medical University

Contact person: Tatiana S. Kaminskaya, kaminskayats@bk.ru

Relevance. Nutritional status and energy metabolism disturbances are increasingly discussed in children with autism spectrum disorder (ASD). Vitamin D and lactate are of particular interest; however, combined assessment of these parameters in this cohort is performed extremely rarely.

Objective – to evaluate vitamin D and lactate levels in children with ASD, to analyze the relationship between these parameters, and to assess their dynamics following vitamin D deficiency correction.

Material and methods. This single-center prospective observational study included 52 children with ASD aged 1.5 to 6.5 years (mean age 3.9 ± 1.2 years). Clinical, scale-based, laboratory, and instrumental assessments were performed. Follow-up examination was conducted after two months of background therapy supplemented with vitamin D at a dose of 2000 IU/day.

Results. At baseline, vitamin D deficiency was found in 8 (15.4%) children, insufficiency in 31 (59.6%), and normal levels in 13 (25.0%). After therapy, the mean vitamin D level increased from 25.35 ± 6.3 to 31.35 ± 6.8 ng/mL ($p < 0.002$). The mean lactate level decreased from 2.22 ± 0.8 to 1.86 ± 0.7 ($p < 0.003$). The proportion of children with elevated lactate dropped from 40.4 to 17.3%. A moderate inverse correlation was found between vitamin D and lactate levels ($r_s = -0.65$; $p = 0.003$). Clinical improvements were less pronounced than laboratory changes.

Conclusion. Children with ASD frequently present with a combination of low vitamin D levels and metabolic shifts manifested by elevated lactate. Correction of vitamin D deficiency was associated with improved laboratory parameters and modest positive clinical changes.

Keywords: autism spectrum disorder, vitamin D, lactate, children, metabolic disturbances, deficiency correction